

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA "IN SITU", I: COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA¹

Aderaldo de Souza Silva²

Everaldo Rocha Porto³

Luiza Teixeira de Lima Brito⁴

Marco Almiro Resende Monteiro²

RESUMO - Em experimento conduzido nos anos agrícolas de 1982 a 1985, no campo experimental de manejo da Caatinga, EMBRAPA-CPATSA, avaliou-se três sistemas de captação de água de chuva "in situ", métodos: Guimarães Duque, CP-México e Sulcos e Camalhões, em curva de nível, comparando-os como sistema tradicional de preparo do solo e plantio, em covas e no plano. O delineamento foi em blocos ao acaso com oito repetições, instalado em escala operacional. As condições climáticas influenciaram ao nível de 1,0% de probabilidade sobre a produtividade do caupi, e a interação clima x tratamento foi significativa ao nível de 5,0% de probabilidade. Nos anos de precipitações pluviométricas espaço-temporais irregulares, fato comum na região semi-árida brasileira, os métodos apresentaram um incremento máximo na produtividade do caupi de 50,5% e nos anos agrícolas de distribuições regulares de 16,9%, significativos aos níveis de 13,95% e 1,69%, respectivamente.

¹ Contribuição do Convênio EMBRAPA-CPATSA/SUDENE-PAPP/BNDES-Finsocial/PNP-Aproveitamento dos Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Trópico Semi-Árido.

² Eng. Agr. M.Sc., em Irrigação e Drenagem, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina, PE.

³ Eng. Agr., Ph.D., em Ciência de Solo e Água, EMBRAPA-CPATSA.

⁴ Enga. Agrícola, EMBRAPA-CPATSA.

O método Guimarães Duque proporcionou maior rendimento em média 16,6% em relação à Testemunha e os incrementos máximos proporcionados na produtividade foram de 50,5; 11,6; 11,4 e 16,2% para os anos agrícolas de 1982, 1984 e primeiro e segundo plantio de 1985, respectivamente. O custo máximo da tecnologia corresponde às práticas agrícolas de locação de curvas de nível, aração, gradagem e sulcamento.

Termos de indexação: manejo de solo e água, métodos Guimarães Duque, CP-México, Sulcos e Camalhões, sistema tradicional de plantio, agricultura de sequeiro.

"IN SITU" RAIN WATER HARVESTING: COMPARISON OF METHODS FOR THE BRAZILIAN SEMI-ARID TROPICS

ABSTRACT - Three "in situ" rainwater harvesting methods were evaluated in an experiment carried out at the Caatinga Management Experimental Station (EMBRAPA-CPATSA) for four cropping seasons (from 1982 to 1985). The methods were: (1) Guimarães Duque, (2) CP-México, and (3) broadbed-furrows. They were also compared to the traditional flat planting. The experiment, designed in randomized blocks with eight replications of each treatment, was conducted in an operational scale. Climatic conditions strongly affected ($P < 0.01$) the cowpea yield. There was a significant ($P < 0.05$) climate x treatment interaction. In those years of irregular rainfall, very common in the region, the maximum increase in cowpea yield achieved by the nontraditional methods was 50.5%. In those years of regular rainfall cowpea yield was 16.9% higher. These increases were significant at 13.9 and at 1.6% levels, respectively. The Guimarães Duque methods achieved the highest mean yield. Increase in productivity were 50.5, 11.6, 11.4 e 16.2% for 1982,

1984, first and second 1985 crops, respectively. The major cost of the technology correspond to the line curves location and to the plowing, harrowing, and furrow making operations.

Index terms: soil and water conservation, methods
Guimarães Duque, CP-México, Broadbed-
furrows, traditional flat planting, rainfed
agriculture.

INTRODUÇÃO

O longo período de seca que ocorreu na última década nas Ilhas Britânicas, Oeste dos Estados Unidos, Norte da África e no Oriente Médio, e o de 1979 a 1983 no Nordeste do Brasil, evidencia a dimensão do problema e a constante necessidade de se considerar o aproveitamento racional dos recursos hídricos para fins de regularização e incremento da produção de alimentos básicos, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas.

A exploração agropecuária do semi-árido nordestino, conforme praticada atualmente, é inadequada ao atingimento das aspirações sócio-econômicas de sua população, até mesmo à sua mera sobrevivência em período de crise como tem sido comprovado nos últimos anos (Queiroz 1974).

