

Novembro e Dezembro de 1989

VOL. XXXVI

Nº 208

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

EFEITOS DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO SOBRE O CONSÓRCIO MILHO-FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)^{1/}

Giderval Vieira Sampaio^{2/}

José Domingos Galvão^{3/}

Luiz Antônio Nogueira Fontes^{3/}

Matosinho de Souza Figueiredo^{3/}

Antônio Américo Cardoso^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos sistemas produtivos utilizados pelos agricultores nos países tropicais são consorciamentos de culturas. Dentre eles, destaca-se o cultivo de milho com feijão (2). Na América Latina, a cultura consorciada milho-feijão é responsável por cerca de 50% da produção de milho e 80% da produção de feijão (3). No Brasil, estima-se que cerca de 70% do plantio dessa leguminosa sejam também do tipo consorciado, não só com o milho, principalmente, mas também com a mandioca, com o algodão, com o café e com outras culturas (6).

A Zona da Mata do Estado de Minas Gerais caracteriza-se como importante região produtora de milho e feijão. Nessa região, segundo VIEIRA *et alii* (10), 77% das lavouras de milho estão consorciadas com o feijão e, segundo DUARTE (1), 98% dessa leguminosa são também cultivados em associação, principalmente com o milho.

^{1/} Parte do trabalho de tese de Mestrado apresentado, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa.

Aceito para publicação em 12-9-1989.

^{2/} EPABA — Av. Ademar de Barros, 967. 40000 Salvador, BA.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

Na associação de culturas, geralmente, não são dispensados maiores cuidados aos cultivos, principalmente no que diz respeito ao manejo do solo, adubação, plantio, espaçamento, populações e variedades, fatores que se constituem nas principais limitações do aumento da produtividade do sistema (6). Assim, os rendimentos das culturas geralmente são baixos, o que evidencia a necessidade de introduzir, com rapidez, tecnologias que possam promover incrementos significativos nos rendimentos dos consórcios.

Trabalhos experimentais sobre o sistema de produção milho-feijão, referentes ao equilíbrio populacional, à competição de variedades e a adubações, têm sido realizados, no Brasil e no exterior. Entretanto, não se encontrou nenhum relato sobre o manejo do solo em consórcio.

O estudo de práticas de manejo do solo, visando ao aproveitamento mais eficiente dos recursos ambientais pelos consórcios, parece ser uma das maneiras de promover melhorias agrônômicas nesse sistema de cultivo.

Com este trabalho objetivou-se estudar a influência dos sistemas de plantio direto, arado de aiveca, arado de discos, grade pesada + arado de aiveca, grade pesada + arado de discos e grade pesada sobre as características e produção de grãos de milho e de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no sistema associado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Generalidades

O experimento foi conduzido no ano agrícola 1985/86, na Estação Experimental, no município de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Os dados climatológicos foram obtidos na Estação Meteorológica de Viçosa, distante 12,5 quilômetros da área experimental onde foi conduzido o ensaio, e estão representados graficamente nas Figuras 1 e 2.

Foi usado o Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico, de textura argilosa, com declividade em torno de 5%. Os resultados das análises químicas do solo encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1 - Resultados médios da análise de pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e matéria orgânica, no solo do experimento

| Características químicas | |
|---|------|
| pH em H ₂ O (1:2,5) | 5,5 |
| P em ppm | 23 |
| K em ppm | 61 |
| Ca ⁺² em meq/100 cm ³ de solo | 1,4 |
| Mg ⁺² em meq/100 cm ³ de solo | 0,4 |
| Al ⁺³ em meq/100 cm ³ de solo | 0,09 |
| M.O. em % | 2,81 |

