

EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO (CPATSA)

RELATÓRIO SOBRE OS RESULTADOS DO EXPERIMENTO
INFLUÊNCIA DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DO CAUPI EM
CONDIÇÕES DISTINTAS DE UMIDADE E ADUBAÇÃO

EXECUTORES:

Eliane Nogueira Choudhury

Clementino Marcos Batista de Faria

Arnóbio Anselmo de Magalhães

PETROLINA - PE

1983

dsacw

FOL
11770

RELATÓRIO DE PESQUISA COM VERMICULITA

A programação de pesquisa com vermiculita, em explorações agrícolas, foi iniciada na EMBRAPA/CPATSA, em 1979, visando principalmente o comportamento da vermiculita como condicionador de solo para aumentar a fertilidade e a retenção de água.

As pesquisas iniciais foram desenvolvidas com vermiculita tipos micron e super fina, em condições de laboratório, testando doses variando de 0 a 10% (com base em peso de solo) para avaliar seu efeito sobre a retenção de água e nutrientes, e em condições de campo, incorporada ao solo, em doses variando de 0 a 32 m³/ha e de 0 a 99 m³/ha, respectivamente, para as culturas de melão e tomate, visando redução no intervalo de irrigação e aumento de produção.

Os resultados obtidos não demonstraram influência sobre o intervalo de irrigação e, os aumentos de produções foram alcançados em doses elevadas, tornando sua utilização inviável, em função do preço atual de venda. Foi constatado, igualmente, um pequeno aumento na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo com o emprego da vermiculita.

Também foi abordado frente aos resultados obtidos, que a incorporação de vermiculita ao solo com implementos agrícolas, principalmente enxada rotativa, concorre para sua degradação, isto é, diminuição de sua superfície específica, acarretando redução sobre seus efeitos benéficos de aumento de retenção de água e nutrientes do solo.

Diante destas considerações, foi elaborado um plano experimental para estudar o tipo de vermiculita que apresenta melhor potencialidade em explorações agrícolas, com doses variando de 0 a 9 m³/ha, em "aplicações localizadas" em sulco de plantio, com distribuição manual e com dois regimes de irrigação. O Plano experimental de Influência da Vermiculita na Produção do Caupi em Condições Destintas de Umidade e Adubação, é apresentado a seguir.

METODOLOGIA RESUMIDA

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Amarelo, no Campo Experimental de Bebedouro, em Petrolina-PE. As características físico-químicas do citado solo são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Utilizou-se a cultura do caupi, (Vigna unguiculata (L.) Walp) variedade Pitiuba com espaçamento de 1 x 0,50 m.

O delineamento estatístico adotado foi de blocos ao acaso com duas repetições, em arranjo de parcela dividida, onde as parcelas principais eram constituídas de duas doses de água e as subparcelas formadas de cinco níveis de vermiculita combinados com três níveis de adubação, totalizando 15 subtratamentos.

Níveis das variáveis:

a) Doses de água:

- I_1 - Condições ótimas de umidade (Reposição da água igual às perdidas por evapotranspiração máxima).
- I_2 - Condições ótimas de umidade até 1 semana antes da floração e déficit hídrico durante a floração e formação de vagem, irrigando somente quando as plantas apresentarem sintomas de murchamento.

b) Doses de vermiculita super fina:

- V_0 - Ausência
- V_1 - 100 kg/ha \approx 1 m³/ha \approx 100 ml/m linear
- V_2 - 200 kg/ha \approx 2 m³/ha 200 ml/m linear
- V_3 - 300 kg/ha \approx 9 m³/ha 300 ml/m linear
- V_4 - 900 kg/ha \approx 9 m³/ha 900 ml/m linear

c) Doses de fertilizantes:

- F_0 - Ausência de adubação
- F_1 - 30 kg/ha de N, 20 kg/ha de P₂O₅ e 20 kg/ha de K₂O.
- F_2 - 60 kg/ha de N, 40 kg/ha de P₂O₅ e 40 kg/ha de K₂O

TABELA 1. Características físico-hídricas do Latossolo Vermelho-Amarelo (unidade 37 AA).