A avaliação econômica, projetada para 5 anos, de tecnologias em Sistemas Integrados de Produção (SIP) de pequenas propriedades agrícolas na região de Ouricuri, PE, tem demonstrado que a taxa interna de retorno no sistema tradicional é baixa, entre -0,2 a 11,8%. Quando no sistema em uso se introduz novas alternativas tecnológicas adaptadas à região, esta taxa é alta e tem atingido intervalos de 6,4 e 28,9% em relação a porcentagem de ocorrência dos benefícios líquidos ou saldos da propriedade (Doraswamy et al. 1985)

As técnicas de captação de água de chuva "in situ", através de sulcos modificados em nível, foram desenvolvidas para estabilizar e/ou incrementar a produção de alimentos em áreas de baixa precipitação, até então consideradas marginais (Anaya 1977, 1982, Cluff & Frobel 1978, Silva & Anaya, 1979).

Segundo Lal et al 1984, as idéias de uso de técnicas para minimizar o efeito da irregularidade na distribuição das chuvas sobre a produção agrícola, datam da década de 30. Em 1936, no município de Pilar PB, foi confirmada, experimentalmente, a necessidade de usar técnicas de conservação de água de chuva, uma vez que as áreas deixadas em pousio retinham maior porcentagem de umidade.

A primeira técnica de captação de água de chuva "in situ" adaptada às condições semi-áridas brasileira, foi denominada Método Guimarães Duque de Lavoura Seca, desenvolvida pelo Instituto Nordeste para o Fomento de Algodão e Oleaginosas (INFAOL). O método constituía-se de sulcos e camalhões em nível, era específico para a cultura do algodão arbóreo e permitiu um incremento na produtividade superior a 100%. (INFAOL 1973).

Em 1980 o CPATSA introduziu e intensificou suas pesquisas em técnicas de captação de água de chuva "in situ", como: Método CP-México, Método Sulcos e Camalhões e o Método Guimarães Duque, que foi modificado para a exploração agrícola tanto em culturas perenes como em anuais (Silva & Porto 1982).

A avaliação desses três métodos em comparação ao sistema tradicional de plantio "no plano", foi objeto deste trabalho, considerando os diferentes fatores de produção e de conservação de água e solo, em Petrolina, PE, região considerada muito árida (Hargreaves 1974).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Manejo da Caatinga - CPATSA, em Petrolina, PE (Latitude $09^{\circ}05'S$, Longitude $40^{\circ}24'W$, Altitude 379 m), nos anos de 1982 a 1985. O solo da área experimental é um podzólico-planossólico, amarelo-arenoso (Riché s.d.) cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos de três métodos de captação de água de chuva "in situ" Guimarães Duque; CP-México; Sulcos e Camalhões; e o sistema tradicional de plantio, no plano, como Testemunha.

Descrição dos tratamentos

Guimarães Duque - Consistiu na modificação da superfície do terreno, de maneira a formar um plano inclinado entre dois sulcos sucessivos, comumente denominados camalhões, que funcionou como Área de Captação (Ac) da água de chuva, os sulcos em curva de nível tiveram profundidade média de 0,25m, espaçamento de 1,5m correspondente a bitola do trator de pneus utilizado, e 250m de comprimento.

Neste método a parte mais alta da Ac serviu de Área de plantio (Ap) e sua área limite com o sulco, como Área de armazenamento (Ar) da água de chuva proveniente da Ac. A relação entre a Ac e Ap foi de 1:1 (Fig. 1A).

Na implantação de método usou-se um arado reversível sem o disco dianteiro, acoplado a um trator de pneus, que trabalhou em terceira reduzida com aceleração média de 1600 rpm.

TABELA 1. Características físicas e químicas do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	Textura (%)			Densidade				Umidade (%)		C.E.
	Areia	Silte	Argila	Aparente (g/cm³)	1/3 atm	15 atm	mmhos/cm			
0-10	80	13	7	1.53	7.13	3.02	0.47			
10-20	84	8	8	1.67	7.59	3.04	0.56			
20-30	75	13	12	1.59	11.34	4.06	0.39			
30-40	60	13	27	1.64	16.18	7.95	0.25			
40-50	51	16	33	1.58	20.28	9.03	0.18			
50-60	47	15	38	1.65	19.26	9.52	0.15			
60-70 100+	46	14	40	1.70	19.30	9.77	0.17			

