

IMPORTÂNCIA DA COLETA DE DADOS NO MEIO AMBIENTE



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido - CPATSA
Petrolina, PE

DOCUMENTOS

Número 46

ISSN 0100-9729

fevereiro, 1987

IMPORTÂNCIA DA COLETA DE DADOS NO MEIO AMBIENTE

Sazzala Jeevananda Reddy
Luiz Balbino Morgado



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária

do Trópico Semi-Árido - CPATSA

Petrolina, PE

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

EMBRAPA-CPATSA

BR 428, km 152

Telefone: (081) 961 4411

Telex: (081) 1878

Caixa Postal 23

56300 Petrolina, PE

Tiragem: 3.000 exemplares

Comitê de Publicações:

Gilberto José de Moraes - Presidente

Francisco Zuza de Oliveira

Manoel Abílio de Queiroz

Antônio Carlos Schifino

José Monteiro Soares

Marcos Antônio Drumond

Severino Gonzaga de Albuquerque

Suplentes:

Luiz Corsino Freire

Luiz Henrique de Oliveira Lopes

Clementino Marcos Batista de Faria

Assessoria técnico-científica deste trabalho:

Malaquias da Silva Amorim Neto

Octávio Pessoa de Aragão

Reddy, Sazzala Jeevananda

Importância da coleta de dados no meio ambiente, por Sazzala Jeevananda Reddy e Luiz Balbino Morgado. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1987.

32p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 46).

1. Agricultura-Meio ambiente-Coleta de Dados. 2. Experimento agrícola-Coleta de Dados. I. Morgado, Luiz Balbino, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. II. Título. IV. Série.

CDD - 630.724

SUMÁRIO

RESUMO/ABSTRACT.....	5
INTRODUÇÃO.....	7
EXEMPLOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

IMPORTÂNCIA DA COLETA DE DADOS DO MEIO AMBIENTE¹

Sazzala Jeevananda Reddy²
Luiz Balbino Morgado³

RESUMO - Centenas de experimentos têm sido conduzidos no Nordeste do Brasil objetivando a eficiência da produção de alimentos. Enquanto os resultados de um simples experimento e/ou uma única estação experimental têm aplicação específica, a combinação de todos eles proporciona maior abrangência. É provável que os resultados de pesquisas de um dado experimento ou de uma estação não sejam relevantes somente para áreas adjacentes, mas também para outras regiões espalhadas pelo Nordeste com condições físicas ambientais similares. Isto dá ênfase à coleta de alguns dados das culturas e do meio ambiente. Estas informações podem ser obtidas sem muito esforço e facilitam a integração dos locais e/ou dados específicos dos experimentos. Tal procedimento é importante no processo de transferência de tecnologia, meta final de qualquer atividade de pesquisa agrícola. Alguns modelos são discutidos com exemplos. Este trabalho explica a importância de se calcular o uso da água versus o efeito do déficit de umidade na produtividade e mostra como integrar os resultados experimentais quantitativamente.

Termos para indexação: produção de culturas versus meio ambiente.

COLLECTION OF ENVIRONMENTAL DATA SET-IMPORTANCE

ABSTRACT - Hundreds of experiments are being conducted throughout the Northeast Brazil to increase the efficiency of food production. While the research output from a single experiment and/or experimental station may not be large, the combined output of all of them must be considerable. It is likely that the research results of any given station or experiment are relevant not only to immediately adjacent areas but to widely dispersed regions over Northeast Brazil having similar physical environment. This emphasizes the collection of crop and environmental data sets. This information can be obtained without much effort but facilitates in the integration of location and/or experiment specific data. This is of utmost importance in transfer of technology, which is the final goal of any agricultural research activity. Importance of some these aspects are discussed with few examples and explained particularly the importance of calculating water versus stress effect on productivity and thereby integrating the experimental results quantitatively.

Index terms: crop production versus environment.

¹ Trabalho apresentado na I Reunião sobre Culturas Consorciadas no Nordeste, Teresina, Piauí, 24-28 de outubro de 1983, EMBRAPA-CPATSA-UEPAE de Teresina.

² Agroclimatologista, Ph.D., IICA/EMBPAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA). Endereço atual: c/o UNDP, Post Box 4595, Maputo, Mozambique.

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina, PE.

IMPORTÂNCIA DA COLETA DE DADOS DO MEIO AMBIENTE¹

Sazzala Jeevananda Reddy²

Luiz Balbino Morgado³

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo enfatizar a importância da coleta de dados de culturas e do meio ambiente durante a condução de experimentos, para melhor utilizar os resultados obtidos.

O clima apresenta variações no tempo e no espaço. As variações dos solos ocorrem no espaço. Por causa destas variações nas condições do meio ambiente, os resultados de pesquisa obtidos sob condições de sequeiro (chuvas) são altamente específicos para um experimento e/ou local. Para eliminar esta especificidade é necessário que se integrem tais resultados no tempo e no espaço. Para uma análise deste tipo, além dos fatores referentes às culturas, são necessárias informações básicas sobre os fatores do meio ambiente. Entretanto, a coleta de dados informativos durante a condução dos experimentos não é uma prática muito comum. De um modo geral isto ocorre não por causa

¹ Trabalho apresentado na I Reunião sobre Culturas Consorciadas no Nordeste, Teresina, Piauí, 24-28 de outubro de 1983, EMBRAPA-CPATSA-UEPAE de Teresina.

² Agroclimatologista, Ph.D., IICA/EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA). Endereço atual: c/o UNDP, Post Box 4595, Maputo, Mozambique.

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina, PE.

da falta de conhecimento de sua importância, mas sim da deficiência de material e instrumentos e, em alguns casos, carência de pessoal técnico especializado na instituição de pesquisa.

Os recursos financeiros e humanos, aplicados em tais condições, ajudarão aos pesquisadores na obtenção de algumas informações qualitativas, mas não na interpretação quantitativa dos dados. Isto facilita a transferência de tecnologia. Os avanços obtidos com os modelos matemáticos permitem uma integração, fácil e muito útil, de locais e/ou dados de experimentos específicos, usando-se um número mínimo de informações do meio ambiente.

