

UMA TÉCNICA SIMPLES DE EXPLORAÇÃO DE VAZANTES DE AÇUDES

Aderaldo de Souza Silva

Everaldo Rocha Porto ¹

Luiz Balbino Morgado

Carlos Eugênio Martins ²

INTRODUÇÃO

A região Semi-Árida do Nordeste, totalizando cerca de 850.000 Km², com uma densidade demográfica de 14 hab/Km², Brasil. SUDENE (1977), representa 52% de superfície do Nordeste. Esta região tem, basicamente, quatro estratos populacionais: produtores sem terras (arrendatários e parceiros), pequenos, médios e grandes proprietários. Segundo estudos realizados pelo Brasil. SUDENE (1977), para análise do efeito das secas, 79% do total das famílias agrícolas do Nordeste, em 1970, correspondiam aos dois primeiros estratos.

Nesta região, também se observa que 84% dos imóveis rurais têm área inferior a 100 ha, EMBRAPA. CPATSA (1979).

A predominância de pequenos produtores, associada a uma grande concentração de minifúndios, faz com que, em anos de seca, a economia da zona Semi-Árida seja drasticamente afetada e que os mais atingidos pelos seus efeitos sejam os pequenos produtores, Brasil. SUDENE (1977).

¹ Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador em Manejo do Solo e Água. CPATSA-EMBRAPA.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador em Fertilidade do Solo. CPATSA-EMBRAPA.

Por outro lado, a existência de 70.000 açudes distribuídos no Nordeste (públicos e privados), armazenando 20.000.000.000 de m³, Rebouças e Marinho (1972), permitem a sobrevivência de 3.000.000 de pessoas mesmo nos anos de seca intensa, Guerra (1975), através de exploração de suas vazantes.

A agricultura de vazante é uma prática típica do Nordeste Semi-Árido, cujo potencial agrícola é ainda subexplorado, Guerra (1975) e Barbosa et al. (1980). Esta técnica consiste na utilização dos solos potencialmente agricultáveis dos açudes, rios e lagos que foram cobertos pela água na época chuvosa, Duque (1973) e Guerra (1975).

As vazantes são exploradas, principalmente, por pequenos produtores, sendo as espécies mais cultivadas o arroz, o feijão, a batata-doce e o milho, Brasil. MINTER (1973), Duque (1973) e Guerra (1975).

A exploração das vazantes dos açudes, lagos e rios, incluindo o lago de Sobradinho e o programa de perenização dos rios, permite irrigar, aproximadamente, 1.000.000 ha, através de "irrigações de salvação", sem, contudo comprometer as necessidades de água das propriedades agrícolas.

A exploração de vazantes, como realizada tradicionalmente, oferece sérias limitações, devido um inadequado manejo de solo e água. No que tange ao manejo de solo, o plantio das culturas é feito em covas abertas diretamente no solo, quando o teor de umidade está próximo da saturação. A utilização desta forma de plantio impede a utilização de um manejo de água racional. O uso do método de plantio em sulcos e camhões propicia uma disponibilidade de umidade de solo mais uniforme, durante todo o ciclo da cultura, permitindo o emprego de "irrigações de salvação", Silva & Porto (1980).

Foi objetivo deste trabalho desenvolver um método mais adequado de manejo de solo e água, aproveitando, ao máximo, os equipamentos disponíveis dos agricultores, que fosse compatível com a exploração de vazantes, utilizando culturas alimentares como milho (*Zea mays* L.) variedade Centralmex e a batata-doce (*Ipomea* sp.).

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em um açude particular situado no Km 17, à margem esquerda da BR-116 (Petrolina-Lagoa Grande), em latossolo originário de depósitos ferrolíticos, de textura areia franca, permeáveis, com profundidade acima de 0,80 m e de baixa fertilidade. As propriedades químicas e físicas constam na Tabela 1.

O delineamento experimental, para cada cultura, foi blocos ao acaso, com esquema fatorial de três repetições. Os tratamentos empregados em cada cultura foram os seguintes:

Batata-doce

- A - "Método de cultivo local" plantio em cova, sendo as ramas da batata distribuídas em número de seis para cada cova. Espaçamento aproximado de 0,80 m x 0,80 m correspondendo a uma população de 93.750 plantas/ha.
- B - "Método de cultivo local" + "irrigações de salvação" pequenas irrigações de 40 mm, aplicadas durante o período crítico da cultura, quando as plantas apresentam déficit de umidade visível entre 9:00 e 10:00 horas.
- C - "Método de cultivo local" + "irrigações de salvação" + "adubação básica" pequena adubação (60-60-30), aplicada na base da cova.
- D - "Método de cultivo modificado" + "irrigações de salvação" + "adubação básica" plantio em sulcos e camalhões espaçados de 1,5 m. Espaçamento entre plantas de 0,20 m, com duas plantas por cova e uma população estimada em 100.000 plantas/ha.

