

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

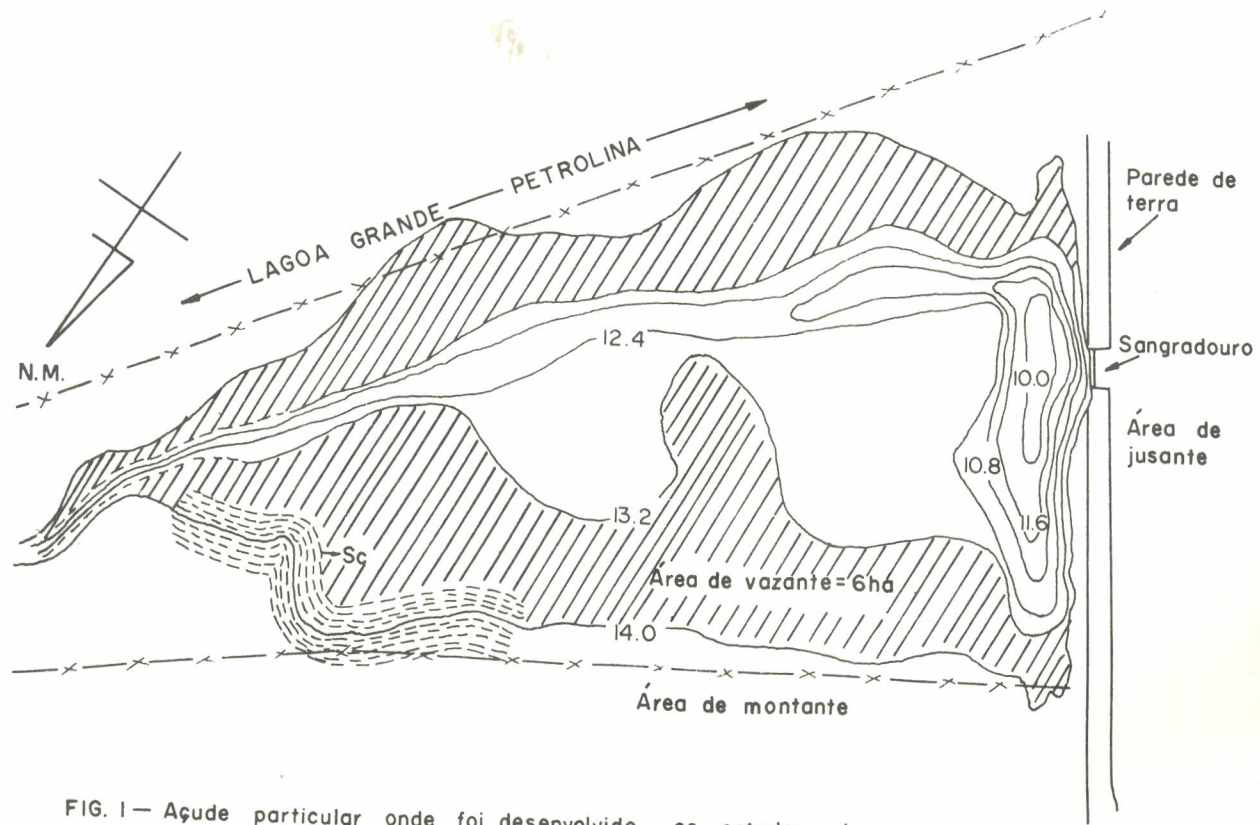


FIG. 1— Açude particular onde foi desenvolvido os estudos de vazante.

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.