O acompanhamento descritivo de cada experimento, juntamente com observações fenológicas das culturas e alguns dados do meio ambiente, semelhantes àqueles normalmente registrados em medições meteorológicas, formarão uma valiosa fonte de informação para futuras pesquisas. Em muitos casos os resultados experimentais só são conhecidos quando publicados na forma de artigo científico. Esta é uma prática comum em todo o mundo. A seguir, uma listagem destes dados é fornecida como referência.

Dados mínimos necessários que devem ser anotados no local de execução do experimento:

a) **Cultura:**

- datas de plantio e emergência
- datas de ocorrência dos principais estágios de desenvolvimento, ao longo de todo ciclo
- descrição dos referidos estágios e, se for o caso, citação da literatura pertinente
- produção de grãos (kg/ha)

- produção de matéria seca após a colheita (kg/ha)

b) Solo:

- classificação do solo
- capacidade de retenção de água do solo (mm)
- umidade inicial
- análise química (macro e microelementos)
- análise física e granulométrica

c) Clima:

- classificação (THORNTWAITE; HARGREAVES ou KOEPPEN)
- normais climáticas

d) Condições meteorológicas:

- precipitação pluviométrica diária (mm)
- evaporação diária em tanque descoberto (mm)
- temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima diárias ($^{\circ}\text{C}$)
- sempre que possível instalar o experimento em local onde haja estação meteorológica próxima

e) Manejo:

- descrever as principais variáveis que serão mantidas sob condições uniformes e controladas
- níveis de adubação
- culturas usadas e sistema de plantio (isolado ou consorciado)
- população e arranjo espacial das plantas

Neste estudo, portanto, são apresentados alguns resultados experimentais como exemplos, com discussão de suas limitações referindo-se aos dados necessários sobre as culturas e o meio ambiente. Também é mostrado um exemplo sobre a importância do cálculo de uso de água versus efeito do estresse de umidade na produtividade e como integrar os resultados experimentais quantitativamente.

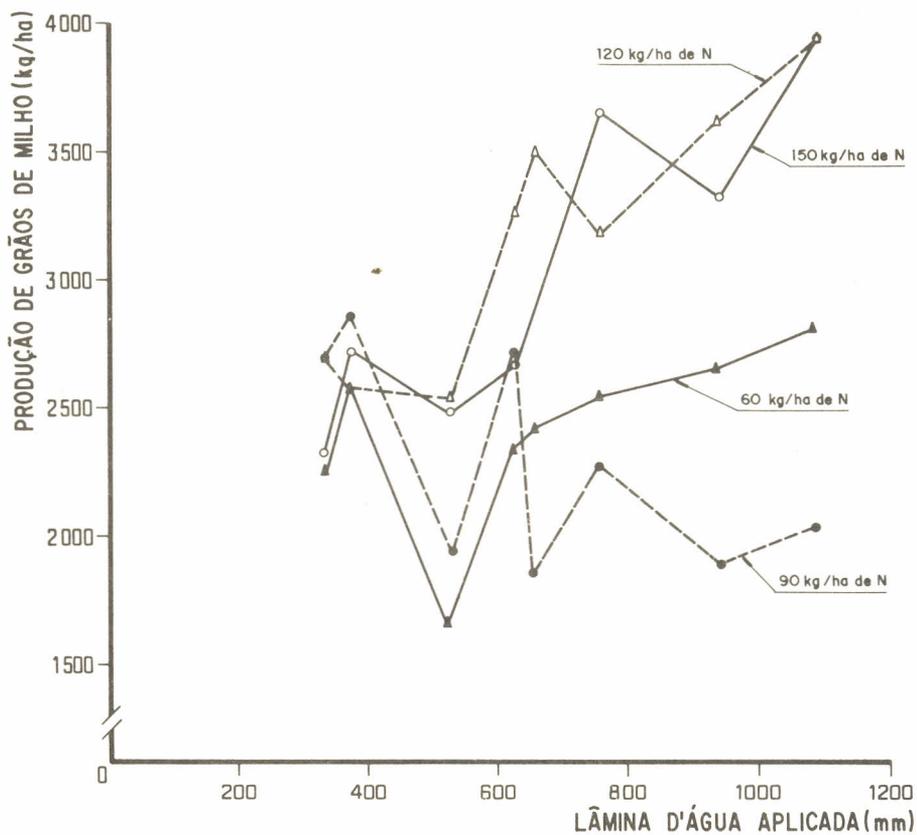
EXEMPLOS E DISCUSSÃO

Nos seis exemplos comentados a seguir não se tem a intenção de criticar nem de levantar qualquer dúvida sobre a precisão dos resultados. Apenas mostrar a importância da coleta de dados referentes às culturas utilizadas e ao meio ambiente para a integração de locais e/ou resultados.

1. Efeito da interação água x adubação nitrogenada na produção de milho

Mostra um caso simples (Fig. 1) com a cultura do milho, na Estação Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA (9° 24', 40° 25', 375m) em solo argiloso (Vertissolo), com capacidade de retenção de umidade de 200mm. Aragão & Pereira (1978) observaram, para este solo, capacidade de retenção de umidade de 150mm até a profundidade de 110cm. Estes resultados, obtidos por Poultney (1968), baseiam-se em dois experimentos distintos. No primeiro, a quantidade de água aplicada variou de 650 a 1.081mm enquanto que, no segundo, a variação foi de 324 a 614mm, com diferentes níveis de adubação (kg/ha de N).

Os resultados mostraram-se altamente irregulares para os diferentes níveis de N e de água aplicados mas, qualitativamente, pode-se deduzir que a produção aumentou com



des.: J.C. BEZERRA

FIG. 1. Variação na produção de milho com diferentes lâminas d'água e níveis de nitrogênio (N), na estação experimental de Mandacaru (Juazeiro, BA).

a aplicação de água acima de 550mm. Produção não é simplesmente uma função da quantidade de água aplicada, mas a intensidade de estresse de umidade durante os diferentes estágios de crescimento da cultura (Hiler & Clark 1971 e Corsi & Shaw 1974). Os resultados não especificam a distribuição do estresse (frequência de irrigação), nem a umidade inicial e a fertilidade do solo para as diferentes parcelas que poderiam ser úteis na quantificação dos resultados e na explicação das irregularidades dos dados obtidos.