Profundidade (cm)	pH	Ca+Mg	Na	K	S	H+Al	T	V	Al	P	Materia
	(H ₂ O)							(%)	meq	ppm	Orgânica
0-10	4.6	1.7	0.03	0.37	2.10	2.06	4.16	50	0.50	5.47	0.76 36
10-20	4.0	1.5	0.04	0.18	1.72	2.64	4.36	39	0.95	2.88	0.59 34
20-30	4.0	1.5	0.04	0.29	1.83	2.72	4.55	40	1.25	2.88	0.36 35
30-40	4.3	2.0	0.08	0.20	2.28	3.46	5.74	40	1.70	0.48	0.33
40-50	4.5	4.2	0.10	0.18	4.48	3.21	7.69	58	1.50	0.29	-
50-60	4.6	5.4	0.14	0.15	5.69	2.64	8.33	68	1.05	0.38	-
60-70 100+	4.9	6.0	0.18	0.13	6.31	2.22	8.53	74	0.65	0.48	-

CP-México - A diferença básica deste método para o Guimarães Duque foi apenas com relação aos implementos usados para confeccionar os sulcos e as áreas de captação, que foram sulcadores (bico de pato) e uma lâmina-enleiradora parafusada aos mesmos furos do corpo sulcador, em diagonal à direção de deslocamento do equipamento. Uma outra diferença era a não reversibilidade do equipamento (Fig. 1A).

W Sulcos e Camalhões - Neste método utilizou-se sulcadores tipo bico de pato. Entre as hastes dos dois sulcadores prendeu-se três pedaços de corrente de 2,5m, cujos elos tinham 1/4 de polegada de diâmetro, visando destorroar o solo e dar uma melhor uniformização no camalhão destinado ao cultivo, entre os dois sulcos consecutivos (Fig. 1B).

Os camalhões tiveram superfície côncava de 1,0m de largura em média e foram delimitados lateralmente por sulcos de 0,25m de profundidade e 0,3m de largura, com espaçamento total entre sulcos de 1,5m e 250m de comprimento, à semelhança dos métodos anteriores.

Plano - Considerou-se como Testemunha, o método de exploração em uso pelos produtores, ou seja, o sistema de plantio no plano e em covas (Figura 1C).

Antes da instalação do experimento a área apresentava uma vegetação natural de caatinga, que foi desmatada, destocada, arada e gradeada. Foram necessárias duas horas-máquina por hectare na implantação dos sulcos de captação de água de chuva "in situ", que permaneceram inalterados nos quatro anos do experimento, sendo feita sua manutenção durante as capinas. Os tratamentos foram em faixas de 18m x 250m, em nível, separados por drenos coletores de água de 3,0m x 260,0m.

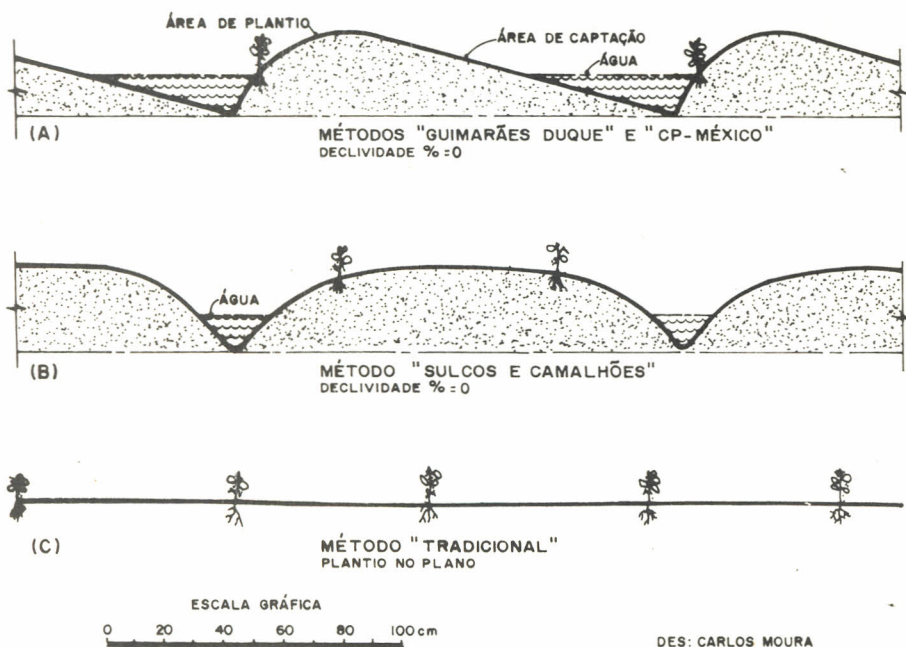


FIG. 1. Métodos de captação de água de chuva "in situ" e o sistema tradicional de plantio no plano.