| Características | Profundidade (cm) | | | |
|---|-------------------|--------------|----------------|----------------|
| | 0-30 | 30-60 | 60-90 | 90-122 |
| Granulometria | | | | |
| Areia grossa (%) | 4 | 5 | 3 | 3 |
| Areia fina (%) | 87 | 81 | 79 | 76 |
| Silte (%) | 4 | 5 | 6 | 8 |
| Argila (%) | 5 | 9 | 12 | 13 |
| Classificação da Textura (USDA) | Areia | Areia Franca | Franco arenosa | Franco arenoso |
| Densidade aparente (g/cm ³) | 1,62 | 1,68 | 1,64 | 1,62 |
| Densidade real (g/m ³) | 2,72 | 2,74 | 2,74 | 2,82 |
| Porosidade total (%) | 40,4 | 38,7 | 40,1 | 42,6 |
| Capacidade de campo (%) | 8,94 | 9,00 | 9,20 | 9,00 |
| Retenção de água a 15 atm. (%) | 1,84 | 2,52 | 3,07 | 3,22 |
| Água disponível (cm) | 3,45 | 3,27 | 3,00 | 3,01 |

TABELA 2. Análise química do Latossolo Vermelho-Amarelo e da vermiculita super fina utilizada no experimento de caupi.

| Características químicas | Solo | Vermiculita |
|--------------------------------|------|-------------|
| pH em H ₂ O (1:2,5) | 6,5 | - |
| pH em H ₂ O (1:10) | - | 9,3 |
| Ca ²⁺ (meq/100 ml) | 1,9 | 1,3 |
| Mg ²⁺ (meq/100 ml) | 0,5 | 4,9 |
| Na ⁺ (meq/100 ml) | 0,01 | 0,07 |
| K ⁺ (meq/100 ml) | 0,22 | 0,33 |
| Al ³⁺ (meq/100 ml) | 0,05 | 0,00 |
| H ⁺ (meq/100 ml) | 0,48 | 0,00 |
| CTC (meq/100 ml) | 3,16 | 6,62 |
| CTC (meq/100 g) * | - | 44,4 |
| V (%) | 83 | 100 |
| P (ppm) | 27 | 17 |

* Por acetato de amônio 1,0 N pH 7,0.

A dose F_1 constitui o nível de adubação recomendada para o caupi conforme a análise de solo.

Usou-se a vermiculita tipo Super Fina. Efetuou-se uma análise química e determinação da CTC pelo método do acetato de amônio, sendo os dados apresentados na Tabela 2.

Por ocasião do plantio foi efetuado, por processo manual, a aplicação de vermiculita, em sulcos abertos e a uma profundidade de 20 cm na borda do sulco de irrigação. Em seguida cobriu-se a vermiculita com solo e aplicou-se todo o fósforo, potássio e um 1/3 do nitrogênio, ficando o adubo a uma profundidade 10 cm do solo e 10 cm, aproximadamente, acima da vermiculita.

As fontes dos nutrientes foram o sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Todas as parcelas foram sulcadas, mesmo as que não receberam vermiculita e/ou fertilizantes. Após o fechamento dos sulcos o feijão foi semeado. O restante do nitrogênio seria aplicado em cobertura 30 dias após o plantio.

No entanto, quando surgiram as plântulas, constatou-se a ocorrência dos fungos Rhizoctonia solani e Sclerotium rolfsii, que depois, de se comprovar a ineficiência de seu controle por meio químico, optou-se pela erradicação de todas as plantas 22 dias depois do semeador. Após cinco dias dessa operação, realizou-se novo plantio no mesmo local efetuado tratamento de sementes e solo com os produtos Triabendazol e PCNB, respectivamente. Depois de 20 dias do segundo plantio, fez-se a adubação nitrogenada em cobertura, adicionando-se 20% a mais dos 2/3 da dose inicialmente prevista, ficando assim, F_1 com um total de 36 kg/ha de N aplicado e F_2 com o dobro desta quantidade. O motivo do aumento da dose dessa adubação, foi para compensar alguma provável perda de nitrogênio por lixiviação no período entre o primeiro plantio e a adubação de cobertura, 47 dias.