2. Efeito de diferentes níveis de umidade no solo e adubação mineral (N e P_2O_5) na produção de sementes de algodão

Apresenta um caso mais complexo (Fig. 2) sobre o efeito de nitrogênio, fósforo e níveis de umidade no solo na produção de sementes de algodão, na Estação Experimental de Mandacaru, em solo argiloso. Os resultados obtidos, também por Poultney (1968), são apresentados de uma maneira integrada como quatro experimentos:

- 1) quatro níveis de nitrogênio com fósforo constante (120kg/ha de P_2O_5), sem estresse de umidade;
- 2) quatro níveis de fósforo com nitrogênio constante (90kg/ha de N), sem estresse de umidade;
- 3) quatro níveis de nitrogênio e quatro de fósforo, sem estresse de umidade;
- 4) quatro níveis de umidade disponível no solo (AWC) com três níveis de nitrogênio e fósforo constante (90kg/ha de P_2O_5).

Qualitativamente, pode-se deduzir que a produção de sementes de algodão aumentou com a aplicação de nitrogênio e fósforo e que esta variação é diferente para os diferen

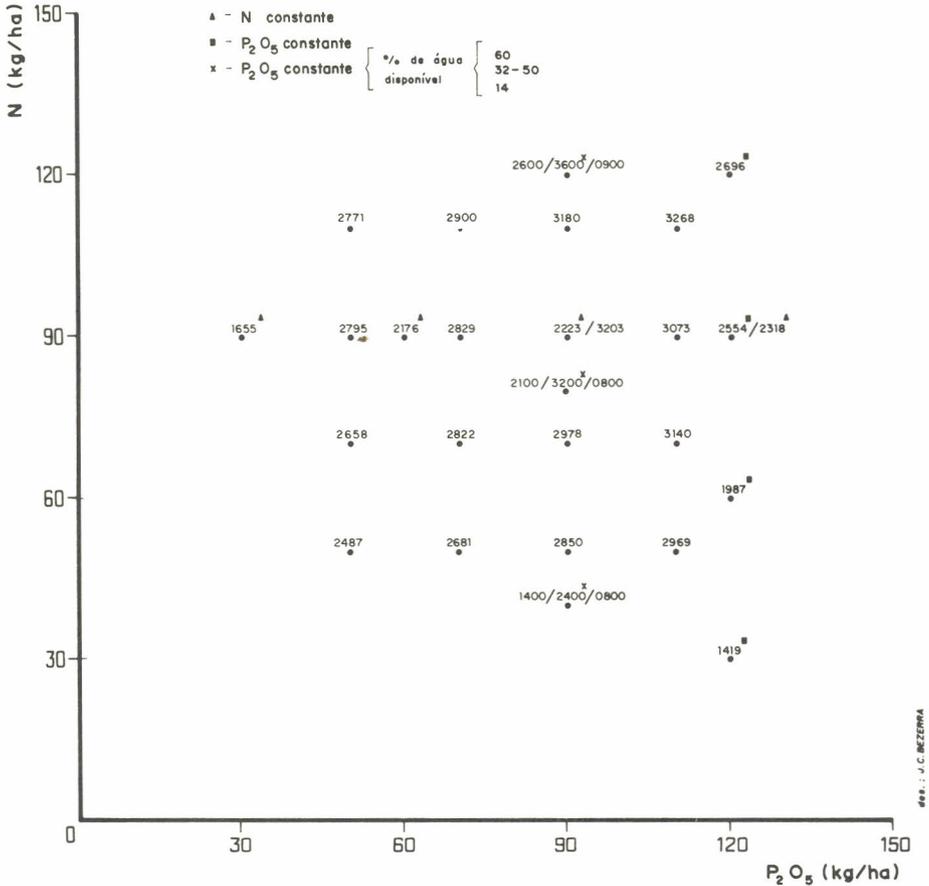


FIG. 2. Produção de sementes de algodão com aplicação de diferentes níveis de nitrogênio (N) e fósforo (P₂O₅) e de umidade no solo, na estação experimental de Mandacaru (Juazeiro, BA).

tes experimentos. Os experimentos 1 e 2 diferem dos experimentos 2 e 4. Segundo Poultney (1968) "o aumento qualitativo na produção de 750kg/ha com a aplicação de 50kg/ha de N e 50kg/ha de P_2O_5 é altamente significativo, embora uma adubação mais racional seria de 90kg/ha de cada". Em condições de baixa disponibilidade de umidade no solo (14%), o efeito de nitrogênio e fósforo na produção de sementes foi insignificante, enquanto que, em condições de alta disponibilidade de umidade (68%), houve aumento da produção com o aumento dos níveis de nitrogênio, mas a magnitude das produções geralmente foi menor em comparação com as produções obtidas com 32-50% de umidade disponível no solo. Isto pode estar relacionado com a concentração de argila e excesso de umidade na camada superficial do solo, pois os experimentos foram conduzidos em um Vertissolo, com uma concentração de argila variando de 35 a 50%, necessitando de melhor manejo.

Os resultados do experimento 4 sugerem que o algodão não responde a nitrogênio e fósforo, em condições de baixa disponibilidade de água no solo. Em condições de alta disponibilidade de água, a magnitude das produções foi baixa, embora os resultados indiquem que houve resposta a nitrogênio e fósforo. Destes resultados pode-se deduzir que os resultados dos experimentos 1 e 2 foram obtidos em condições de alta disponibilidade de água, enquanto que os resultados do experimento 3 foram obtidos em condições de umidade moderada. Se algumas informações básicas sobre irrigação e fertilidade inicial do solo estivessem incluídas no trabalho, tornar-se-ia possível a quantificação destas variações. Existem no trabalho outros dados semelhantes a estes, com outras culturas, em anos diferentes. Todos os resultados disponíveis são úteis somente para uma avaliação qualitativa, não podendo ser feita uma avaliação quantitativa.