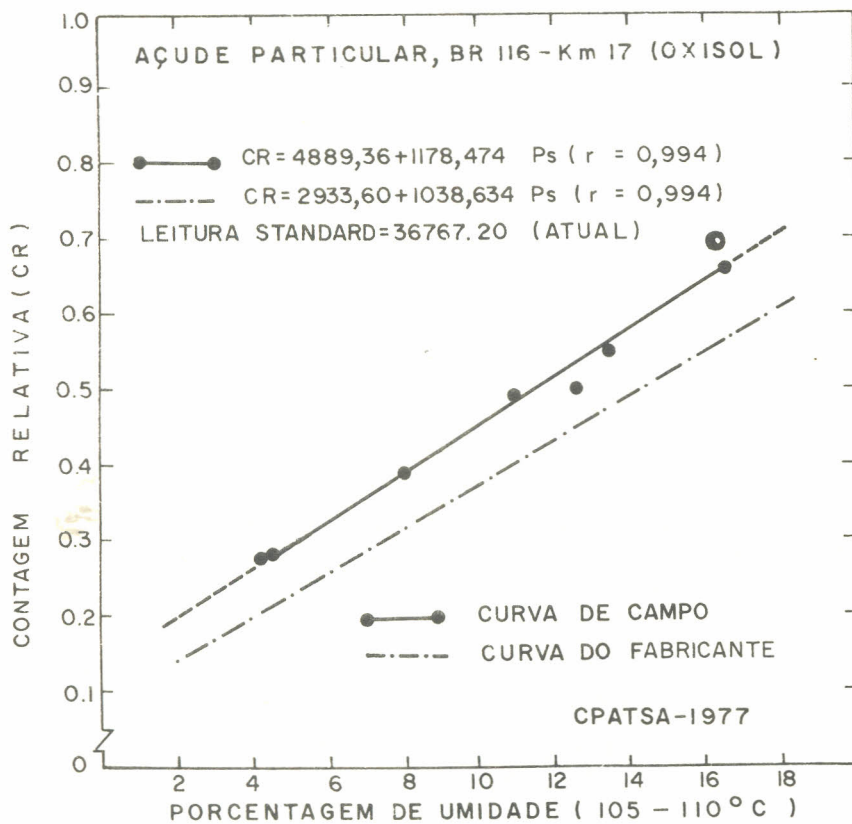


FIG. 2—Curva de calibração relativa da sonda de nêutrons no latossolo.

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.

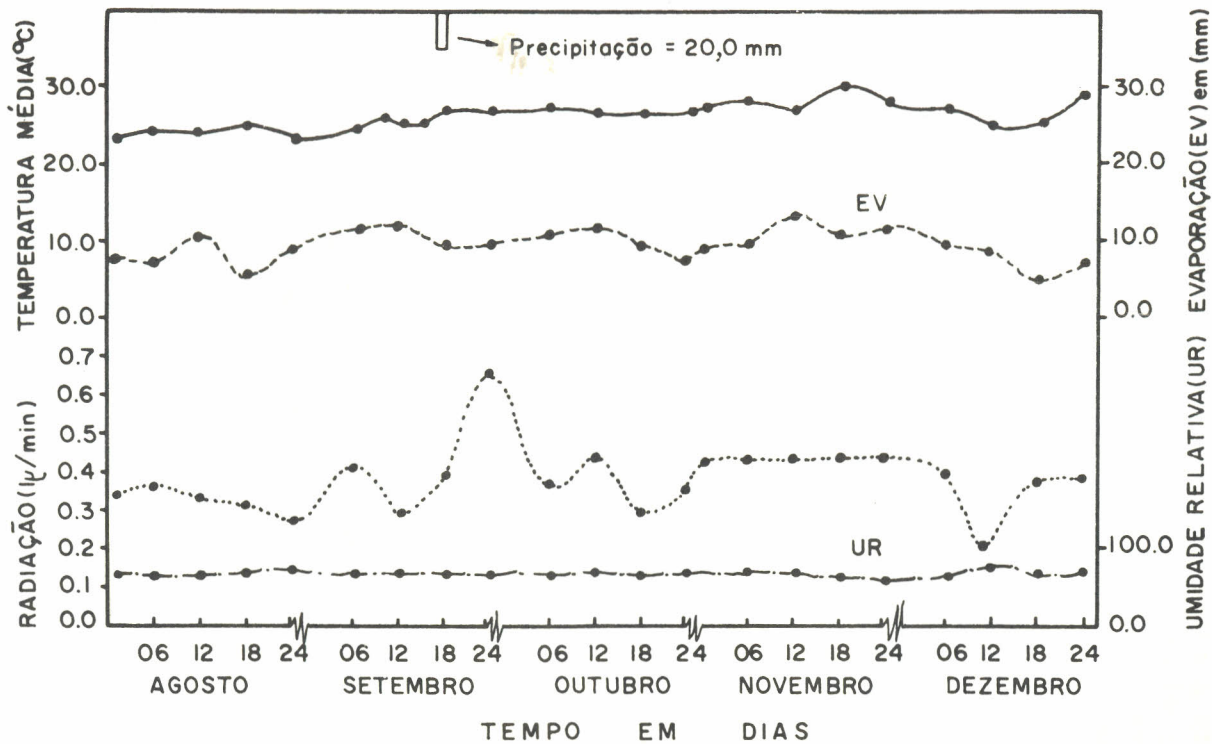


FIG. 3 - Dados climáticos períodos de 6 dias: radiação solar, temperatura, umidade relativa e evaporação durante o ciclo do milho e da batata doce.

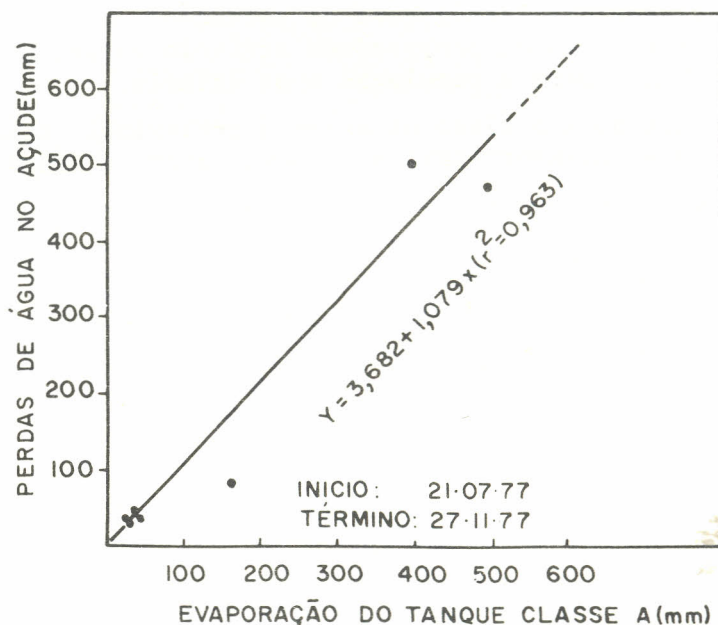


FIG. 4 — Perdas de água do açude em relação ao Tanque "Classe A"

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.