Milho

- A - "Método de cultivo local" plantio com cova, sendo distribuído em número de quatro sementes por cova.

TABELA 1. Propriedades químicas e físicas do solo do Campo Experimental.

Propriedades Químicas

Profundidade (cm)	pH(H ₂ O) 1:1	C.E./25°C mm hos/cm	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ Na ⁺ K ⁺				P ppm	Al ⁺⁺⁺ m.e./100 g solo	M.O. %
			m.e./100 g de solo						
0-30	5,4	0,25	1,0	0,9	0,06	0,24	4,22	0,05	0,38
30-60	4,5	0,29	1,0	1,0	0,06	0,24	1,63	0,05	0,17

Propriedades Físicas

Profundidade (cm)	Areia %	Siltre %	Argila %	Da _P	Umidade 0,3	(atm) 15.0	Densidade real
0-30	86	9	5	1,78	6,57	1,66	2,48
30-60	86	8	6	1,57	6,42	1,66	2,46

Espaçamento aproximado de 1,0 m x 1,0 m, correspondendo a uma população de 40.000 plantas/ha.

- B - "Método de cultivo local" + "irrigações de salvação" semelhante do utilizado para a batata-doce.
- C - "Método de cultivo local" + "irrigações de salvação" + "adubação básica" semelhante ao utilizado para a batata-doce.
- D - "Método de cultivo modificado" + "irrigações de salvação" + "adubação básica" plantio em sulcos e camalhões espaçados de 1,0 m. Espaçamento entre plantas de 0,4 m, com duas plantas por cova e uma população estimada em 50.000 plantas/ha.

Técnica desenvolvida para o traçado dos sulcos e camalhões (em nível)

A técnica desenvolvida para o traçado dos sulcos e camalhões (Sc) (em nível), consiste em marcar a linha de água, que limita a área seca com a bacia hidráulica, com piquetes espaçados de 10 m, aproximadamente. A linha de piquetes está em curva de nível, depois que a água armazenada diminui. Os Sc foram abertos à enxada seguindo a linha de piquetes. O primeiro sulco construído serviu de linha básica para a abertura dos demais.

Como a declividade dos solos cobertos pela bacia hidráulica era de aproximadamente 2,5%, o número de sulcos e camalhões construídos, para cada linha básica, não ultrapassou a cinco. A abertura de novos sulcos de referência somente ocorreu quando a lâmina armazenada baixou o suficiente para que fossem traçados cinco novos sulcos em contornos, como se observa na Figura 1. Os Sc permitiam, também, a aplicação de "irrigação de salvação", quando na época de déficit de umidade de solo.

Plantio. O método local de plantio foi totalmente desenvolvido pelo produtor, sem que nenhuma sugestão fosse dada por parte da pesquisa. Este método consistiu em simples covas abertas no solo. Enquanto que, o método modificado consistiu em sulcos de 20 cm de profundidade e cama