3. Efeito do tipo de solo e adubação fosfatada na produção de milho

A Tabela 1 apresenta as produções de grãos de milho (Agrocere-17) em um Latossolo (Estação Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE) e em um Vertissolo (Estação Experimental de Mandacaru), obtidas no ano de 1963, com diferentes níveis de nitrogênio e fósforo (Richardson & Van Vugt 1965). De um modo geral, as produções de grãos foram baixas no Vertissolo (solo argiloso) em comparação com aquelas do Latossolo (solo arenoso). Isto foi observado também com sorgo, na Índia, por Reddy (1983) e Seetharama & Bidinger (1979). As produções no Vertissolo apresentaram alta irregularidade. Os resultados sugerem que estas divergências ou irregularidades podem ter ocorrido, talvez, devido à heterogeneidade e tipo de solo (concentração de argila, por exemplo). Para a quantificação destes resultados é necessário, talvez, que se separem as variações causadas pelo estresse de umidade e heterogeneidade do solo (umidade inicial e fertilidade do solo).

4. Efeito residual de fósforo na produção de milho

A Tabela 2 apresenta a produção de grãos de milho, em três blocos, obtida com a aplicação de diferentes níveis de nitrogênio e potássio e sob o efeito residual de fósforo, em um Latossolo, na Estação Experimental de Bebedouro, no ano de 1963 (Richardson & Van Vugt 1965). Talvez a grande variabilidade mostrada pelos resultados deva-se, principalmente, à heterogeneidade do solo. Seria necessária, portanto, a quantificação da umidade inicial e fertilidade do solo.

TABELA 1. Produções de grãos de milho (Agrocere-17), em kg/ha, obtidas em Mandacaru (Vertissolo) e Bebedouro (Latossolo), com diferentes níveis de nitrogênio (N) e fósforo ($P_{25}O_5$).

N	kg/ha		Mandacaru (Vertissolo 536)	Bebedouro (Latossolo 37 AB)
		$P_{25}O_5$		
0		0	1590	6768
0		60	2154	4225
0		120	2134	5054

60		0	966	5967
60		60	3744	7743
60		120	4227	7670

120		0	906	4736
120		60	5181	8366
120		120	6809	7808

Data de plantio:			20.12.63	31.10.63
Data de colheita:			24.04.64	29.02.64
Espaçamento (cm):			80 x 30	80 x 30
Tipo de irrigação:			gravidade	aspersão
pH do solo:			8,0	5,8

TABELA 2. Produção de grãos de milho (Agrocères-17) em kg/ha, obtida em Bebedouro, com diferentes níveis de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) em três blocos.

N	K ₂ O	BLOCOS		
		I	II	III
30	30	1275	2246	1174
30	60	1819	1913	1341
60	30	2062	3178	2246
60	60	2547	1496	2511
120	30	2844	4380	4486
120	60	1866	4783	2971

Tipo de solo: Latossolo 37 AA

5. Variação das produções de algodão, caupi e milho

A Tabela 3 apresenta as produções do consórcio algodão x caupi x milho em diferentes tratamentos, em Patos, PB, no ano de 1979. Os resultados são baseados em três experimentos distintos (EMBRAPA-CNPA 1981).

Os dados do experimento 3 exprimem claramente a competição associada à época de plantio. Entretanto, não existe nenhuma informação básica para quantificar esta variação. As produções de milho e caupi nos tratamentos 1 e 2 são diferentes e a causa desta variação não é explicada. Portanto, nada se conclui com base nestes dados. Esta informação poderia ser interpretada de um modo mais significativo, se o estresse de umidade fosse avaliado durante os diferentes estágios de crescimento das culturas nos três experimentos. Este procedimento é explicado no próximo exemplo onde informações sobre os fatores do meio ambiente foram observadas.

6. Quantificação de resultados experimentais de campo através da simulação do balanço solo-água usando um número mínimo de dados sobre meio ambiente

As Figuras 3, 4 e 5 contêm diagramas que descrevem distribuições simuladas do uso de água pelo milho e o caupi, em plantio consorciado, na Estação Experimental da Caatinga (Petrolina, PE), durante a estação chuvosa nos anos de 1981, 1982 e 1983 (Morgado 1986). Foram aplicadas irrigações de salvação que tiveram início aos 48, 50 e 35 dias e terminaram aos 100, 105 e 90 dias após o plantio, respectivamente em 1981, 82 e 83. Nos cálculos do balanço de água no solo, com parâmetros como evapotranspiração total real (AE) e umidade do solo usando o modelo ICSWAB de Reddy (1983), a capacidade de retenção de umidade do solo é considerada como 100mm, com 75 dias para caupi e 140 dias para milho.

TABELA 3. Produção de algodão, caupi e milho, em plantio consorciado sob diferentes tratamentos, em Patos, PB (1979).