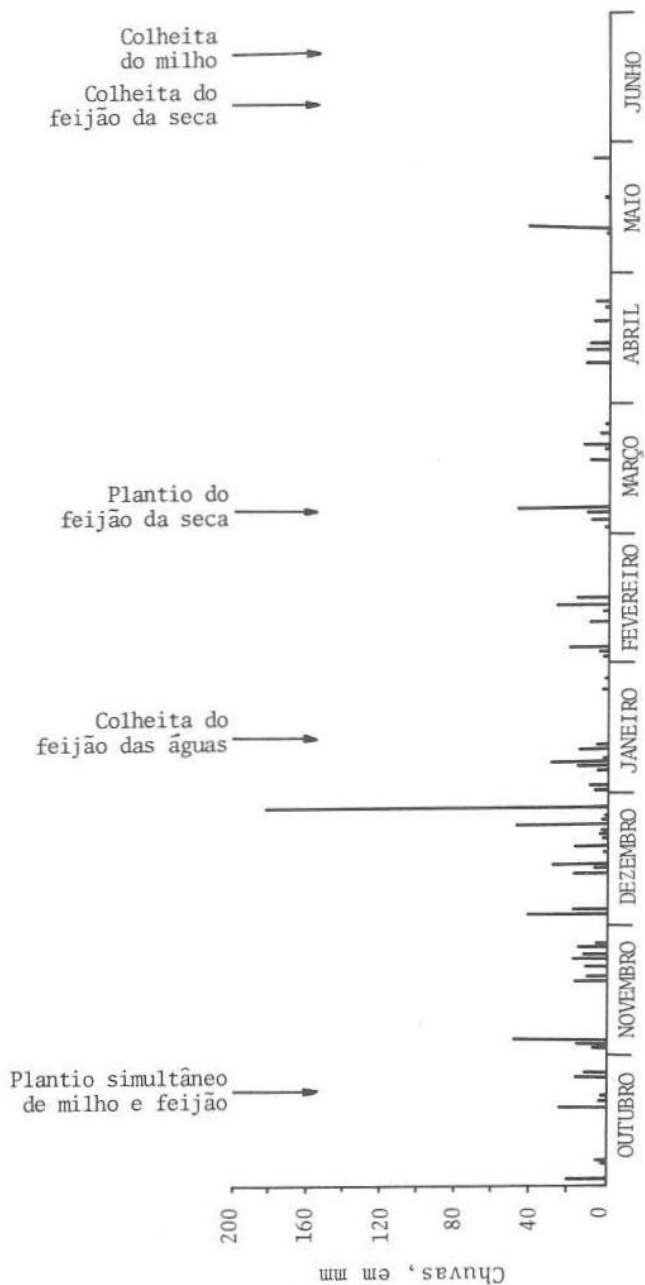


FIGURA 1 - Distribuição diária das chuvas, de outubro de 1985 a junho de 1986, em Viçosa, MG.

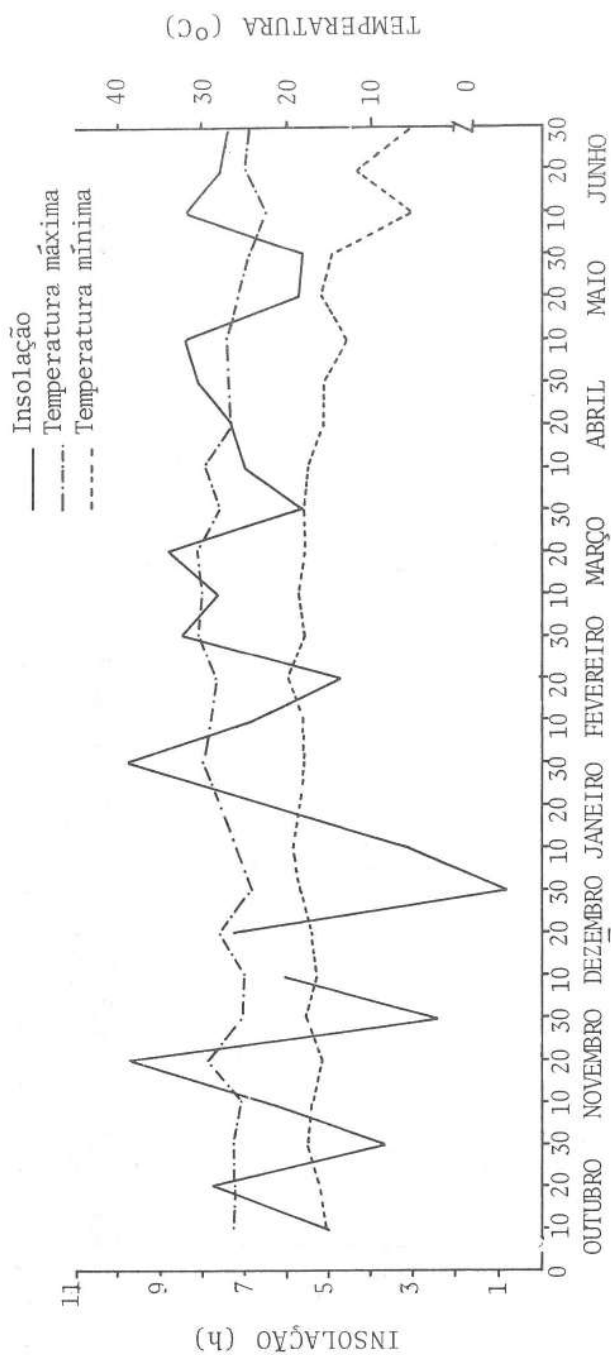


FIGURA 2 - Médias de insolação e de temperatura, máxima e mínima, por período de outubro de 1985 a junho de 1986, em Viçosa, MG.

Antes da instalação do ensaio, a cultura explorada, por três anos, era o milho, no sistema de plantio direto. Na época da instalação do experimento, a gleba estava infestada por plantas daninhas, com predominância de grama-bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e losna (*ambrosia elation* L.).

2.2. Material, procedimento experimental e tratamentos

Utilizaram-se, no plantio, o cultivar de feijão Negrito 897 e o milho híbrido AG-401, de porte normal.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos estudados foram constituídos dos seguintes sistemas de manejo:

1. Plantio direto — o solo sofreu apenas revolvimento ao longo das linhas de plantio, realizado com plantadeira-adubadeira Turbo-Max, de tração motorizada.

2. Arado de aiveca — usou-se um arado de aiveca fixo, marca IKEDA, do tipo AIV-3, com três bicos e tração motorizada, com uma só aração.

3. Arado de discos — utilizou-se o arado de discos fixo, marca FONSECA, do tipo UP 328, com três discos e tração motorizada, com uma aração apenas.

4. Grade pesada + arado de aiveca — efetuou-se uma gradagem, com grade pesada, tipo ROME, de 20 discos, 10 lisos e 10 rugosos, para trituração e incorporação dos restos vegetais, e, posteriormente, uma aração, com arado de aiveca fixo, marca IKEDA, do tipo AIV-3, com três bicos e tração motorizada.