Cada tratamento consistiu de três fileiras de 4,5m de largura e 250m de comprimento. Enquanto as parcelas tinham três fileiras de 10m de comprimento. A área útil da unidade experimental foi a fileira central.

Os plantios foram realizados em 19/03/82, 12/03/84, 09/01/85 e 15/04/85, correspondendo aos quatro ciclos de cultivo, efetuados através de plantadeiras manuais com espaçamento médio entre plantas de 0,33m. Por ocasião do desbaste deixou-se duas plantas por cova.

O controle de ervas daninhas foi através de capinas manuais, duas em cada ciclo vegetativo e duas pulverizações com Monocrotophós para combater a cigarrinha.

Foram realizadas amostragens de solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60cm no ano agrícola de 1982, e nos demais as camadas foram de 0-15, 15-30 e 30-45cm, para determinação do teor de umidade em base ao peso seco ($105-110^{\circ}\text{C}$), pelo processo gravimétrico.

Os dados de precipitação e evaporação foram obtidos na Estação Meteorológica instalada a 200m da área experimental.

O rendimento obtido a 13% de umidade do grão foi analisado estatisticamente através da análise da variância, na qual foi feita uma decomposição dos graus de liberdade para tratamento, utilizando-se contrastes ortogonais para testar efeito da testemunha, em relação aos demais tratamentos, e do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade para a comparação das médias (Federer 1967).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo de cultivo foi agrupado em quatro fases fenológicas, 1) germinação de 1 aos 10 dias; 2) desenvolvimento vegetativo de 11 aos 30; 3) floração de 31 aos 60; e 4) maturação de 61 aos 80 dias após o plantio, conforme ciclo fenológico do Caupi determinado por Pires (1982). Também relacionou-se as precipitações e evaporações diárias, teores de umidade do solo, como se observa na Figura 2.

Os resultados de precipitação durante os quatro ciclos demonstraram que 51,01; 51,46; 18,64 e 15,43% destas, ocorreram durante a germinação e que 38,9; 33,78; 36,6; e 39,73% no desenvolvimento vegetativo e 6,21; 11,31; 28,41 e 40,57% na floração e 3,87; 3,44; 16,3 e 4,26% na maturação, respectivamente. Enquanto ocorreram 6,25; 2,5; 3,75 e 8,75% de dias secos na germinação; 18,75; 8,75; 15,0 e 16,25% no desenvolvimento vegetativo; 35,06; 27,5; 22,5; e 23,75% na floração e 21,25; 20,0; 15,0 e 18,75% na fase de maturação, respectivamente.