Espaçamento do algodão (m)	Densidade do algodão		Consórcio (milho + feijão)	Produção (kg/ha)		
	plantas/cova	plantas/ha		algodão	caupi	milho
Experimento I						
2,0 x 1,0	1	5000	Fileira simples	124	435	324
4,0 x 1,0	1	2500	Fileira dupla	98	601	418
4,0 x 0,5	1	5000	Fileira dupla	126	525	401
3,0 x 1,0	1	3333	Fileira dupla	103	548	672
2,0 x 1,0	2	10000	Fileira simples	142	394	424
4,0 x 1,0	2	5000	Fileira dupla	121	721	477
4,0 x 0,5	2	10000	Fileira dupla	97	469	400
3,0 x 1,0	2	6666	Fileira dupla	152	714	549
Experimento II						
2,0 x 1,0	algodão	+	Consórcio	120	139	353
2,0 x 0,5	algodão	+	Consórcio	128	121	359
1,0 x 1,0	algodão	+	Consórcio	260	242	461
1,0 x 1,0	algodão	sem	Consórcio	200	-	-
4,0 x 1,0	algodão	+	Consórcio	140	103	154
4,0 x 0,35	algodão	+	Consórcio	192	106	205
4,0 x 0,4	algodão	+	Consórcio	206	95	141
4,0 x 0,6	algodão	+	Consórcio	209	116	181
4,0 x 0,8	algodão	+	Consórcio	129	82	168
Experimento III						
Algodão isolado				374	-	-
Milho + caupi plantados simultaneamente com algodão				166	304	281
Milho + caupi plantados 15 dias após o algodão				218	140	268
Milho + caupi plantados 30 dias após o algodão				264	82	116
Milho + caupi plantados 45 dias após o algodão				283	1	52
Algodão + caupi simultaneamente			20-30 dias antes do milho	202	407	34
Algodão + milho simultaneamente			20-30 dias antes do caupi	247	1	491

Data de plantio: 14.02.79

Precipitação pluviométrica (mm):
janeiro = 80
fevereiro = 120
março = 240
abril = 60
maio = 40
junho = 10

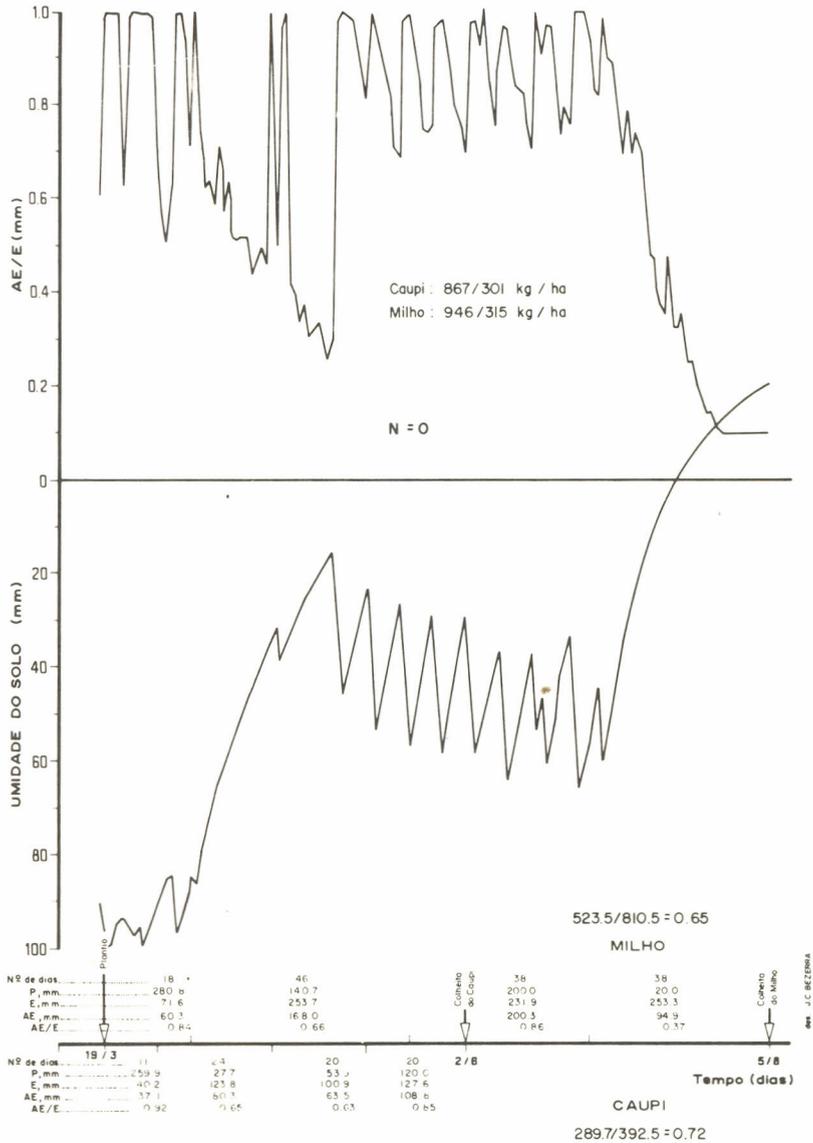


FIG. 3. Uso de água do milho e do caupi em plantio consorciado, no ano de 1981, na estação experimental da caatinga (Petrolina, PE).