5. Grade pesada + arado de discos — foi realizada uma gradagem, com grade pesada tipo ROME, de 20 discos, 10 lisos e 10 rugosos, para trituração e incorporação dos restos vegetais, e, logo após, uma aração, com arado de discos fixo, marca FONSECA, do tipo UP 328, com três discos e tração motorizada.

6. Grade pesada — efetuou-se uma gradagem, com grade pesada, tipo HOME, de 20 discos, 10 lisos e 10 rugosos, e tração motorizada.

À exceção do plantio direto, os demais sofreram gradagem leve, com grade Massey Fergusson, modelo 1.2.3., com 28 discos, para destorroamento e uniformização do terreno.

No preparo do solo, nas práticas de aração, realizadas a aproximadamente 25 cm de profundidade, e de gradagem leve, utilizou-se um trator Massey Fergusson-265. No preparo do solo com grade pesada, realizado a aproximadamente 10 cm de profundidade, foi utilizado um trator FORD-6600.

2.3. Plantio, adubação e controle de plantas daninhas

O plantio das duas espécies foi feito no sistema associado, simultaneamente, com plantadeira-adubadeira Turbo-Max, para o milho, e Planet Jr., para o feijão, no início da estação chuvosa, em 25 de outubro de 1985, com os consortes semeados na mesma linha de plantio.

O espaçamento entre sulcos foi de um metro. As sementes foram plantadas em excesso, ficando, após o desbaste, quatro plantas de milho e 12 plantas de feijão por metro, com populações de 40.000 e 120.000 plantas/ha, respectivamente.

Após a colheita do feijão das «águas», foi semeado o feijão da «seca», em sete de março de 1986, nas entrelinhas da cultura, num arranjo de 1:2. A abertura dos sulcos de plantio foi manual, e foram distanciados cerca de 0,25 m das fileiras de milho e 0,50 m entre si. A distribuição das sementes foi feita com o auxílio de uma semeadeira manual Planet Jr., regulada para distribuir, em média, 15 sementes por metro, numa população de aproximadamente 300.000 plantas/ha.

Efetuiu-se adubação no sulco de plantio, com 320 kg/ha da fórmula 4-14-8. Foram feitas, ainda, duas adubações de cobertura, com 150 kg/ha de sulfato de amônio, a primeira aos 25 dias, para o feijão, e a segunda aos 45 dias, para o milho. No feijão da «seca», realizou-se somente uma adubação nitrogenada, em cobertura, com 30 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, aos 25 dias do plantio.

O controle de grama-bermuda e da losna foi efetuado, inicialmente, com o herbicida Roundup, na dosagem de cinco litros/ha. Após o plantio, o controle foi feito com duas capinas manuais para o cultivo do feijão das «águas» e uma para o do feijão da «seca». No plantio direto, realizou-se apenas o corte, com enxada, das plantas que sobreviveram à aplicação do herbicida.

2.4. *Análise foliar*

O material para análise foliar foi colhido na época de florescimento das culturas. De cada parcela útil foram retiradas 20 folhas, ao acaso, de cada espécie. Para o feijão, de ambas as épocas de cultivo, a amostragem foi feita aos 40 dias da emergência das plantas, em folhas mais novas completamente desenvolvidas, idade que coincidiu com o início da floração. No milho, as amostras foram colhidas no início do pendoamento aos 70 dias da semeadura, em folhas imediatamente abaixo e opostas à primeira espiga.

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas ao laboratório, sendo, posteriormente, colocadas em estufa de circulação forçada de ar, com aproximadamente 70° C, até a obtenção de peso constante do material. Logo após foram trituradas e transferidas para vidros, até o momento das análises. O método de determinação, por via úmida, foi a digestão sulfúrica de 0,1 g do tecido vegetal. Nas amostras de extrato vegetal foram determinadas as concentrações dos elementos N, P, K, Ca, e Mg.

2.5. *Estimativas do comprimento de raízes*

Para a avaliação do comprimento das raízes, as amostras do solo foram coletadas dentro das fileiras de plantio e entre elas, com uma única perfuração em cada local, na área útil de cada parcela. Nas fileiras, as amostras foram feitas entre plantas uniformes; nas entrelinhas, foram retiradas a 50 cm de distância de cada planta.

As amostras foram coletadas no início do florescimento das culturas, conforme recomendação de MENGEL e BARBER (7), nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30cm, utilizando-se uma sonda de 3,5cm de diâmetro e 84cm de comprimento, com perfurações equidistantes de 10cm.

As raízes foram separadas do solo mediante lavagem cuidadosa, utilizando-se peneiras com malha de 0,5 a 2 mm, transferidas para vidros que continham uma solução de formol, ácido acético e álcool, numa proporção de 9:1:1, e mensuradas.

Na estimativa do comprimento das raízes, utilizou-se o método das quadrículas proposto por MARSH (5). As raízes foram dispostas, com o total de material obtido em cada profundidade amostrada, ao acaso, em uma bandeja transparente, sobre a malha, com dimensões de 12 x 24 cm, para a contagem do número de interseções. Para cada amostra, fez-se uma média de quatro repetições. O valor obtido, comprimento, em centímetros, foi transformado em comprimento de raízes por volume de solo ($L_v = \text{cm}^{-2}$).