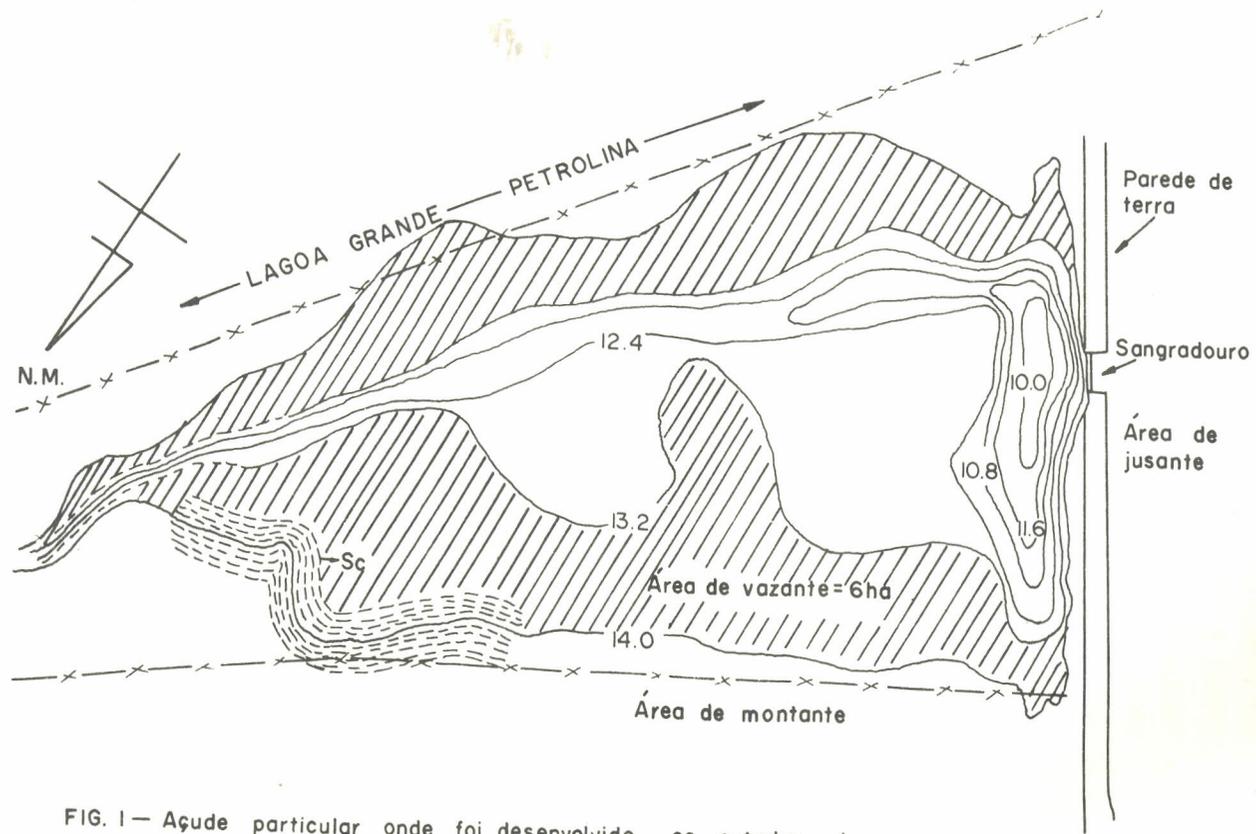


FIG. 1— Açude particular onde foi desenvolvido os estudos de vazante.

lhões de 30 cm de altura.

Os plantios foram efetuados na cova e no camalhão, em 22.7.77 para o milho e em 23.7.77 para a batata-doce. Devido a problemas de excesso de umidade de solo, algumas fileiras do milho não germinaram, daí ter havido replantio em 2.8.77.

Adubação. Usou-se a fórmula (60-60-30); sendo que para a batata-doce, todo o adubo foi aplicado em fundação por ocasião do plantio. Os adubos empregados foram sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

No caso de milho, os adubos foram os mesmos, sendo aplicado 1/3 do nitrogênio, todo o fósforo e todo o potássio, por ocasião do plantio. Os 2/3, restantes do nitrogênio foram aplicados, em cobertura, aos 45 dias após a germinação do milho.

Controle de umidade no solo. O controle de umidade no solo foi realizado através de uma "sonda de Neutrons", especificamente calibrada para o tipo de solo em estudo, cuja equação de calibração se observa na Figura 2.

A determinação da distribuição do conteúdo de água se fez nas profundidades de 30, 50, 70 e 90 cm, com quatro repetições. Essa determinação foi realizada aos 30, 50, 70 e 90 dias após o plantio, seguindo procedimentos descritos por Silva (1977).

Colheita. Toda a colheita foi efetuada manualmente. O milho foi colhido em 21.11.77 e a batata-doce em 22.11.77.

Irrigação suplementar. Apenas duas "irrigações de salvação" foram dadas para a cultura da batata-doce, sendo de 40 mm cada uma delas. A primeira foi aplicada em 10.10.77 e a segunda em 19.10.77. Não houve necessidade de aplicação de água para a cultura do milho.

As irrigações foram realizadas utilizando-se um conjunto motor-bomba de 3,5 HP, à gasolina, montado em um carro manual com duas rodas, e uma mangueira de plástico de 2" de diâmetro e 50 m de comprimento. Bombeava-se água de açude e irrigava-se os sulcos através de manguei

ra; como estes, estavam em nível, a água escoava facilmente até 200 m de distância, quando se tinha que deslocar o conjunto motor-bomba para outra posição. As mesmas facilidades não foram encontradas quando o método de cultivo foi local. As irrigações foram feitas por cova, sendo bastante ineficientes.