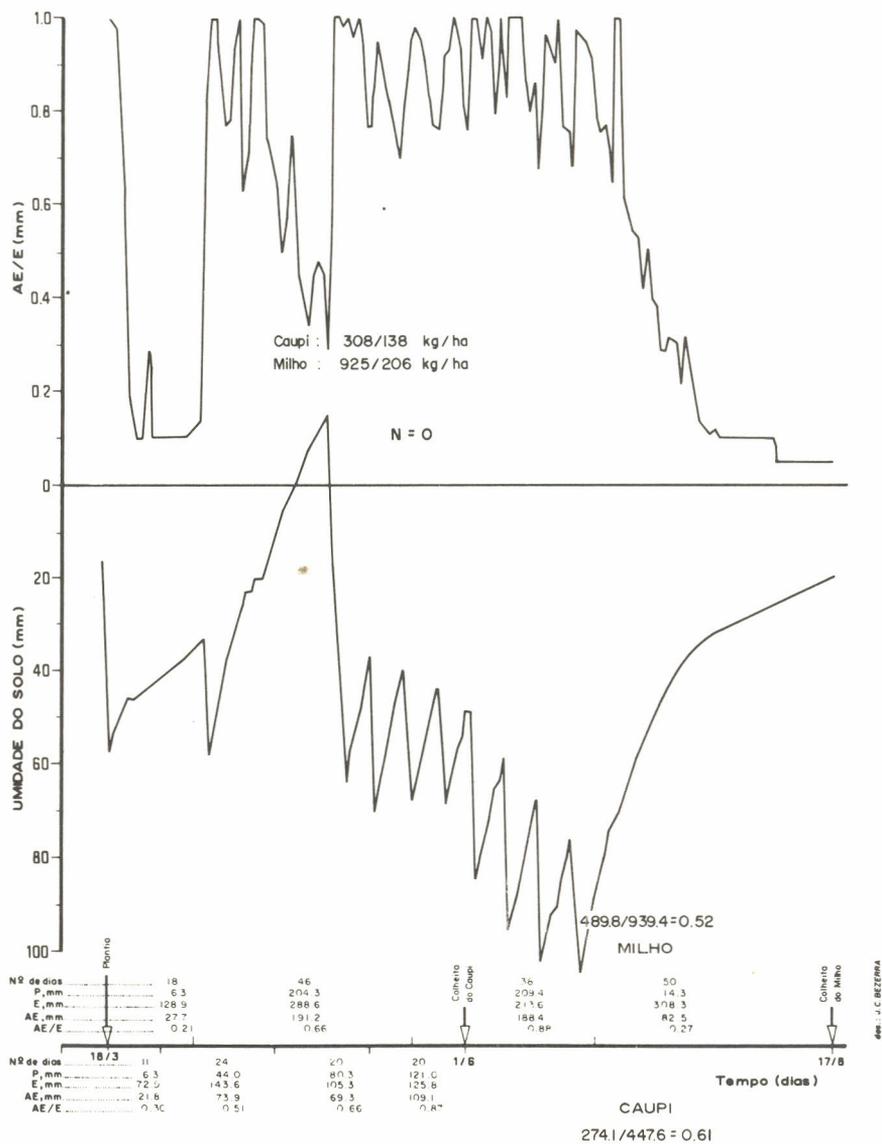


FIG. 4. Uso de água do milho e do caupi em plantio consorciado, no ano de 1982, na estação experimental da caatinga (Petrolina, PE).

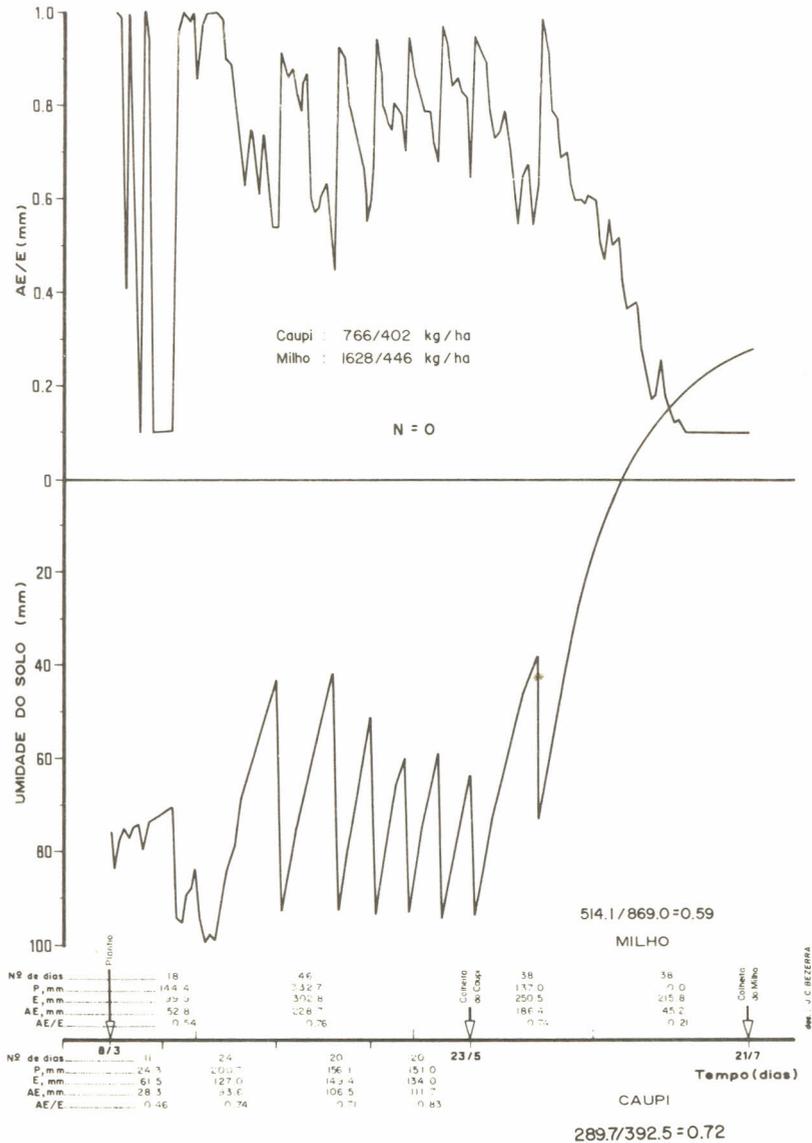


FIG. 5. Uso de água do milho e do caupi em plantio consorciado, no ano de 1983, na estação experimental da caatinga (Petrolina, PE).

A parte superior dos diagramas representa a AE/E diária (E = evaporação do tanque classe A com cobertura de tela); apresenta, também, as produções, em kg/ha, de milho e caupi (isolados e consorciados). A parte inferior dos diagramas representa o teor de umidade do solo diário. As tabulações representam:

- Nº de dias = número de dias em cada fase fenológica
- P, mm = precipitação pluviométrica ou irrigação
- E, mm = evaporação total em um estágio de crescimento
- AE, mm = evapotranspiração total real em um estágio de crescimento
- $(AE/E)_i$ = evapotranspiração relativa média para o estágio de crescimento i.