Com relação a irrigação, o manejo foi baseado no armazenamento de água no solo e nos dados de evapotranspiração potencial, obtidas a partir da equação $ET_0 = E_v \times 0,51$ (Aragão 1975), onde E_v é a evaporação do tanque Classe A. Em função da evapotranspiração potencial

e dos coeficientes de cultivo (0,8; 1,2; 0,7 e 0,30) obtidos da FAO (1975) determinou-se a evapotranspiração real. Assim, quando as plantas consumiam, baseado na evapotranspiração real, 50% de água disponível realizava-se a irrigação. As lâminas d'água, intervalo e número de irrigações aplicadas no experimento, estão contidas na Tabela 3. As irrigações foram realizadas em sulcos fechados nivelados e com entrega de água medida volumetricamente.

Nos tratamentos com stress hídrico durante a floração e formação das vagens, as irrigações foram suspensas 8 dias antes da emissão das flores. Para a realização da última irrigação determinou-se a umidade do solo e a este aplicou-se uma lâmina de água suficiente para levá-lo a saturação. Este tratamento voltou a ser irrigado 25 dias depois, quando as plantas apresentavam murchamento, não sendo mais irrigado até a colheita.

Durante o período de déficit foram coletadas amostra de solo para determinação da umidade e, antes e após o déficit determinou-se a profundidade do sistema radicular.

Para verificar o armazenamento de água pela vermiculita, foram coletadas amostras de solo nos diferentes tratamentos, após uma irrigação de 20 mm. A coleta foi realizada no bordo do sulco onde foi aplicada a vermiculita e no bordo oposto do sulco sem vermiculita, ambos na profundidade de 0-30 cm. Como o volume de vermiculita no solo era relativamente baixo, procedeu-se a abertura de uma pequena trincheira para que a coleta de solo se realizasse com a vermiculita. Desta maneira foram coletadas amostras nos diferentes tratamentos.

Para observar a influência de vermiculita sobre o sistema radicular do caupi, foram abertas trincheiras ao lado das plantas aos 24 dias após a germinação e, determinada a profundidade máxima alcançada pelas raízes, como também a zona de maior concentração no final da colheita.

A produtividade foi avaliada pelo peso dos grãos com 13% de umidade.

TABELA 3. Manejo de irrigação na cultura do caupi com aplicação de adubação química e vermiculita em Latossolo Vermelho-Amarelo.

| Tratamentos | Lâmina líquida (mm) | Lâmina bruta (mm) | Intervalo médio de irrigação (dia) | Número de irrigações | Água total agrícola m ³ /ha |
|--|---------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|--|
| Sem stress hídrico no ciclo da cultura | 330 | 413 | 3,7 | 17 | 4.130 |
| Com stress hídrico na floração e formação de vagem | 222 | 277 | 3,9 | 12* | 2.770 |

* Durante o déficit hídrico foi realizado uma irrigação.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados de produção, e da análise estatística, (Tabela 4 e 5), mostram que não houve influência da adubação nem da vermiculita no rendimento do caupi. A falta de resposta do feijão à adubação é explicado pelos altos teores de potássio e fósforo disponíveis no solo (Tabela 2) e, pela fixação simbiótica de nitrogênio, considerando que foi constatado a presença de nódulos no sistema radicular das plantas. Caso não tenha ocorrido a fixação simbiótica de nitrogênio, deveria ter havido uma resposta da planta à adubação, tendo em vista que os solos desse local, bem como de toda região árida, via de regra, são deficientes em nitrogênio como consequência da pobreza em matéria orgânica. A utilização de uma gramínea, como planta teste, ao invés do feijão, provavelmente teria sido mais indicado para atender os objetivos do experimento relacionados com a fertilidade do solo dessa localidade.