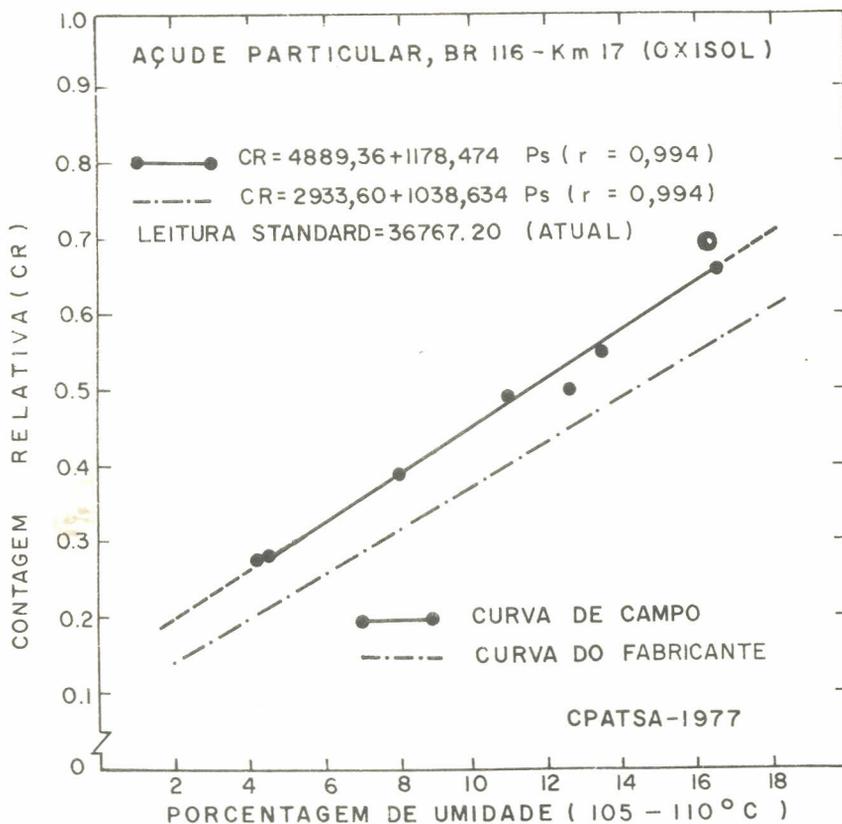


FIG. 2 - Curva de calibração relativa da sonda de nêutrons no latossolo.

Perdas totais de água no açude e dados climáticos. Para efeito dos cálculos totais de água armazenada no açude, foram instalados três marcos de referência, quando a

bacia hidráulica encontrava-se, na sua cota máxima, correspondente a cota 14,0 da Figura 1. As leituras eram tomadas por diferença de nível entre os pontos de referência e a nova altura da lâmina de água existente no açude, durante um período de 130 dias, tendo-se iniciado em 21.7.77.

Os dados climáticos foram registrados nas Estações Meteorológicas da Caatinga e Bebedouro, pertencentes ao CPATSA-EMBRAPA. Durante a condução do estudo fez-se as observações dos fatores climáticos tais como: precipitação, temperatura do ar, evaporação do Tanque Classe A, umidade relativa e radiação solar, como observa-se na Figura 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perdas totais de água no açude

Na Figura 4; observa-se as Perdas Totais de Água (PTA) do açude em relação ao Tanque Classe A (TCA) de 21.7.77 a 27.11.77, correspondendo ao período normal de exploração de vazante de açude no Trópico Semi-Árido, Guerra (1975). A equação que estima as PTA do açude com relação ao TCA, corresponde a $(PTA = 3,682 + 1,079 \text{ TCA} \quad r^2 = 0,963)$, cujo coeficiente de correlação é altamente significativo.

Os resultados apresentados na Figura 4 permitem estimar as PTA, para uma região de baixa precipitação, ao redor de 400 mm, EMBRAPA.CPATSA (1979), durante o período de exploração das vazantes em pequenas barragens de terra (açudes).

Na Figura 5, apresenta-se as Perdas de Água acumulada (PAA) no açude e Tanque Classe A, durante o período de exploração de vazante, cujas equações estimadas, são $(PAA = - 35,487 + 9,890x \quad r^2 = 0,991)$ e $(TCA = - 26,089 + 9,222x \quad r = 0,998)$, respectivamente. Na equação, o x corresponde ao número de dias.