No período inicial de 50 dias (crescimento do caupi), os dados referentes a AE/E foram completamente diferentes nos três anos. Os diagramas também indicam que o uso de água é independente do nível de umidade do solo, mas que está relacionado, principalmente, com a frequência de irrigação e/ou chuva. A Tabela 4 apresenta os valores médios para a AE/E durante os quatro estágios de crescimento como também para todo o ciclo vegetativo, juntamente com a quantidade de água usada (AE, mm), produção de grãos (isolados e consorciados) e duração do ciclo vegetativo (plantio a colheita), para caupi e milho, durante os três anos. No caso do caupi, o uso de água foi maior em 1981 enquanto que a AE/E foi ligeiramente maior em 1982 do que em 1983, do mesmo modo que a produção de grãos; em 1982, em relação aos baixos valores para a AE/E, as produções foram muito baixas. No caso do milho, o uso de água foi, mais ou menos, o mesmo nos três anos.

TABELA 4. Uso de água e produção, em kg/ha, de caupi e milho na estação experimental da caatinga, no período de 1981/83.

Ano	Ciclo vegetativo		(AE/E) _i ** no estágio de crescimento +				Produção de grãos		Duração do ciclo vegetativo ≠ (dias)	Médias de observações	
	AE (mm)	AE/E*	1	2	3	4	Isolado	Consoiciado		Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
CAUPI											
1981	290	0,74	0,92	0,65	0,63	0,85	867	301	76		
1982	274	0,61	0,30	0,51	0,66	0,87	308	138	75		
1983	340	0,72	0,46	0,74	0,71	0,83	766	402	77		
MILHO											
1981	523	0,65	0,84	0,66	0,86	0,37	946	315	141	22,9	60,7
1982	490	0,52	0,21	0,66	0,88	0,27	925	206	153	23,9	66,7
1983	514	0,59	0,54	0,76	0,74	0,21	1628	464	136	25,1	64,7

* AE/E = média para todo o ciclo vegetativo

** (AE/E)_i = média para o período de crescimento i

≠ plantio à colheita

+ caupi = estágio de crescimento
 1: do plantio aos 11 dias
 2: dos 12 aos 35 dias
 3: dos 36 aos 55 dias
 4: dos 56 dias à colheita

+ milho = estágio de crescimento
 1: do plantio aos 18 dias
 2: dos 19 aos 64 dias
 3: dos 65 aos 103 dias
 4: dos 104 dias à colheita

A AE/E para todo o ciclo vegetativo não explica a variação nas produções, especialmente nos anos de 1981 e 1983. Portanto, pode ser deduzido que o uso de água total ou a AE/E para todo o ciclo vegetativo não são os verdadeiros indicadores do potencial produtivo.

A transformação destes resultados em uma fórmula matemática ajudará na interpretação da informação. Com esta finalidade duas fórmulas de função são escolhidas:

$$Y = a + \sum_{i=1}^n b_i (AE/E)_i$$

$$Y = a [f (AE/E)_i]^{\lambda_i}$$

onde:

Y = produção de grão, kg/ha

a = constante da regressão, kg/ha

$(AE/E)_i$ = média de AE/E para os estágios de crescimento i

$f(AE/E)_i = [1 - \{1 - (AE/E)_i\}^2]$ com base em Minhas et al. (1974)

λ_i e b_i = fatores de sensibilidade dos estágios de crescimento i a serem derivados.

A equação 1 é uma função linear de $(AE/E)_i$ enquanto que a equação 2 é uma função não linear de $f(AE/E)_i$, com i variando de 1 a n estágios de crescimento. Neste exemplo, n é igual a 4 mas, para resolver estas equações, é necessário, pelo menos, um número de dados igual a n+1. Os dados disponíveis são só para três anos, quer dizer, $n + 1 = 2 + 1$. Isto significa que só podem ser usadas, no máximo, informações para dois estágios de crescimento.

Observa-se, através da Tabela 4, que, no caso do caupi, os valores para AE/E no estágio de crescimento 4 foram mais ou menos iguais e que os valores para o estágio 3 não repercutiram significativamente na produção. Por esta razão, para resolver as equações 1 e 2, foram usados os dados referentes aos estágios de crescimento 1 e 2. Os resultados são mostrados na Tabela 5. Fato semelhante aconteceu com o milho. Os valores para AE/E nos estágios de crescimento 3 e 4 não causaram variação na produção; por isso, para resolver as equações 1 e 2 foram usados somente os dados dos estágios de crescimento 1 e 2. Os resultados são apresentados, também, na Tabela 5.

As equações da Tabela 5 explicam 100% das variações nas produções de grãos de caupi e milho, isolados e consorciados. Igualmente os modelos linear e não linear apresentam um padrão consistente em termos de resposta de diferentes estágios de crescimento na produção.

No caso do caupi, o efeito do estágio de crescimento 1 é um terço do efeito do estágio de crescimento 2 no plantio isolado e é insignificante no consorciado. O efeito proporcionado pelo estágio de crescimento 2 é maior no consorciado do que no isolado. Para o milho, a resposta do estágio de crescimento 1 é insignificante no plantio isolado, mas tem efeito, embora pouco, na produção do consorciado, e a resposta do estágio de crescimento 2 é maior no plantio isolado. Isto é exatamente o oposto da situação do caupi.

Os resultados sugerem que a água requerida para o milho no estágio de crescimento 1 é somente para manter o crescimento. Qualquer dano no estágio de crescimento 2 repercute na produção e o efeito proporcionado é maior para o milho do que para o caupi. Isto pode ser explicado pelo efeito do estresse de umidade que é menor no caupi,

TABELA 5. Produção de milho e caupi, isolados e consorciados, sob condições de estresse de umidade, durante dois estágios de crescimento.