2.6. *Colheita e avaliação de algumas características do milho e do feijão e produção de grãos*

Em 15 de janeiro de 1986, procedeu-se à colheita do feijão das «águas», na área útil de cada unidade experimental, em todas as parcelas. O feijão da «seca» e o milho foram colhidos em 11 e 25 de julho de 1986, respectivamente.

Nos feijoeiros de ambos os cultivos foram avaliadas as seguintes características: «stand», inicial e final; altura das plantas; número de vagens por planta; número de sementes por vagem; peso de 100 sementes; produção de palhada; produção de grãos; e índice de colheita.

No milho, avaliaram-se as seguintes características: «stand», inicial e final; altura das plantas e de inserção de espigas; acamamento; número de espigas por parcela; índice de espigas (n.º médio de espigas/planta), rendimento de grãos de espiga; peso de 100 grãos; produção de palhada; produção de grãos; e índice de colheita.

Na cultura do feijão, os valores de altura de plantas, número de vagens por planta e número de sementes por vagem foram obtidos mediante amostragem de 20 plantas, tomadas ao acaso, feitas na área útil de cada unidade experimental. Fato semelhante ocorreu com altura de plantas na cultura do milho.

O número de espigas de milho por parcela foi obtido logo após a colheita, quando foi feita contagem na área útil, em cada unidade experimental. O índice de espigas (número de espigas/planta) foi obtido por meio da relação entre o número de espigas e o número de plantas de cada parcela.

Para avaliar o rendimento da espiga, foi considerada a percentagem, em peso, dos grãos, em relação à espiga despilhada, após a correção da umidade dos grãos para 13%.

O acamamento foi obtido da soma das plantas acamadas e quebradas e, posteriormente, relacionado com o número total de plantas existentes na área útil da parcela. Consideraram-se acamadas as plantas que se apresentavam estendidas no solo, e quebradas as que apresentavam colmo quebrado abaixo da espiga.

A produção de palhada do milho foi determinada pela pesagem das plantas secas, cortadas ao nível do solo, incluindo-se a palha das espigas. No feijão, foi obtida mediante pesagem das plantas secas, incluindo as vagens vazias. O índice de colheita foi calculado por meio da relação entre o peso dos grãos e peso da palhada e grãos.

Em todas as características que envolveram peso de grãos, de ambos os consórcios e cultivos, corrigiu-se a umidade para 13%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. *Influência dos sistemas de preparo do solo sobre o cultivo do feijão das «águas», em consórcio com o milho*

As análises de variância mostraram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os sistemas de preparo do solo nos efeitos sobre a densidade radicular do feijão das «águas», em consórcio com o milho, na linha de plantio, na profundidade de 0-10 cm.

Apesar de o teste de médias não ter revelado diferenças significativas entre os tratamentos, na profundidade de 0-10 cm, nos dados de densidade radicular na linha de plantio, observa-se, pelo Quadro 2, tendência de as maiores densidades de raízes ocorrerem na profundidade de 0-10 cm, em todos os tratamentos. Nota-se,

QUADRO 2 - Valores médios de densidade radicular, na linha e entrelinha de plantio do feijão das "águas", em diferentes profundidades do solo, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Profundidade do solo (cm) | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | Na linha de plantio | | | Na entrelinha de plantio | | |
| | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 0-10 | 10-20 | 20-30 |
| | ----- Lv cm ⁻² ----- | | | | | |
| Plantio direto | 0,55 | 0,17 | 0,27 | 0,35 | 0,40 | 0,18 |
| Arado de aiveca | 0,75 | 0,41 | 0,28 | 0,28 | 0,50 | 0,18 |
| Arado de discos | 0,46 | 0,32 | 0,41 | 0,12 | 0,30 | 0,23 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 0,48 | 0,36 | 0,17 | 0,47 | 0,56 | 0,18 |
| Grade pesada + arado de discos | 0,73 | 0,42 | 0,35 | 0,36 | 0,74 | 0,30 |
| Grade pesada | 0,95 | 0,64 | 0,19 | 0,38 | 0,40 | 0,34 |

* Na profundidade de 0-10 cm, na linha de plantio, embora com valor de F significativo, não se encontraram diferenças significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

também, que houve tendência de diminuição à medida que aumentou a profundidade de amostragem, exceto no tratamento que envolveu arado de discos e plantio direto, em que essa redução não foi tão nítida. Atribui-se isso à utilização de adubações localizadas, por ocasião do plantio, e em cobertura, aliadas a melhores condições de arejamento, que deram à planta condições adequadas para o desenvolvimento das raízes e para a nutrição, nessa profundidade.

Por outro lado, os valores da densidade radicular oriundos de amostragem feita nas entrelinhas de plantio (Quadro 2) tenderam a maior distribuição na profundidade de 10 a 20 cm.

Os dados de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na matéria seca das folhas do feijão das "águas" encontram-se no Quadro 3. As análises de variância não evidenciaram diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os sistemas de preparo do solo. Por outro lado, acusaram diferença significativa entre os sistemas de preparo do solo para altura das plantas, produção de palhada e de grãos ($P \leq 0,01$) e número médio de sementes por vagens ($P \leq 0,05$).