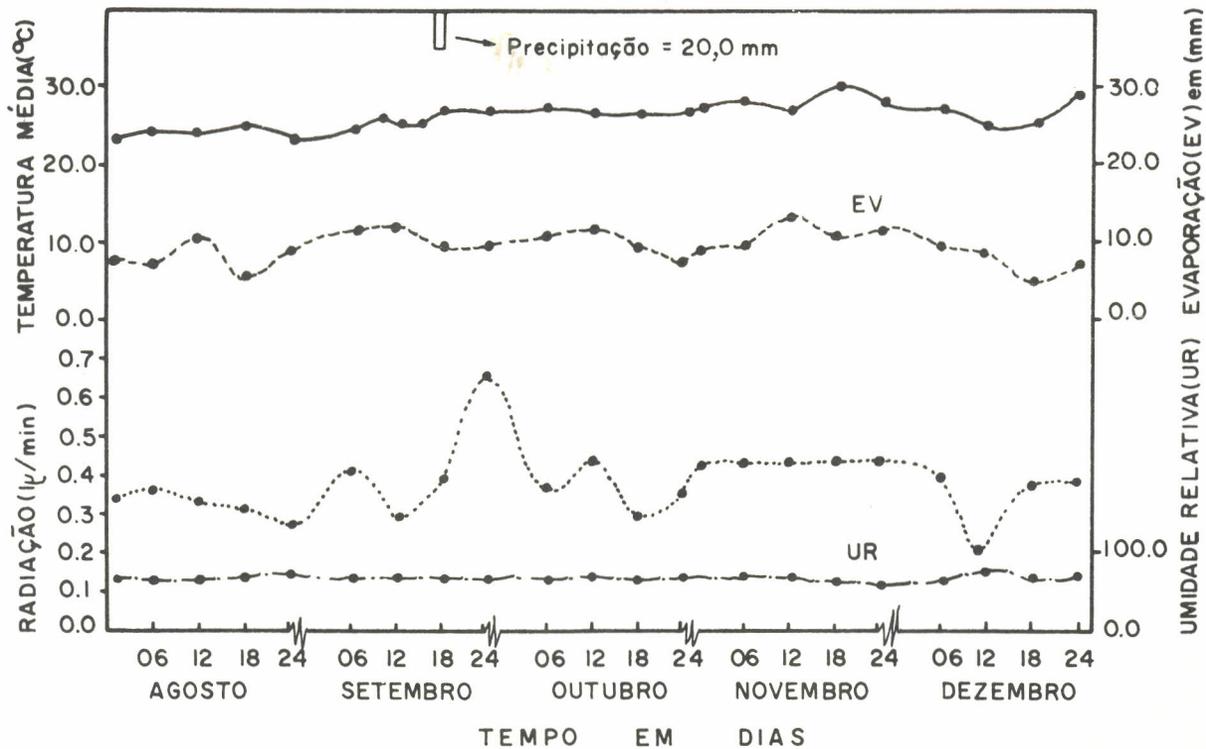


FIG. 3 - Dados climáticos períodos de 6 dias: radiação solar, temperatura, umidade relativa e evaporação durante o ciclo do milho e da batata doce.

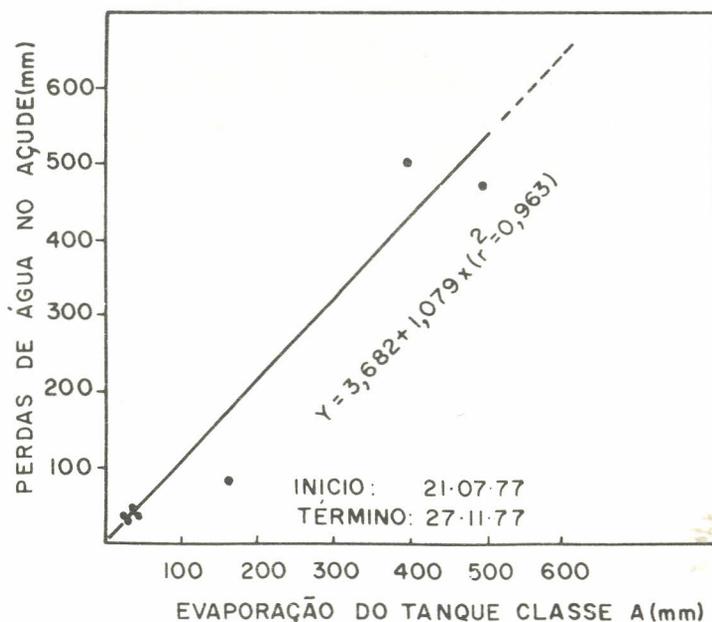


FIG. 4 — Perdas de água do açude em relação ao Tanque "Classe A"

Os resultados encontrados na Figura 5 permitem estimar que, para um período de 129 dias, as PAA correspondem a 288 mm/mês, sendo condizentes com os descritos por, Guerra (1975). Segundo o autor, os açudes do Nordeste perdem 200 mm/mês, de julho a dezembro, somente devido à evaporação.

A bacia hidráulica do açude em estudo compreende uma área de 10 ha, com uma profundidade máxima de 5 m e solos com declividade inferior a 3%, como observa-se na Figura 1. A análise dos resultados encontrados nas Figuras 1 e 5, possibilita estimar que para um período de 84 dias, foram descobertos, aproximadamente, 6 ha de solos, potencialmente agricultáveis e durante este mesmo período, se perderam 20.000 m³ de água. Devido ao esvaziamento anual que sofrem estes reservatórios, o uso de água de a

çudes, através das "irrigações de salvação", não compromete as atividades da propriedade agrícola relativas à oferta de água para a população e os animais.

Considerando a análise anterior é preferível transformar as PTA em alimento para o consumo humano e animal.