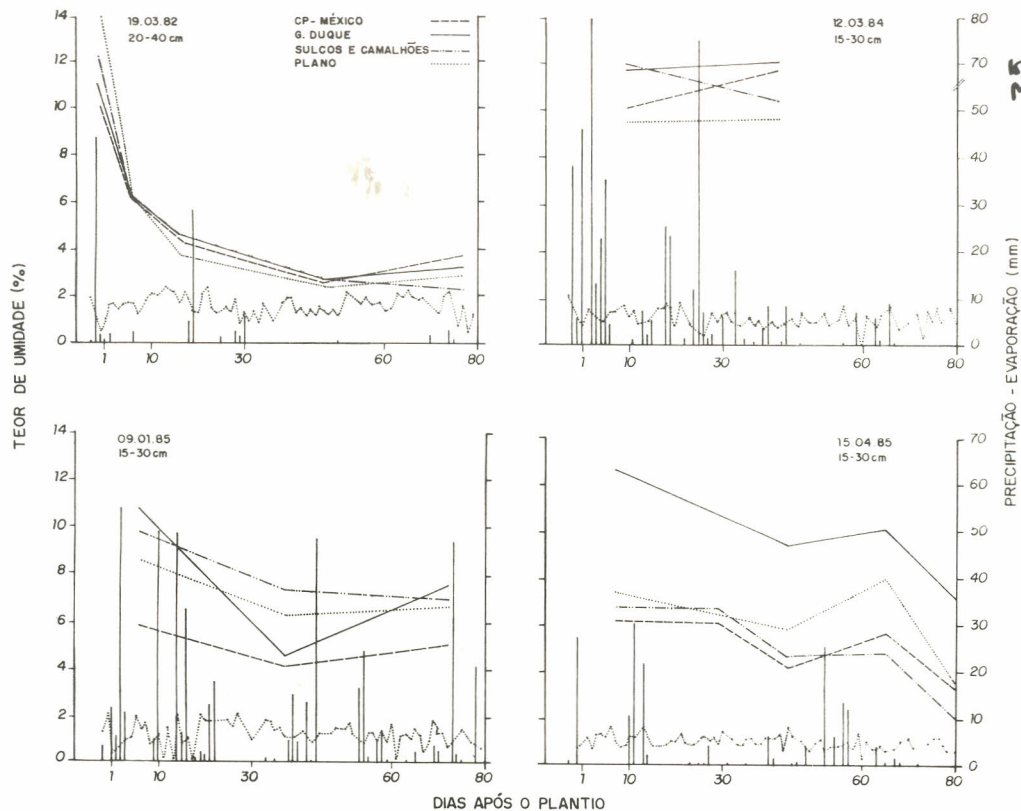


FIG. 2. Distribuição de umidade do solo (%), precipitação e evaporação (mm) em diferentes métodos de captação de água de chuva "in situ" em quatro ciclos do caupi.

Uma análise dos dias chuvosos e secos (Fig. 2) mostra que durante o ano agrícola de 1982 o cultivo do caupi teve 81,25% de dias secos no ciclo. Em 1984 teve 58,75% de dias secos, com resultados similares em 1985, primeiro plantio. Já no segundo plantio do mesmo período ocorreram 67,5% de dias secos.

As evaporações totais do Tanque Classe "A" ocorridas durante os quatro ciclos de cultivo foram de 618,8; 459,5; 472,8 e 396,6mm, respectivamente, apresentando variações nas fases de cultivo (Figura 2).

A distribuição de umidade do solo no tempo e profundidade de 0-30 cm foi diferente para os quatro métodos estudados, sendo maior a conservação de água nos métodos Guimarães Duque e CP-México. Entretanto os resultados encontrados através de amostras gravimétricas não permitiram identificar diferenças significativas entre eles.

Considerando os anos agrícolas e a variação dos teores de umidade médios nos diferentes métodos de captação (Figura 2), observa-se que no primeiro ciclo, correspondente a 1982, no início da fase fenológica de germinação, estes teores estiveram entre 10 e 14% de umidade. Na fase de desenvolvimento vegetativo, floração e maturação variaram entre 4,2 e 5,0%; 3,0 e 4,0%; 2,2 e 3,0%, respectivamente. No ciclo de 1984 somente foi possível determinar os teores de umidade na germinação e desenvolvimento vegetativo, com valores médios encontrados de 9,0 a 12% e 10 a 12% para as duas fases. No ciclo de 1985, primeiro plantio, na fase de germinação o teor de umidade esteve entre 6,0 e 11%, no desenvolvimento vegetativo, floração e maturação entre 4,0 e 8,0%; 4,5 e 7,0%; e 4,0 e 7,5%, respectivamente. No segundo plantio do mesmo ano agrícola a porcentagem de umidade na fase de germinação encontrava-se entre 6,0 e 12,5%; no desenvolvimento vegetativo entre 6,5 a 11% na floração de 4,5 a 10% e na maturação entre 2,0 e 7,0%.

A variabilidade espaço-temporal das precipitações pluviométricas, dos teores de umidade no solo e das evaporações ocorridas em cada fase fenológica tiveram influência na germinação e replantio, com conseqüências na produção de grãos em cada ciclo agrícola e na interação ciclo "versus" sistemas de captação de água de chuva "in situ".

Observa-se na Tabela 2 que em 1982 o teste "F" apresentou diferenças significativas aos níveis de 13,95 e 6,35% de probabilidade, respectivamente, para os tratamentos e para o contraste ortogonal que testa o efeito dos métodos de captação de água de chuva "in situ", em relação à testemunha, e pelo teste de médias verifica-se que o método Guimarães Duque foi superior estatisticamente ao Plano. Este ano foi considerado extremamente irregular para fins agrícolas (Amorim Neto 1985), com 89,91% do total da chuva (Figura 2) ocorrendo nos primeiros 30 dias após o plantio.