QUADRO 3 - Valores médios de N, P, K, Ca e Mg na matéria seca de folhas do feijão das "águas", nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Nitro- gênio | Fósforo | Potás- sio | Cálcio | Magné- sio |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------------|--------|---------------|
| Plantio direto | 4,48 | 0,48 | 2,50 | 1,03 | 0,51 |
| Arado de aiveca | 4,34 | 0,51 | 2,42 | 1,04 | 0,47 |
| Arado de discos | 4,29 | 0,52 | 2,52 | 1,01 | 0,49 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 4,14 | 0,48 | 2,33 | 1,02 | 0,48 |
| Grade pesada + arado de discos | 4,29 | 0,49 | 2,33 | 1,06 | 0,47 |
| Grade pesada | 4,19 | 0,44 | 2,17 | 1,08 | 0,49 |

* F não-significativo, a 5% de probabilidade, em relação aos elementos estudados.

Os resultados de altura das plantas (Quadro 4) mostraram que os tratamentos que envolveram os arados e a grade pesada, sucedida de aração, com aiveca ou discos, sobrepujaram aquele em que somente a grade pesada foi utilizada e não diferiram do sistema de plantio direto, que teve desempenho intermediário. Quanto ao número médio de sementes por vagem, o arado de aiveca forneceu valores superiores ao do plantio direto, mas não diferiram dos demais sistemas, com desempenho similar e intermediário.

Na produção de palhada (Quadro 4), as médias dos sistemas de arado de aiveca e grade pesada + arado, de aiveca ou discos, superaram as do plantio direto e da grade pesada, que não diferiram entre si. O arado de disco teve desempenho semelhante ao dos demais sistemas em que os arados foram envolvidos e não diferiu do sistema em que apenas a grade pesada foi testada, tendo, no entanto, superado o plantio direto. A produção de grãos teve a mesma tendência dos dados da produção de palhada.

3.2. Influência dos sistemas de preparo do solo sobre o cultivo do feijão da "seca", em consórcio com o milho

As análises de variância dos dados de densidade radicular do feijão da "seca",

QUADRO 4 - Valores médios das características do feijão das "águas", nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | "Stand" inicial | "Stand" final | Altura das plantas (cm) | Vagens por plantas | Sementes por vagem | Peso médio de 100 sementes (g) | Produção de palhada (kg/ha) | Produção de grãos (kg/ha) | Índice de colheita (t) |
|--------------------------------|-----------------|---------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Plantio direto | 106.500 | 106.812 | 48,90 ab | 4,42 | 3,57 b | 16,22 | 206,75 c | 137,25 c | 37,75 |
| Arado de aiveca | 108.625 | 105.375 | 51,72 a | 5,57 | 4,80 a | 16,70 | 343,00 a | 307,75 a | 47,00 |
| Arado de discos | 107.687 | 105.750 | 54,45 a | 6,80 | 4,42 ab | 16,42 | 308,50 ab | 262,25 ab | 45,75 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 113.875 | 113.375 | 51,72 a | 6,70 | 4,47 ab | 16,95 | 360,50 a | 330,50 a | 47,00 |
| Grade pesada + arado de discos | 110.625 | 106.437 | 53,97 a | 7,15 | 4,55 ab | 16,85 | 388,75 a | 343,25 a | 46,75 |
| Grade pesada | 106.562 | 101.312 | 41,37 b | 5,70 | 4,40 ab | 17,15 | 252,25 bc | 222,75 bc | 46,75 |

(*) Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

em consórcio com o milho, nas diferentes profundidades amostradas, nas linhas e entrelinhas de cultivo, revelaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os sistemas de preparo, na linha de plantio, no intervalo de 0 a 10 cm.

Os valores médios dos nutrientes na matéria seca, das características das plantas e da produção de grãos de feijão da «seca» estão nos Quadros 5 e 6. As análises de variância não revelaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os sistemas, para nenhuma característica estudada. Esses resultados discordam dos obtidos por GALVÃO *et alii* (4), que verificaram uma superioridade de 25% do plantio direto, na produção do feijão da «seca», em relação ao sistema convencional de cultivo.

QUADRO 5 - Valores médios de N, P, K, Ca e Mg na matéria seca de folhas do feijão da seca, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Nitro- gênio | Fósforo | Potás- sio | Cálcio | Magné- sio |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------------|--------|---------------|
| | ----- % ----- | | | | |
| Plantio direto | 6,04 | 0,48 | 3,04 | 1,96 | 0,76 |
| Arado de aiveca | 6,36 | 0,48 | 3,20 | 2,07 | 0,71 |
| Arado de discos | 6,24 | 0,46 | 3,25 | 2,02 | 0,69 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 6,27 | 0,45 | 3,42 | 2,10 | 0,73 |
| Grade pesada + arado de discos | 6,40 | 0,48 | 3,15 | 1,93 | 0,69 |
| Grade pesada | 6,13 | 0,44 | 3,20 | 1,93 | 0,71 |

* F não-significativo, a 5% de probabilidade, em relação aos elementos estudados.

Examinando o Quadro 7, verifica-se que a grade pesada tendeu a proporcionar maior valor médio de densidade radicular, tendo, no entanto, superado apenas a grade pesada, seguida do arado de discos. Contudo, os referidos sistemas não diferiram dos demais, que tiveram desempenho semelhante e intermediário.