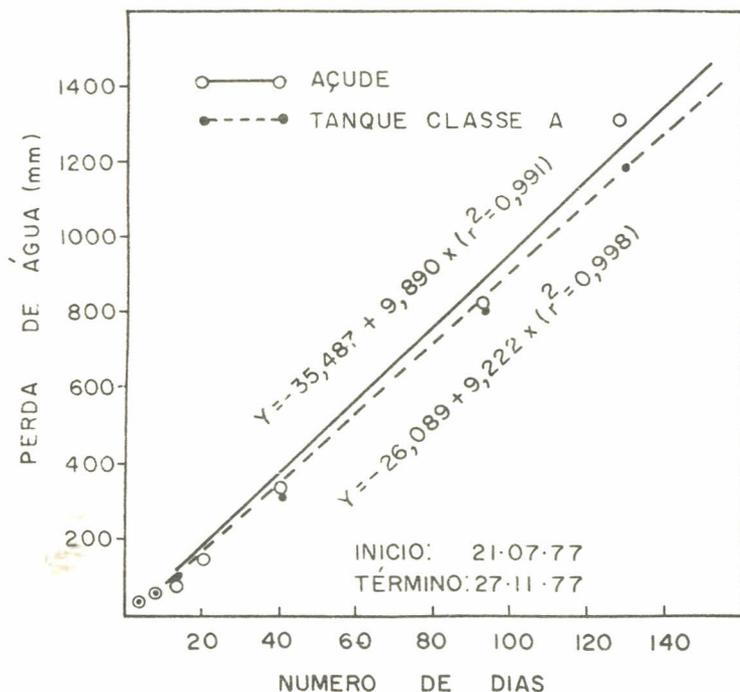


FIG. 5 - Perdas de água acumulada no açude e Tanque "Classe A", durante o período de exploração da vazante.

Distribuição de umidade na vazante

A distribuição de umidade aproveitável (em base a volume) é apresentada na Figura 6, onde considera-se o Ponto de Murcha Permanente (PMP) e Capacidade de Campo (CC), com umidades 0% e 100%, respectivamente.

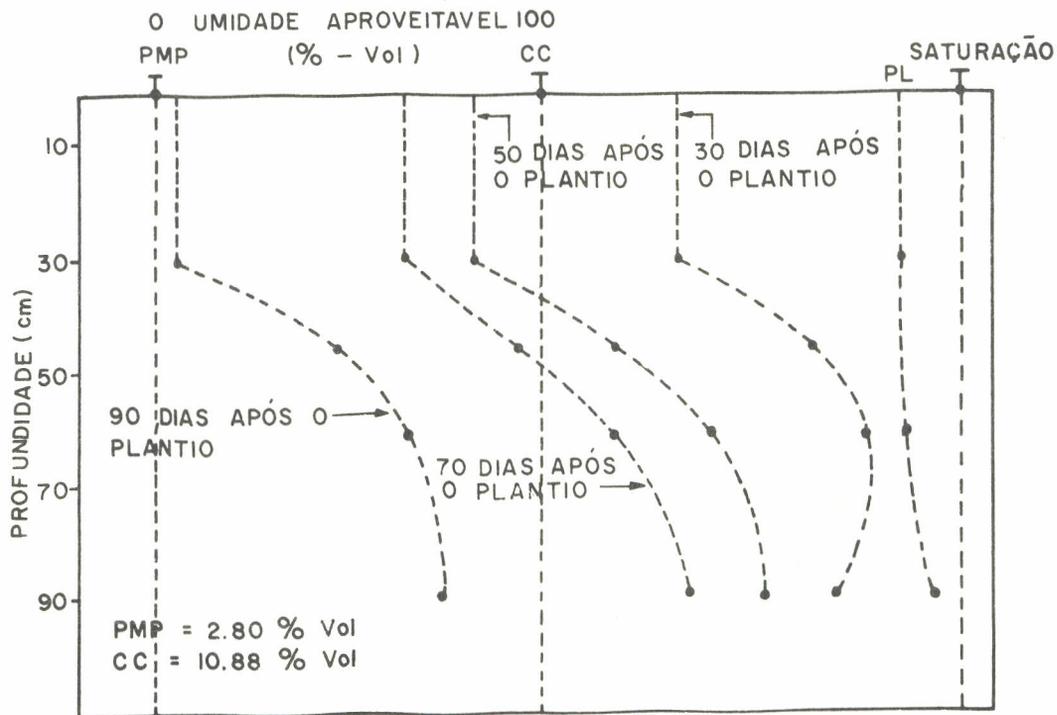


FIG. 6 - Distribuição de umidade na vazante do açude durante o ciclo do milho e da batata doce.