Com relação a irrigação, ao serem estabelecidos os dois regimes, partiu-se do conhecimento de que durante o ciclo fenológico do feijão, um déficit hídrico nas fases de floração e formação de vagem reduziria a produção e, que a aplicação de diferentes doses de vermiculita contribuiria para aumentar o armazenamento de água, cujos efeitos se refletiriam na produção final ou outros parâmetros relativos a planta e ao solo. No entanto, a análise estatística dos dados de produção (Tabela 5) não revelou efeito significativo.

A ausência de resposta está ligada em primeiro lugar as pequenas doses de vermiculita aplicada. Estas não armazenam água suficiente para atender as necessidades hídricas da cultura. Isto pode ser explicado pelos dados contidos na Tabela 6. A análise desta, de mostra que a umidade do solo retida no bordo do sulco de irrigação com vermiculita não difere da umidade do bordo, sem vermiculita no mesmo sulco, após uma irrigação de 20 mm. Consequentemente, a presuposição de que a vermiculita nas doses mais elevadas armazenaria água para reduzir os efeitos do déficit hídrico no solo não se verificou.

TABELA 4. Produção do feijão caupi (kg/ha) em função dos níveis de vermiculita, fertilização e umidade do solo.

| Vermiculita (V) x Fertilidade (F) | Manejo de água | | Média |
|---|-----------------|-----------------|-------|
| | s/stress d'água | c/stress d'água | |
| $V_0 \times F_0$ | 1670 | 2093 | 1882 |
| $V_0 \times F_1$ | 1824 | 2166 | 1995 |
| $V_0 \times F_2$ | 2308 | 2136 | 2222 |
| $V_1 \times F_0$ | 1947 | 1955 | 1951 |
| $V_1 \times F_1$ | 2047 | 2202 | 2125 |
| $V_1 \times F_2$ | 2034 | 2121 | 2077 |
| $V_2 \times F_0$ | 1761 | 1894 | 1827 |
| $V_2 \times F_1$ | 1837 | 2239 | 2038 |
| $V_2 \times F_2$ | 1795 | 2216 | 2005 |
| $V_3 \times F_0$ | 1804 | 1977 | 1891 |
| $V_3 \times F_1$ | 2121 | 1875 | 1998 |
| $V_3 \times F_2$ | 2028 | 1870 | 1949 |
| $V_4 \times F_0$ | 1790 | 1927 | 1858 |
| $V_4 \times F_1$ | 1827 | 2154 | 1990 |
| $V_4 \times F_2$ | 2146 | 2159 | 2152 |
| Média | 1929 | 2065 | |

TABELA 5. Resumo da análise estatística dos dados de produção do caupi.

| F.V. | G.L. | Q.M. | Valor de F |
|--------------------|------|----------|------------|
| Repetição | 1 | 32,2 | 0,00 |
| Parcela | 1 | 279074,4 | 3,72 ns |
| Resíduo (a) | 1 | 75048,1 | |
| Subparcela | 14 | 50383,9 | 1,28 ns |
| Parc. x subparcela | 14 | 48261,5 | 1,22 ns |
| Resíduo (b) | 28 | 39435,5 | |

C.V. (a) = 13,7%; C.V. (b) = 9,9%.

TABELA 6. Dados de umidade do solo em sulco com aplicação de vermiculita super fina 24 horas após uma irrigação.

| Tratamentos | Umidade % | |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | Borda do sulco c/ vermiculita | Borda do sulco s/ vermiculita |
| V ₀ F ₀ | 8,78 | 7,95 |
| V ₀ F ₂ | 10,09 | 9,48 |
| V ₁ F ₀ | 7,68 | 7,85 |
| V ₁ F ₂ | 6,99 | 7,45 |
| V ₂ F ₀ | - | - |
| V ₂ F ₂ | 8,33 | 9,07 |
| V ₃ F ₀ | 9,00 | 8,30 |
| V ₃ F ₂ | 9,78 | 8,96 |
| V ₄ F ₀ | 9,48 | 8,86 |
| V ₄ F ₂ | 8,60 | 8,91 |