Comparando as tendências do feijão da «seca» (Quadro 7) e feijão das «águas» (Quadro 2), nas linhas do cultivo, vê-se que os resultados foram semelhantes, evidenciando, mais uma vez, maior densidade das raízes na profundidade de amostragem de 0-10 cm, verificando-se redução da densidade com o aumento da profundidade. O tratamento que envolveu somente a gradagem pesada tendeu a apresentar maiores valores, o que não foi verificado nas amostragens realizadas nas entrelinhas de plantio, que mostraram que a densidade radicular no feijão das «águas» (Quadro 2) tendeu a aumentar nas profundidades de 0-10 a 10-20 cm, decrescendo na profundidade de 20-30 cm. Por outro lado, para o feijão da «seca» (Quadro 7), a densidade radicular tendeu a decrescer com a profundidade de amostragem.

Examinando os valores de produção do feijão das «águas» (Quadro 4) e comparando-os com os obtidos com o feijão da «seca» (Quadro 6), observa-se que o segundo revelou produções mais altas. Esse fato está associado ao aumento de população, de 120.000 pl/ha, no cultivo das «águas», para 300.000 pl/ha, no cultivo da «seca».

QUADRO 6 - Valores médios das características do feijão da "seca", nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | "Stand" inicial plantas/ha | "Stand" final | Altura das plantas (cm) | Vagens por planta (g) | Sementes por vagem (g) | Peso médio/100 grãos (g) | Produção de palhada (kg/ha) | Produção de grãos (kg/ha) | Índice de colheita (%) |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Plantio direto | 284.312 | 272.375 | 36,65 | 3,95 | 4,77 | 19,60 | 547,00 | 900,75 | 60,75 |
| Arado de aiveca | 261.687 | 280.312 | 34,95 | 4,02 | 4,75 | 18,77 | 555,00 | 962,25 | 63,75 |
| Arado de discos | 274.687 | 270.062 | 34,85 | 4,35 | 4,67 | 18,97 | 581,50 | 935,50 | 61,50 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 292.937 | 291.811 | 35,77 | 3,97 | 4,68 | 19,65 | 609,50 | 978,00 | 61,25 |
| Grade pesada + arado de discos | 276.562 | 263.687 | 34,90 | 4,25 | 4,45 | 19,80 | 587,75 | 949,50 | 61,75 |
| Grade pesada | 283.812 | 278.437 | 33,82 | 4,52 | 4,12 | 18,87 | 589,00 | 902,25 | 60,50 |

* F não-significativo, a 5% de probabilidade, em relação às características estudadas.

QUADRO 7 - Valores médios de densidade radicular, na linha e entrelinha de plantio do feijão da "seca", em diferentes profundidades do solo, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Profundidades do solo (cm) | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
| | Na linha de plantio | | | Na entrelinha de plantio | | |
| | 0-10(*) | 10-20 | 20-40 | 0-10 | 10-20 | 20-30 |
| | ----- Lv cm ⁻² ----- | | | | | |
| Plantio direto | 0,24 ab | 0,21 | 0,10 | 0,15 | 0,18 | 0,11 |
| Arado de aiveca | 0,52 ab | 0,13 | 0,14 | 0,19 | 0,18 | 0,13 |
| Arado de discos | 0,45 ab | 0,24 | 0,13 | 0,20 | 0,15 | 0,09 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 0,44 ab | 0,24 | 0,17 | 0,19 | 0,13 | 0,07 |
| Grade pesada + arado de discos | 0,17 b | 0,18 | 0,14 | 0,25 | 0,17 | 0,10 |
| Grade pesada | 0,63 a | 0,21 | 0,11 | 0,15 | 0,14 | 0,04 |

(*) As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.3. Influência dos sistemas de preparo do solo sobre o cultivo do milho em consórcio com o feijão

As análises de variância dos dados de densidade radicular do milho, nas diferentes profundidades amostradas, nas linhas e entrelinhas de plantio, mostraram diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre os sistemas estudados, nas entrelinhas de cultivo, na profundidade de 10 a 20 cm.

Verifica-se, pelo Quadro 8, que os valores de densidade radicular dos sistemas de grade pesada + arado de aiveca e grade pesada + arado de discos, na profundidade de 10-20 cm, nas entrelinhas de plantio, foram superiores aos dos sistemas de plantio direto, arado de discos e grade pesada. O arado de aiveca teve desempenho intermediário e não diferiu dos demais sistemas testados.

A tendência de maiores valores, nos sistemas que envolveram a grade pesada, sucedida de aração, com aiveca ou discos (Quadro 8), está, possivelmente, relacionada com a trituração e pré-incorporação dos resíduos orgânicos, proporcionando, dessa forma, condições adequadas de aeração e nutrição das raízes. Quanto ao arado de aiveca, a incorporação mais profunda de materiais orgânicos provavelmente forneceu condições adequadas para o desenvolvimento das raízes nessa profundidade, o que está de acordo com as observações de SALGADO *et alii* (9).

A densidade radicular dos tratamentos, nas diversas profundidades de amostragem, na linha de plantio (Quadro 8), diminuiu com o aumento da profundidade de amostragem, à semelhança do que ocorreu com o feijão das "águas" (Quadro 2) e da "seca" (Quadro 7). O arado de discos provocou redução menos acentuada na densidade radicular do milho. Nas entrelinhas de plantio, a densidade radicular do milho também diminuiu com a profundidade de amostragem, tendo o sistema que envolveu a grade pesada + arado de discos efeito menos pronunciado (Quadro 8).