Analisando-se a distribuição da umidade a diferentes profundidades e tempos, verifica-se que o conteúdo de umidade durante os 30 dias após o plantio, esteve próximo ao ponto de saturação. Este excesso de umidade na camada de 0 a 30 cm de profundidade prejudicou sensivelmente a cultura do milho, quando o plantio foi realizado diretamente no solo, tendo-se que realizar o replantio das parcelas mais próximas ao espelho de água. Todavia, o plantio em sulcos e camalhões possibilitou condições ótimas de germinação para esta cultura.

A batata-doce teve brotação total, não sendo prejudicada pelo excesso de umidade, o que concorda com os resultados de (Houghoudt 1952) citado por Van't Woudt e Hagan (1957).

A umidade aproveitável do solo, a 30 cm de profundidade, no período de 30 a 70 dias após o plantio esteve acima de 70%, sendo suficiente para o desenvolvimento do milho. Entretanto, não foi suficiente para suprir as necessidades hídricas da batata-doce, sendo necessário aplicar 80 mm de água, adicionais, através de duas "irrigações de salvação", com 40 mm cada por meio dos sulcos a nível, traçados seguindo-se a curva de nível da própria água.

Produção de tubérculos e grãos

Os resultados da produção de batata-doce por tratamento (A, B, C e D), apresentam diferenças significativas quanto ao tratamento A, cuja análise estatística é apresentada na Tabela 2.

Considerando-se as produções médias por tratamento, observa-se que a cultura da batata-doce não foi influenciada significativamente pela adução quando se compara o tratamento B com C, confirmando as informações técnicas descritas por Passos et al. (1975) e Silva et al. (1977).

Entretanto esta cultura foi muito sensível ao déficit de umidade tendo um incremento de produção de 0,87 t/100 m³/ha, quando se aplicou duas "irrigações de salvação", num total de 80 mm (mais 20 mm proveniente de chuva) como

se observa analisando o tratamento A em relação ao B, não havendo, porém, diferença significativa entre eles, ao nível de 5% de probabilidade. O que concorda com os resultados obtidos por (Hernandez et al. 1965), citado por Constantin et al. (1974). Houve diferença significativa entre os tratamentos A e C e entre A e D.

TABELA 2. Produção média e aumento relativo da produção de batata-doce para os diferentes tratamentos.

Tratamentos	Produtividade (t/ha)	Aumento relativo (t/ha)	(%)
A	5,50 a ^a	-	-
B	14,17 ab	8,67	157
C	15,75 b	10,25	186
D	16,08	10,58	192

CV = 27,10%

DMS = 8,89

^a Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento relativo de produção devido ao uso da adubação, quando compara-se o tratamento B com C, é de apenas 29%, enquanto o aumento devido a utilização de sulcos e camalhões, comparando-se o tratamento C com D, foi de 6%. A partir desta análise, se conclui que a adoção de técnicas combinadas em agricultura de vazante, tais como: uso de sulco e camalhões, "irrigações de salvação" e adubação básica, possibilitam um aumento relativo, com relação aos métodos usuais, de 192% para a cultura da batata-doce.

Na Tabela 3 são relacionadas as produções médias de grãos e o aumento relativo em t/ha, para cada tratamento (A, B, C e D).

A fertilidade do solo da área experimental foi considerada baixa. Por este motivo, os maiores incrementos de

produção foram obtidos nos tratamentos C e D, não havendo diferença significativa entre eles, ao nível de 1% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre os tratamentos A e B, que não levaram adubação básica, havendo, porém, diferença entre os tratamentos A e D e entre B e C.

TABELA 3. Produção média e aumento relativo da produção de milho para os diferentes tratamentos.

Tratamento	Produtividade (t/ha)	Aumento relativo (t/ha) (%)	
A	2,42 ab		
B	2,00 a ^a	-0,42	-17
C	4,25 bc	1,83	76
D	4,65 c	2,23	92

CV = 15,5%

DMS = 1,89

^a Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

A resposta da cultura do milho aos tratamentos (A, B, C e D) aplicados, foi diferente com relação a batata-doce, porque o milho não recebeu nenhuma "irrigação de salvação", fazendo com que o tratamento B, fosse uma repetição do tratamento A. Vale salientar que a umidade existente no solo, proveniente do lençol freático, foi suficiente para suprir as necessidades hídricas desta cultura.

O aumento relativo de produção devido ao uso da adubação, quando compara-se o tratamento A com C, foi de 76%, e o aumento devido ao uso de sulcos e camalhões, comparando-se o tratamento C com D, foi de 16%. Pode-se concluir que a adoção de técnicas combinadas em agricultura de vazio, tais como: adubação básica e confecção de sulcos e camalhões, possibilitam um aumento relativo, com relação aos métodos usuais, de 92% para a cultura do milho, quando não houver necessidade de água suplementar.