Outro aspecto que explica a não diferenciação entre os dois regimes de irrigação estão vinculados ao ciclo da cultura, relativamente curto, e ao manejo de água usado. Isto é, de acordo com o ciclo fenológico do caupi (Tabela 7) e a metodologia usada para definição das irrigações, foi estabelecido que o tratamento a ser submetido a déficit, seria irrigado, aproximadamente, oito dias antes do florescimento com uma lâmina de água suficiente para saturar o solo. Consequentemente, 40 dias após o plantio foi realizada a referida irrigação. A lâmina aplicada deixou o solo, 24 horas após a irrigação, com umidade de 11,12% (próximo a saturação). No entanto, 42 dias após o plantio foi efetuada uma amostragem do solo, apresentando 6,4% de umidade que de acordo com a fenologia do feijão, Tabela 7, corresponde ao início da formação de vagem.

Constatou-se somente após a amostragem de solo realizada aos 52 dias após o plantio, uma umidade de 2,88% (-1 atm) e que corresponde no ciclo de cultura a 50% de formação de vagem. Pelos dados de amostras de solo somente a partir de 50% da formação da vagem é que a planta sofreu um stress hídrico. Durante o déficit hídrico o sintoma de murchamento manifestou-se somente aos 65 dias após o plantio, sendo aplicado em função de umidade do solo 2,1% (-2 atm) uma lâmina de água suficiente para elevar o solo a capacidade de campo. Constatou-se, assim, que a metodologia de manejo de água não foi a mais adequada. Porém, é conveniente ressaltar que embora tivesse sido usado uma metodologia mais adequada, as doses de vermiculita, não teriam sido suficiente para reduzir os efeitos de um déficit hídrico como foi visto anteriormente (Tabela 4).

Os dados de observação do sistema radicular do caupi (Tabela 8) nos diferentes tratamentos, também, pode explicar a não influência de vermiculita sobre o manejo de irrigação. Isto é, nos 10 tratamentos observados de vermiculita versus adubação e nos manejos de água com stress hídrico e sem stress hídrico, constatou-se que a maior concentração do sistema radicular ocorreu nas profundidades médias de 19 cm e 16,0 cm, respectivamente. Verifica-se que a vermiculita ficou localizada abaixo da zona de maior concentração do sistema radicular.

TABELA 7. Fenologia do caupi cultivado sob regime de irrigação no Trópico Semi-Árido em Latossolo Vermelho-Amarelo.

| Fases da cultura | Datas | Dias | Dias acumulado |
|----------------------------|----------|------|----------------|
| Data plantio | 24.08.83 | 0 | 0 |
| Germinação (95%) | 29.08.83 | 5 | 5 |
| Desbaste | 09.09.83 | 11 | 16 |
| Floração (início = 9%) | 05.10.83 | 26 | 42 |
| Floração (50%) | 10.10.83 | 5 | 47 |
| Formação de vagem (início) | 10.10.83 | - | - |
| Formação de vagem (50%) | 15.10.83 | 5 | 52 |
| Maturação (início) | 28.10.83 | 13 | 65 |
| Colheita | 09.11.83 | 12 | 77 |

TABELA 8. Desenvolvimento do sistema radicular do caupi cultivado com aplicação de vermiculita e adubação química em Latossolo Vermelho-Amarelo, sob regime de irrigação após a colheita*.

| Tratamentos | Com stress hídrico na floração e formação de vagem | | | Sem stress hídrico no ciclo da cultura | | |
|-------------------------------|--|---|--------------------------|--|---|--------------------------|
| | Crescimento vertical | | Crescimento lateral (cm) | Crescimento vertical | | Crescimento lateral (cm) |
| | Profundidade atingida (cm) | Profundidade de maior concentração (cm) | | Profundidade atingida (cm) | Profundidade de maior concentração (cm) | |
| V ₀ F ₀ | 26,8 | 18,8 | 32,8 | 21,8 | 15,8 | 37,7 |
| V ₀ F ₂ | 39,8 | 18,3 | 44,5 | 23,0 | 15,5 | 30,8 |
| V ₁ F ₀ | 41,7 | 17,8 | 33,3 | 23,0 | 16,5 | 33,7 |
| V ₁ F ₂ | 27,0 | 18,5 | 48,0 | 23,0 | 19,0 | 39,7 |
| V ₂ F ₀ | 32,3 | 17,5 | 24,3 | 28,0 | 14,5 | 38,0 |
| V ₂ F ₂ | 31,2 | 19,1 | 28,2 | 29,8 | 15,5 | 31,7 |
| V ₃ F ₀ | 24,7 | 17,3 | 44,8 | 20,5 | 13,5 | 22,0 |
| V ₃ F ₂ | 26,3 | 18,3 | 34,3 | 22,5 | 15,8 | 25,7 |
| V ₄ F ₀ | 33,5 | 18,5 | 36,3 | 24,8 | 15,5 | 35,7 |
| V ₄ F ₂ | 31,3 | 22,3 | 35,0 | 25,7 | 16,5 | 38,5 |