A análise de variância demonstrou em 1984 um efeito significativo (1,69%) entre os tratamentos, sendo que o Plano não diferiu significativamente dos métodos de captação de água de chuva "in situ" e os métodos CP-México e Guimarães Duque foram superiores estatisticamente ao método Sulcos e Camalhões. No primeiro e segundo plantios de 1985 não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

No segundo plantio de 1985, apesar da baixa precipitação ocorrida, semelhante a 1982, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2), fato explicado por uma distribuição pluviométrica, (Figura 2), mais regular, com ocorrência de chuvas no período mais crítico da cultura (fase compreendendo de 31 aos 60 dias após o plantio). Nesta, a contribuição pluviométrica em 1982 totalizou 6,1mm, enquanto em 1985 foi de 72,3mm.

TABELA 2. Produtividade média (kg/ha) do Caupi e análise de variância dos métodos de captação de água de chuva "in situ".

Tratamentos	1982	1984	1985 ¹	1985 ²
2. Guimarães Duque	385,60a	926,50a	966,50	490,75
3. CP-México <i>Amarelo Brasil</i>	345,00ab	970,13a	790,13	381,13
4. Sulcos e Camalhões	302,80ab	688,50 b	947,50	389,13
4. Plano	256,20 b	830,00ab	867,63	422,25
5. <i>Amarelo Brasil</i>				
Média	322,40	853,78	892,94	420,81
Probabilidade F	0,1395	0,0169	0,1916	0,1477
C.V. (%)	25,93	20,03	19,47	23,83
Contraste ³	0,0635	0,6544	0,6393	0,9631

¹Primeiro plantio

²Segundo plantio

³Nível de significância de "F" no contraste ortogonal do plano em relação aos demais tratamentos.

Médias seguidas de letras iguais (colunas) não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

organizar de acordo com a precipitação

Resultados semelhantes foram obtidos por Kampen & Krantz (s.d.), que não encontraram diferenças significativas entre vários sistemas de sulcos modificados quando comparados ao cultivo no plano, em solos argilosos, muito embora tenham encontrado incrementos nos rendimentos para os tratamentos com a técnica de captação de água de chuva "in situ". Segundo ICRISAT (1980), o sistema de sulcos e camalhões espaçados de 1,5m, em vertissolos profundos, favoreceu o estabelecimento do cultivo e incrementou o rendimento do caupi. Tovar (1977), também encontrou incremento no rendimento de grão para o método CP-México, quando comparado com o sistema tradicional de plantio.

O método Guimarães Duque proporcionou o maior rendimento, em média 16,6%, em relação ao plantio no plano (Figura 3), e os incrementos máximos proporcionados na produtividade foram de 50,5; 11,6; 11,4 e 16,2%, respectivamente, para os anos de 1982, 1984 e primeiro e segundo plantios de 1985.

Verifica-se um efeito altamente significativo para os ciclos (Tabela 3), demonstrando a influência das condições climáticas na produtividade do Caupi. A interação entre os ciclos e os tratamentos apresentou um efeito significativo de 5,0%, confirmando a importância do clima no estudo comparativo de métodos de captação de água de chuva "in situ". O comportamento dos tratamentos obedeceu a um efeito cúbico.

A produtividade está diretamente relacionada com a precipitação total (Figura 3). Também o balanço hídrico exerce influência sobre a produtividade, sendo que, em 1984 e no primeiro plantio de 1985, quando este foi positivo, obteve-se os maiores rendimentos médios de 853,78 e 892,94 kg/ha, respectivamente.