Produção	Cultura	Sistema de plantio	Modelo linear			Modelo não linear			
			$\frac{Y_o}{\text{kg/ha}}$	a	b_1	b_2	$\frac{a}{Y_o, \text{ kg/ha}}$	λ_1	λ_2
Y	caupi	isolado	1476,3	- 678,2	536,2	1618,3	1288	0,90	3,0
Y/Y _o	caupi	isolado		- 0,46	0,36	1,096	1,0	0,90	3,0
Y	caupi	consorciado	702,0	- 447,15	4,41	1144,76	588,8	0,06	5,12
Y/Y _o	caupi	consorciado		- 0,637	0,006	1,63	1,0	0,06	5,12
Y	milho	isolado	3304,1	- 3649,2	33,3	6920,0	2738	0,02	8,318
Y/Y _o	milho	isolado		- 1,104	0,01	2,094	1,0	0,02	8,318
Y	milho	consorciado	1025,77	- 1156,3	173,02	2009,05	807	0,44	7,261
Y/Y _o	milho	consorciado		- 1,127	0,169	1,96	1,0	0,44	7,261

$$Y = a [1 - (1 - (AE/E)_i)^2]^\lambda_i \quad - \text{Modelo não linear}$$

$$Y = a + b_1 (AE/E)_1 + b_2 (AE/E)_2 \quad - \text{Modelo linear}$$

Se $(AE/E)_i = 1$ então $Y = Y_o$

devido ao baixo potencial produtivo e a tolerância à seca da variedade, enquanto que a variedade do milho é sensível à seca com alto potencial produtivo.

As discussões acima são apenas um exemplo. Estes resultados não podem ser extrapolados para outras regiões, porque os dados usados para o calculo das equações são baseados em apenas três anos. A produção varia também com o tipo de solo (exemplo 5), local e época de plantio (Queiroz et al. 1974 e Santos et al. 1981), e níveis de adubação (exemplo 3). Entretanto o potencial produtivo de 5,3t/ha para milho alcançado por Queiroz et al. (1974), em condições ótimas de umidade e fertilidade no solo, é diferente do valor estimado pela equação 2, em condições de estresse de umidade; o valor obtido com caupi, através da equação 2, concorda com o potencial produtivo de 1,2t/ha, obtido por Miranda (1979).

O caupi não apresentou variação no ciclo vegetativo (plantio a colheita) durante os três anos (75 a 77 dias), enquanto que para o milho houve grande variação; em 1982, o ciclo foi de 153 dias e em 1983, de 136, com uma diferença de 17 dias. Isto pode ter ocorrido por várias razões: a) período do ciclo maior em 1982 causado por estresse de umidade no estágio inicial de crescimento; b) menor ciclo em 1983 com a suspensão das irrigações de salvação mais cedo (este fenômeno foi observado com grão-de-bico por Reddy 1983); c) variação na combinação temperatura e umidade relativa nos diferentes estágios de crecimento (a Tabela 4 apresenta temperatura e umidade relativa médias durante o ciclo das culturas para 1981, 1982 e 1983; a maior temperatura média em 1983 pode ter ajuda do na redução do ciclo vegetativo, nos demais anos não está bem claro). Para quantificar estes aspectos são necesárias mais informações por causa das interações existentes.

CONCLUSÕES

1. Há necessidade de se coletarem dados básicos sobre o meio ambiente para que os resultados experimentais sejam melhor interpretados.
2. Em qualquer experimento de campo, a coleta de dados sobre o meio ambiente e as culturas é essencial para a integração de locais e/ou dados de experimentos específicos.
3. As informações devem ser catalogadas para serem usadas em pesquisas futuras e na transferência de tecnologias geradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, O.P. & PEREIRA, J.R. Comportamento da cana-de-açúcar sob diferentes regimes de irrigação. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, s.d. 29p.il. Trabalho apresentado no IV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, Salvador, 1978.
- CORSI, W;C. & SHAW, R.H. Evaluation of stress indices for corn in Iowa. *Iowa State J. Sci.*, 46:79-85, 1974.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, Campina Grande, PB. Relatório técnico anual 1979. Campina Grande, 1981. 208p.
- HILER, E.A. & CLARK, R.N. Stress day index to characterize effects of water stress on crop yields. *Trans. ASAE*, 14(4):757-61, 1971. *
- MINHAS, B.S.; PARIKH, K.S. & SRINIVASAN, T.N. Toward the structure of a production function for wheat yields with dated inputs of irrigation water. *Water Resour: Res.*, 10(3):383-93, 1974.
- MIRANDA, P. Melhoramento do caupi pela Empresa de Pesquisa Agropecuária-IPA. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1979. 24p. Trabalho apresentado no I Curso de Treinamento para Pesquisadores de Caupi, Goiânia, GO, 1979.

- MORGADO, L.B. Níveis de adubação para culturas consorciadas: Resposta do milho a nitrogênio em plantios isolado e consorciado com caupi sob déficit de água no solo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 21(4):375-82, abr. 1986.
- POULTNEY, R.G. Survey of the São Francisco river basin-Brazil; final report. Recife, PE, FAO/SUDENE, 1968. 136p.
- QUEIROZ, M.A. de; COSTA, S.N. da; LOPES, L.H. de O. & LISBOA, A.S. Influência da época de plantio de milho sobre a produção de grãos, em condições de cultivo irrigado no submédio São Francisco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 10, Sete Lagoas, MG, 1974. *Anais...* Sete Lagoas, MG, EMBRAPA-CNPMS, 1974. p.63-5.
- REDDY, S.J. A simple method of estimating the soil water balance. *Agric. Meteorol.*, 28(1):1-17, Jan. 1983.
- RICHARDSON, G.F. & VAN VUGT, C.T. Survey of the São Francisco river basin(Brazil); final agronomic considerations. Roma, FAO/SUDENE, 1965, 1v.
- SANTOS, M.X. dos; TIMÓTEO SOBRINHO, A.; QUEIROZ, M.A.de; MELO, J.N. de & NASPOLINE FILHO, V. *Introdução e seleção do milho Centralmex no Nordeste do Brasil*. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 20p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 9).

SEETHARAMA, N. & BIDINGER, F.R. ICRISAT sorghum
physiology. Patancheru, A.P., India, ICRISAT, 1979.
67p. (ICRISAT. Progress Report, 2).

Editoração: Elisabet Gonçalves Moreira
Composição: Margarida Maria Lima do Nascimento Santiago
Desenhos/Figuras: José Clétis Bezerra
Normatização bibliográfica: SID/CPATSA

GRAFSET
Gráfica e Editora

Rua Vigolveno Wanderley, 245 - Fone: (083) 321.2090 - 58.100 - Campina Grande - Paraíba.