*Observação do sistema radicular de 8 plantas

Convém salientar que nas observações realizados sobre o sistema radicular, constatou-se que em virtude das pequenas quantidades de vermiculita aplicadas nem sempre, o plantio foi estabelecido sobre a vermiculita. Por outro lado, observou-se 30 dias após o plantio que, nos tratamentos V_0F_2 , V_1F_2 , V_2F_2 , V_3F_2 e V_4F_2 a profundidade máxima atingida pelo sistema radicular foi de 14 cm e nos tratamentos V_0F_0 , V_1F_0 , V_2F_0 , V_3F_0 e V_4F_0 as raízes chegaram a 12 cm. Consequentemente, até o referido estágio, a vermiculita não interferiu no desenvolvimento do caupi.

Pelo fato da análise de variância, Tabela 5, ter revelado nenhum acréscimo de produtividade pelo uso da vermiculita, procedeu-se a análise econômica simulando-se os preços da vermiculita, por m^3 (Cr\$ 5.000,00; Cr\$ 10.000,00; Cr\$ 15.000,00; Cr\$ 20.000,00; Cr\$ 25.000,00 e Cr\$ 30.000,00). Apropriaram-se também os custos de transporte de Cr\$ 2.200,00/ m^3 por ser considerada a vermiculita oriunda do município de Afrânio-PE, a mais próxima do local do experimento e de aplicação Cr\$ 2.500,00/ha. Considerando-se o preço do caupi (Cr\$ 750,00/kg), calcula-se para cada dose e preço simulado da vermiculita, o correspondente acréscimo de produtividade, necessário para cobrir os custos decorridos com tal insumo (acréscimo de receita = acréscimo de custo).

Esta análise econômico, por simulação, Tabela 9, mostra que a produtividade do caupi, usando-se a vermiculita, teria que aumentar 13 kg/ha (primeira dose e primeiro preço simulado) até 380 kg/ha (última dose e último preço simulado), no mínimo, para fazer face aos custos do insumo.

TABELA 9. Análise econômica do uso de vermiculita na produção do feijão caupi no município de Petrolina-PE, 1983.

| Preço da vermiculita (Cr\$/m ³) | Acréscimo de | Doses de vermiculita (m ³ /ha) | | | | |
|---|------------------------|---|--------|--------|--------|---------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 9 |
| 5.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 9.700 | 16.900 | 24.100 | 67.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 12,9 | 22,5 | 32,1 | 89,7 |
| 10.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 14.700 | 26.900 | 39.100 | 112.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 19,9 | 35,8 | 52,1 | 149,7 |
| 15.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 19.700 | 36.900 | 54.100 | 157.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 26,3 | 49,2 | 72,1 | 209,7 |
| 20.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 24.700 | 46.900 | 69.000 | 202.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 32,9 | 62,5 | 92,1 | 269,7 |
| 25.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 29.700 | 56.900 | 84.100 | 247.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 39,6 | 75,8 | 121,1 | 329,7 |
| 30.000 | Custo (Cr\$/ha) | 0 | 34.700 | 66.900 | 99.100 | 292.300 |
| | Produtividade* (kg/ha) | 0 | 46,3 | 89,2 | 132,1 | 389,7 |

* Acréscimo mínimo de produtividade necessário para cobrir os custos decorridos com o uso de vermiculita.