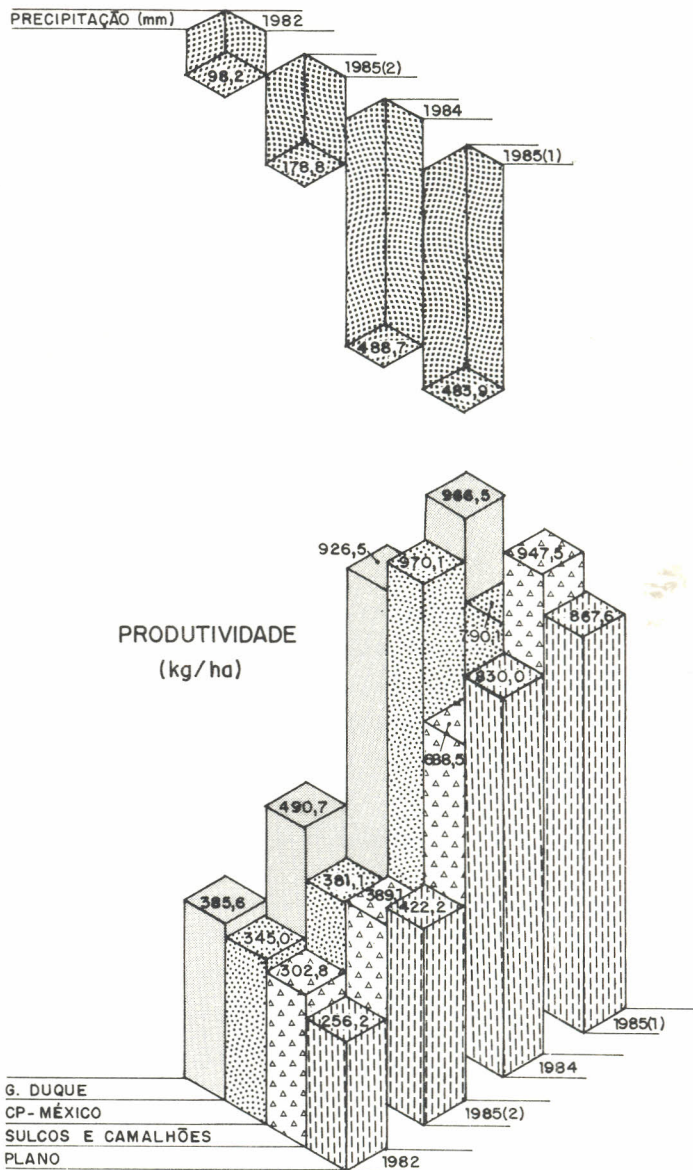


FIG. 3. Produtividades médias (kg/ha) do caupi em diferentes métodos de captação de água de chuva "in situ" e precipitação total (mm) no ciclo.

TABELA 3. Análise de variância conjunta dos quatro ciclos culturais do Caupi em relação aos métodos de captação de água de chuva "in situ" e a Testemunha.

Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrado	F
Ciclo ¹	3	7043307,90	123,24**
Tratamento ²	3	214911,89	1,53ns
Bloco (ciclo)	25	476236,77	0,93ns
Ciclo x Tratamento	9	421681,96	2,28*
Efeito linear	1	51868,34	2,52ns
Efeito quadrático	1	23975,12	1,16ns
Efeito cúbico	1	128150,90	6,23*

Média Geral = 653,53.

C.V. = 21,95%

1- F= QM Ciclo/QM Bloco (ciclo).

2- F= QM Tratamento/QM Ciclo x Tratamento.

ns - não significativo

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Segundo Silva & Porto (1982), por ser a disponibilidade de água no solo uma função do regime pluviométrico e da sua capacidade de armazenamento de umidade, a exploração agrícola torna-se uma atividade de alto risco nas regiões áridas e semi-áridas, onde geralmente os solos são rasos e o regime pluviométrico é irregular em quantidade e na distribuição sequencial, além do período chuvoso poder coincidir com a época de maior incidência de radiação solar, favorecendo um maior desequilíbrio hídrico, como acontece na maioria da região Nordeste. Este risco é reduzido pela utilização de técnicas de captação de água de chuva "in situ", que diminuem o efeito das estiagens nos anos de precipitação espaço-temporais mais irregulares a exemplo dos ciclos agrícolas de 1982 e 1985 (segundo plantio).

Devido às características edafo-climáticas da região, recomenda-se o uso intensivo da técnica de captação de água de chuva "in situ", principalmente o método Guimaraes Duque, visando incrementos significativos na produtividade do Caupi.

CONCLUSÕES

As condições climáticas influenciam ao nível de 1,0% de probabilidade a produtividade do feijão Caupi. A interação Ciclo x Tratamento foi significativa (5,0%) confirmando a importância do clima no estudo comparativo de métodos de captação de água de chuva "in situ".

Nos anos de precipitação pluviométrica espaço-temporais irregulares, os métodos de captação de água de chuva "in situ" apresentaram um incremento máximo na produtividade do Caupi de 50,5% e nos anos agrícolas com distribuição regulares de 16,9% significativos aos níveis de 13,95% e 1,69%, respectivamente.

A produtividade está diretamente relacionada com a precipitação e a evaporação durante o ciclo de cultivo, e quando o balanço hídrico foi positivo, como em 1984 e 1985 primeiro plantio, obteve-se produtividades máximas de 853,78 kg/ha com 488,7mm de chuva e 892,94 kg/ha com 483,9mm, respectivamente.