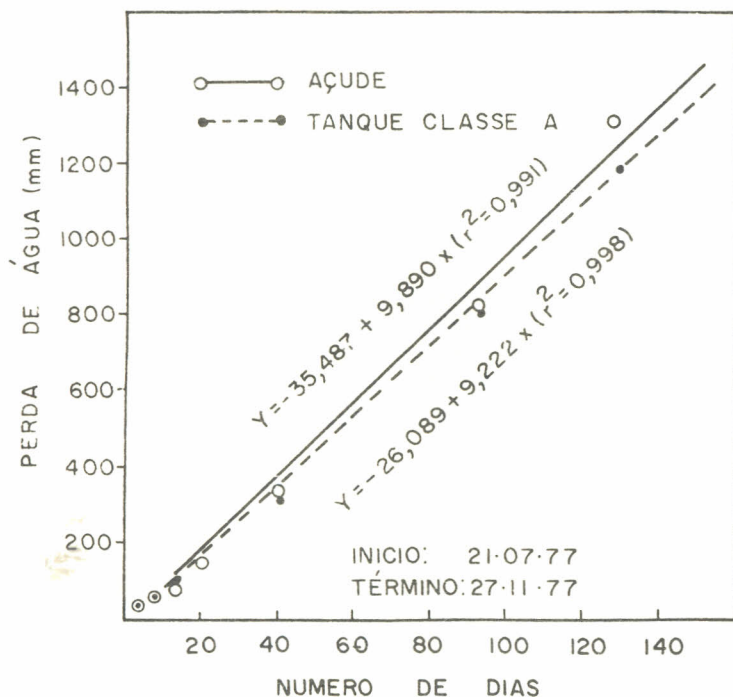


FIG. 5 - Perdas de água acumulada no açude e Tanque "Classe A", durante o período de exploração da vazante.

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.

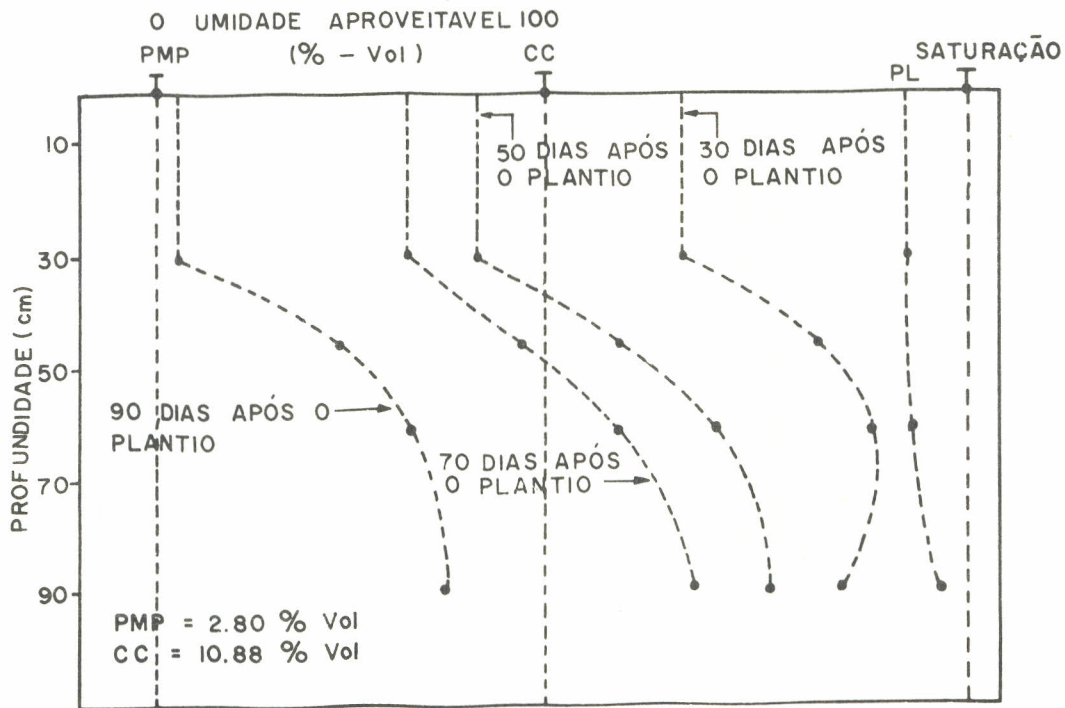


FIG. 6 - Distribuição de umidade na vazante do açude durante o ciclo do milho e da batata doce.

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 Arnóbio 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 Sertanejo**. 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)