Analisando os resultados encontrados nas Tabelas 2 e 3, verifica-se que, embora o aumento relativo de produção referente a utilização de sulcos e camalhões, seguindo a curva de nível da própria água tenha sido de 6% e 16%, para a batata-doce e milho, respectivamente, a adoção desta técnica é imprescindível para a aplicação da água de irrigação, durante os períodos críticos dos cultivos, quando necessária.

De acordo com Woodford & Gregory, citado por Van't Woudt & Hagan (1957), os prejuízos causados na planta por falta de aeração no solo, são maiores, quando o nível de fertilidade é baixo. Os sulcos e camalhões, pelo seu efeito drenante, apresentam a vantagem de melhorar a aeração dos solos, permitindo o desenvolvimento de plantas susceptíveis ao encharcamento e minimizando a redução de produção agravada pela baixa fertilidade.

CONCLUSÕES

A técnica de sulcos e camalhões, seguindo as curvas de nível formadas pela própria água armazenada no açude, permite a aplicação de "irrigações de salvação", produzindo um aumento relativo de 0,87 t por hectare por cada 10 mm de água adicional, para a batata-doce.

O emprego de técnicas combinadas de adubação e manejo de solo e água, em agricultura de vazante, possibilita um aumento relativo de produção de 92%, para a cultura do milho, em comparação com a tecnologia tradicional.

Os sulcos e camalhões, pelo seu efeito drenante, melhoram sensivelmente a aeração do solo, permitindo que o plantio das culturas, seja realizado com o lençol freático bastante superficial.

A perda total média de água do açude, durante o período de exploração da vazante é de 288 mm/mês (evaporação, percolação e infiltração), sendo superior à suplementação de água das culturas, através de "irrigações de salvação".

A exploração agrícola de vazante de açude em pequenas áreas com "irrigações de salvação", não compromete as atividades da propriedade, relativas à oferta de água para o consumo humano e animal.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Manoel Abílio de Queiroz, pelo estímulo e suas gestões na formulação deste trabalho e aos colegas Arnobio Anselmo Magalhães e Octávio Pessoa Aragão pela colaboração no desenvolvimento do mesmo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. R.; LYRA, H. A. de; FREITAS, M. L. de & HOLLANDA, P. E. M. de. **As vazantes e a tecnologia de produção**. Natal, RN., EMATER, 1980. 17p.
- BRASIL. Ministério do Interior. Comportamento dos principais sistemas de produção da zona semi-Árida. In: **Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas do Nordeste**. Brasília, DF., MINTER, 1973. Cap. 3., p.111-12. (Desenvolvimento Regional - Monografias, 1)
- BRASIL. SUDENE. **Programa Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semi-Árida do Nordeste: Projeto Sertão**. Recife, 1977. 76p. il
- CONSTANTIN, R. J.; HERNANDEZ, T. P. & JONES L. G. Effects of irrigation and nitrogen fertilization on quality of sweet potatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 99(4):308-10, 1974
- DUQUE, J. G. Algumas questões da exploração de açudes públicos. In: **Solo e Agua no polígono das secas**. 4. Ed. Fortaleza, CE., DNOCS, 1973. p. 129-56. (Publicação, 154, Série I-A)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa**

- Agropecuária do Trópico Semi-Árido 1977-1978.** Brasília EMBRAPA-DID, 1979. 133p. il
- GUERRA, P. de B. Agricultura de Vazantes - um modelo agrômico nordestino. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., Fortaleza, CE., 1975. **Anais.** Fortaleza, MINTER-DNOCS, ABID, 1976. v.4 p.325-30
- PASSOS, S. M. G.; CANÉCHIO FILHO, V. & ANTÔNIO JOSÉ. Cultura da batata-doce. In: _____ **Principais culturas.** Campinas, SP., Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1975. V.1 p.167-74
- REBOUÇAS, A. da C. & MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil.** Recife, SUDENE.DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. (Hidrogeologia, 40)
- SILVA, A. de S. **Manejo del agua de riego bajo diferentes metodos de labranza em maiz** (*Zea Mays* L.). Chapingo, Mexico, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados, 1977. 23lp. (Tese de Mestrado).
- _____. & PORTO, E. R. Introdução à pequena irrigação no "Polígono das secas" utilizando métodos "não convencionais". **Item Irrigação e Tecnologia Moderna**, 1980. (no prelo)
- _____.; MARTINS, C. E.; MORGADO, L. B. & MAGALHÃES, A. **A. Estudos preliminares sobre manejo de solo e água em agricultura de vazante de açude.** Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1977. n.p. (Resumo)
- VAN'T WOUDT, B. D. & HAGAN, R. M. Crop responses at excessively high soil moisture levels. In: LUTHIN, J. N., ed. **Drainaje of agricultural lands.** Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1957. p. 514-78. (Agronomy, 7)