O método Guimarães Duque proporcionou o maior rendimento em média 16,6% em relação à Testemunha (Plantio no Plano), e os incrementos máximos proporcionados na produtividade do Caupi foram de 50,5; 11,6; 11,4 e 16,2%, para os anos agrícolas de 1982, 1984 primeiro e segundo plantios de 1985, respectivamente.

Os sistemas de captação de água de chuva "in situ", representados pelos métodos Guimarães Duque, CP-México e Sulcos e Camalhões em curva de nível, principalmente o método Guimarães Duque, incrementaram a produtividade do Caupi em relação ao Plano no ano de maior irregularidade pluviométrica, confirmando a importância da tecnologia para a agricultura dependente de chuva nas regiões áridas e semi-áridas brasileiras.

O custo máximo da tecnologia corresponde às práticas agrícolas de locação de curvas de nível, aração, gradagem e sulcamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM NETO, M. da S. Ocorrência de precipitação no campo experimental da Caatinga. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1985. 7p.
- ANAYA G. M. Technology and desertification. In: CONFERENCE ON DESERTIFICATION, Nairobi, Kenya, 1977. **Desertification: its causes and consequences**. Oxford. Pergamon Press, s.d. p.319-448.

- ANAYA G. M. **Captacion del agua de lluvia: estrategia para el desarrollo de la agricultura tradicional em zonas áridas.** s.n.t. 23p. Trabalho apresentado no I Simpósio Brasileiro do Trópico Semi-Árido, Olinda, PE, 1982.
- CLUFF, C.B. & FROBEL, R.K. **Water harvesting catchment and reservoir construction methods.** Tucson, Arizona, University of Arizona, College of Earth Sciences, 1978. 44p. (Arizona. University. College of Earth Science. Water Resources Contribution, 2).
- DORASWAMY, G.; PORTO, E.R. & CERQUEIRA, P.R.S. **Avaliação econômica de tecnologias em sistemas integrados de produção de pequenas propriedades agrícolas: um estudo de caso.** Petrolina, PE. EMBRAPA-CPATSA, 1985. 88p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 41).
- FEDERER, W.T. **Experimental design: theory and application.** New Delhi, Oxford & IBH, 1967. 590p.
- HARGREAVES, G.H. **Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil.** Logan, Utah State University, 1974. 123p.
- INSTITUTO NORDESTINO PARA FOMENTO DE ALGODÃO E OLEAGINOSAS, Recife, PE. **A lavoura seca e sua importância para o desenvolvimento de regiões semi-áridas.** Recife, PE. 1973. 12p.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Patancheru, AP, India. **Report of the collaborative multilocation sorghum modeling experiment.** Patancheru, AP, India, 1980. 65p. il.
- KAMPEN, J. & KRANTZ, B.A. **Soil and water management in the semi-arid tropics.** Hyderabad, India, ICRISAT. s.d. n.p.

- LAL, H.; SILVA, A. de S.; PORTO, E.R. & COSTA, A.E.M. da. Lâmina enleiradora a tração animal e seu uso em novo sistema de captação de água de chuva in situ. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19(11):1385-93. nov. 1984.
- PIRES, T.S. Tipo de água e frequência de irrigação por cápsulas porosas. Santa Maria, UFSM, 1982. 123p. Tese Mestrado.
- QUEIROZ, F.A.N. Reorientação da agropecuária do semi-árido do nordestino. Fortaleza, BNB-ETENE/FUNDECI, 1974. 47p. (BNB. Estudos Econômicos e Sociais, 30).
- RICHÉ, G.R. Características morfo-físico-químicas dum perfil de solo representativo do Campo Experimental Tração Animal, Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, s.d. 4p.
- SILVA, A. de S. & ANAYA G. M. Algunas consideraciones so bre manejo del suelo y del agua para el desarrollo de la agricultura tradicional en el Nordeste de Brasil. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1979. 138p. il.
- SILVA, A. de S. & PORTO, E.R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil: tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128p. il. (EMBRAPA-CPATSA Documentos, 14).
- TOVAR, S.J.L. Captacion y aprovechamiento del recurso lluvia como una alternativa para a produccion de grano y forrage de maiz en zonas de temporal deficiente. Chapingo, Mexico, Colegio de Postgraduados, 1977. 312p. Tese Mestrado.