No Quadro 9 encontram-se os teores dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) na ma-

QUADRO 8 - Valores médios de densidade radicular, na linha e entrelinha de plantio do milho, em diferentes profundidades do solo, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Profundidade do solo (cm) | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------|-------|--------------------------|---------|-------|
| | Na linha de plantio | | | Na entrelinha de plantio | | |
| | 0-10 | 10-20(*) | 20-30 | 0-10 | 10-20 | 20-30 |
| Plantio direto | 2,56 | 0,68 | 0,70 | 0,86 | 0,44 b | 0,29 |
| Arado de aiveca | 1,72 | 1,11 | 0,63 | 1,08 | 0,67 ab | 0,47 |
| Arado de discos | 0,93 | 0,88 | 0,42 | 0,95 | 0,52 b | 0,43 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 1,63 | 0,82 | 0,59 | 1,07 | 0,70 a | 0,52 |
| Grade pesada + arado de discos | 1,40 | 0,76 | 0,54 | 0,84 | 0,92 a | 0,41 |
| Grade pesada | 1,66 | 0,82 | 0,62 | 0,85 | 0,40 b | 0,43 |

(*) As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

téria seca das folhas do milho. A análise de variância mostrou haver diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos somente para o fósforo. Esses resultados contrastam com os verificados por MOURA (8), que não verificou efeito significativo de sistemas de manejo nos teores desse elemento químico.

Com relação aos teores de fósforo, apresentados no Quadro 9, verifica-se que o

QUADRO 9 - Valores médios de N, P, K, Ca e Mg na matéria seca de folhas do milho, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | Nitro- gênio | Fósforo(*) | Potás- sio | Cálcio | Magnê- sio |
|--------------------------------|-----------------|------------|---------------|--------|---------------|
| Plantio direto | 2,17 | 0,26 a | 1,97 | 0,50 | 0,45 |
| Arado de aiveca | 2,11 | 0,23 ab | 2,07 | 0,44 | 0,48 |
| Arado de discos | 1,93 | 0,22 ab | 2,06 | 0,42 | 0,43 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 2,19 | 0,24 ab | 2,04 | 0,47 | 0,48 |
| Grade pesada + arado de discos | 2,25 | 0,25 ab | 2,06 | 0,48 | 0,50 |
| Grade pesada | 1,70 | 0,21 b | 1,88 | 0,46 | 0,48 |

(*) As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

valor obtido no sistema de plantio direto foi superior ao de grade pesada, e estes não diferiram dos demais tratamentos, com desempenho semelhante ao intermedário. No Quadro 10 encontram-se os dados referentes às características estudadas na cultura do milho. A análise de variância acusou diferenças significativas entre os tratamentos, para altura das plantas, altura de inserção de espigas, peso das espigas ($P \leq 0,05$) e produção de palhada e de grãos ($P \leq 0,01$).

A respeito da altura das plantas, os dados verificados nos sistemas de arado de discos e grade pesada + arado de discos superaram os obtidos no tratamento que envolveu apenas a grade pesada. Todavia, estes não diferiram dos demais tratamentos, que tiveram desempenho semelhante. Com relação à altura de inserção de espigas, somente houve diferenças significativas entre os valores dos sistemas de arado de aiveca e a gradagem pesada.

Quanto ao peso das espigas, os tratamentos em que se testaram grade pesada + arado de aiveca e grade pesada + arado de discos não apresentaram diferenças entre si, tendo, contudo, superado a grade pesada. Entretanto, não sobrepujaram os sistemas que envolveram somente os arados, nem o plantio direto, com desempenho semelhante. Os resultados de produção de palhada tiveram a mesma tendência dos resultados de peso das espigas.

A produção de grãos (Quadro 10) foi também favorecida pelos sistemas que envolveram a grade pesada, sucedida de aração, com aiveca ou discos, que não diferiram entre si, mas foram significativamente superiores ao arado de aiveca e ao tratamento em que apenas a grade pesada foi testada. Porém, estes apresentaram desempenho similar ao do plantio direto e arado de discos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este ensaio foi conduzido em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico, na Estação Experimental de Coimbra, pertencente à Universidade Federal de Viçosa.

QUADRO 10 - Valores médios das características do milho, nos sistemas de manejo estudados (*)

| Sistemas de manejo | "Stand" inicial | "Stand" final | Altura das plantas (cm) | Altura de inserção espigas (cm) | Acamamento (%) | Número de espigas por ha |
|--------------------------------|-----------------|---------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------|
| | Plantas/ha | | | | | |
| Plantio direto | 39.812 | 38.000 | 215,00 ab | 109,50 ab | 10,50 | 43,500 |
| Arado de aiveca | 40.000 | 38.750 | 218,25 ab | 115,75 ab | 12,48 | 39,375 |
| Arado de discos | 39.875 | 38.687 | 222,50 a | 119,25 a | 10,50 | 42,062 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 39.750 | 38.750 | 219,75 ab | 115,50 ab | 12,08 | 45,437 |
| Grade pesada + arado de discos | 40.000 | 39.750 | 223,75 a | 116,50 ab | 8,44 | 41,500 |
| Grade pesada | 40.000 | 38.437 | 205,00 b | 101,25 b | 13,15 | 39,562 |

| Sistemas de manejo | Peso das espigas (kg/ha) | Peso médio de 100 grãos (g) | Rendimento das espigas (%) | Produção de | | Índice de espigas (%) | Índice de colheita (%) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------|------------|-----------------------|------------------------|
| | | | | palhada | grãos | | |
| kg/ha | | | | | | | |
| Plantio direto | 4931,25 ab | 26,72 | 83,48 | 4325,00 ab | 4100,00 ab | 1,14 | 48,00 |
| Arado de aiveca | 4737,50 ab | 25,17 | 81,59 | 4512,50 ab | 3866,75 b | 1,02 | 45,25 |
| Arado de discos | 4900,00 ab | 24,85 | 80,59 | 4600,00 ab | 3953,25 ab | 1,09 | 45,75 |
| Grade pesada + arado de aiveca | 5368,75 a | 26,70 | 78,75 | 4793,75 a | 4189,50 a | 1,14 | 45,75 |
| Grade pesada + arado de discos | 5837,50 a | 26,97 | 80,91 | 5093,75 a | 4675,25 a | 1,06 | 45,25 |
| Grade pesada | 4137,50 b | 24,75 | 80,94 | 3868,75 b | 3349,25 b | 1,03 | 46,50 |

(*) Em cada coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Objetivou-se estudar o efeito dos sistemas de plantio direto, arado de aiveca, arado de discos, grade pesada + arado de aiveca, grade pesada + arado de discos e grade pesada sobre as características e produção de grãos de milho e de feijão, no cultivo das "águas" e da "seca", no sistema associado.

Para estimar o comprimento das raízes, foram coletadas amostras no início do florescimento das culturas, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Na época do florescimento das plantas, de ambas as espécies e cultivos, foram coletadas amostras de folhas, para a análise de nutrientes na matéria seca.

Foi usado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições.

Os resultados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões:

a) a densidade radicular de ambas as espécies, à exceção do feijão das "águas", nas entrelinhas de plantio, decresceu à medida que aumentou a profundidade de amostragem;

b) os tratamentos não influenciaram significativamente o teor de nutrientes da matéria seca do feijão, em ambas as épocas de cultivo;

c) o plantio direto aumentou significativamente o teor de fósforo na matéria seca do milho, em relação à grade pesada;

d) ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de manejo, no tocante à produção de grãos do milho e do feijão das "águas", tendendo os sistemas de grade pesada, sucedida de aração, com arado, de aiveca ou de discos, a proporcionar maiores produções;

e) não ocorreram diferenças significativas entre os sistemas de manejo, no que tange aos caracteres da planta e à produção de grãos do feijão da "seca".

5. SUMMARY

(EFFECT OF PLOWING SYSTEMS ON INTERCROPPED MAIZE AND DRY BEAN)

The effect of different plowing systems on the characteristics and production of intercropped maize and beans, grown during the wet and dry seasons, was evaluated. Treatments consisted of no tillage, moldboard plowing, disk plowing, and heavy disk harrowing + moldboard plowing, heavy disk harrowing + disk plowing, heavy disk harrowing. The soil was a red-yellow cambic Podzol.

Root length was estimated by collecting samples at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm, at the beginning of flowering stage. As half of the plants flowered, leaf samples were harvested for determination of mineral composition. All treatments were done in four replicates.

Results indicated that root density of both plants, except bean planted between rows of maize during the wet season, decreased with depth. No significant difference was found in mineral composition as a result of plowing. No tillage treatment increased the phosphorus content in maize dry matter in relation to heavy disk harrowing. Significant differences were obtained in grain production during the wet season, with the tendency of heavy disk harrowing, and its combinations with moldboard plowing or disk plowing, to produce greater yields. No significant differences were found with respect to characteristics or production of beans during the dry season.

6. LITERATURA CITADA

1. DUARTE, A.O. *Situação da cultura do feijão em nove municípios da Zona da Mata de Minas Gerais*. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1977. 33 p. (Tese de M.S.).
2. FRANCIS, C.A. Frijol maiz: principios de la asociación y prioridades en la investigación. In: CURSO INTENSIVO DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1977. 13 p.
3. FRANCIS, C.A.; FLOR, C.A. & PRAGER, M. *Contrastes agroeconomicos entre el monocultivo de maiz y la asociación maiz-frijol*. Cali, Colômbia, CIAT, 1976. 23 p. (mimeog.).
4. GALVÃO, J.D.; RODRIGUES, J.J.V. & PURÍSSIMO, C. Sistemas de plantio direto e convencional, na cultura do feijão da "seca", em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 28(158):412-416, 1981.
5. MARSH, B. B. Measurements of lenght in randon arrangments of lines. *The Journal of Applied Ecology*, 8(1):265-267, 1971.
6. MEDINA, J.C. Aspectos gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, SP, 1972. *Anais ...* Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1972. v. 1. p. 3-106.
7. MENGEL, D.B. & BARBER, S.A. Development and distribution of the corn root system under field conditions. *Agronomy Journal*, 66 (3):341-344, 1974.
8. MOURA, A.A.B. *Efeito de sistemas de manejo na cultura do milho (Zea mays L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Cámbico distrófico, fase terraço*. Viçosa. UFV, Impr. Univ., 1981. 94 p. (Tese M.S.).
9. SALGADO, J.S.; FERNANDES, B.; SILVA, T.C.A. da & RESENDE, M. Comparação entre arados de aiveca e de discos no preparo do solo para a cultura do milho. *Revista Ceres*, 30(170):261-267, 1983.
10. VIEIRA, C.; AIDAR, H. & VIEIRA, R.F. Populações de plantas de milho e de feijão, no sistema de cultura consorciada, utilizadas na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 22 (122):282-290, 1975.