

# DENSIDADE DE PLANTIO E IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NA RESPOSTA DE TRÊS VARIEDADES DE MILHO AO DÉFICIT HÍDRICO NA REGIÃO DOS CERRADOS<sup>1</sup>

WALDO ESPINOZA, JUSCELINO AZEVEDO, LUIZ A. ROCHA<sup>2</sup>

**RESUMO** - Nos anos agrícolas 1976/77 e 1977/78 e época seca de 1977, foi conduzido em solo LVE, um estudo visando a avaliar os efeitos da irrigação suplementar e da densidade de plantio (20.000 até 80.000 plantas/ha) sobre três variedades de milho (*Zea mays* L.): Cargill-111X, Cargill 501 e Piranão, em relação ao déficit hídrico originado pela ocorrência de veranicos naturais e simulados, de comprimento variável, principalmente na fase de florescimento das culturas. Os resultados indicam que a irrigação suplementar permite duplicar os rendimentos, que poderão atingir de 5.000 até 6.000 kg/ha, sendo a variedade C-111X a de maior potencial de rendimento, e a Piranão a de menor, com densidades de plantio na faixa de 40.000 até 60.000 plantas/ha e 80 cm entre as fileiras. No plantio em sequeiro, a variedade C-111X aparece como a melhor adaptada às condições do Cerrado, em população de 20.000 até 40.000 plantas/ha, com reduções de rendimento, devido aos veranicos de quatorze a dezesseis dias, de 1.061 até 1.466 kg/ha, com 20.000 e 80.000 plantas/ha, respectivamente. No caso da variedade C-501, as perdas variaram de 331 até 2.617 kg/ha para densidades de 20.000 até 80.000 plantas/ha, respectivamente. Para períodos de seca de 42 dias, o efeito da densidade de plantio foi, em geral, de pouca significância. Os resultados podem ser explicados em função da maior capacidade de perdas de água por transpiração, nas culturas com altas populações de plantas. A densidade de plantio parece ser uma prática importante de manejo dos solos de Cerrado, considerando-se a baixa capacidade de retenção de água, a profundidade efetiva das raízes, que não ultrapassa os 45 cm, e os períodos sem chuva, cujo comprimento mais provável não vai além dos quinze dias.

Termos para indexação: deficiência hídrica, retenção de água, evapotranspiração, manejo do solo.

## PLANTING DENSITY AND SUPPLEMENTARY IRRIGATION ON THE RESPONSE OF THREE CORN CULTIVARS TO WATER DEFICIT IN THE "CERRADOS" REGION

**ABSTRACT** - A study was conducted from 1976 through 1978, to evaluate the effect of supplementary irrigation and planting density (20,000 to 80,000 plants/ha) on the response of three corn cultivars: (*Zea mays* L.) Cargill - 111X, Cargill 501 and Piranão, to natural or induced water deficits at critical plant stages. The data indicate that supplementary irrigation doubled yields, attaining 5 or 6 tons/ha, the most promising being the cultivar C-111X in population of 40,000 to 60,000 plants/ha. During rainfall period, best results were obtained again with the cultivar C-111X, with an optimum population ranging from 20,000 to 40,000 plants/ha. Yield reductions due to drought were dependent on plant population and the extent of the drought period. Plant population seems to be a useful crop management practice to reduce the negative effect of drought periods of less than 25 days.

Index terms: water deficiency, water retention, evapotranspiration, soil management.

### INTRODUÇÃO

Na região dos cerrados, os rendimentos das culturas, na época das águas, são fortemente afetados pelos dias sem chuva - fenômeno climático conhecido popularmente como veranico -, que ocorrem regularmente durante os meses de janeiro ou fevereiro, coincidindo, muitas vezes, com o período de florescimento da planta. Diversos pesquisadores têm testado práticas de manejo de solo, água e planta como uma forma de maximizar a eficiência

do uso de água das culturas e, assim, reduzir os efeitos do déficit hídrico. Yao & Shaw (1964) e Alessi & Power (1975) verificaram que elevadas densidades de plantio permitem maior interceptação da energia radiante e possibilitam a chegada de menor quantidade de energia à superfície do solo, evitando, assim, perdas pelo componente evaporação e evapotranspiração. Hicks & Stucker (1972) mostraram que o rendimento máximo do milho é atingido com o IAF (Índice de Área Foliar) igual a 4,0. Contudo, em Israel, Lomas et al. (1974) observaram que a eficiência de uso de água é reduzida pelos elevados valores de radiação total das regiões semi-áridas, porque a planta de milho tem uma baixa intensidade de saturação de luz, de 0,40 ly (230 - 280 lux), fazendo com que a taxa fotossin-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 7 de dezembro de 1979.

<sup>2</sup> Eng.º Agr.º, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) - EMBRAPA, km 18 BR 020, Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 70.0023, CEP 73.300 - Planaltina, DF.

tética chegue a ser independente da intensidade luminosa.

McPherson & Boyer (1977) concluíram que o processo de translocação é menos inibido do que a fotossíntese durante um período de seca, quando o potencial de água na folha de milho atinge de -18 até -20 bares.

Moll & Kamprath (1977) afirmam que, sob condições em que a água do solo não é um fator limitante, um aumento na densidade de plantio, até 50.000 plantas/ha, resulta em maiores rendimentos por hectare. Tanner et al. (1960) postularam que elevadas populações de milho apresentariam uma evapotranspiração (ET) mais elevada do que as baixas populações, o que seria devido à diferença na magnitude do componente transpiração da ET, embora Yao & Shaw (1964) tenham encontrado que as maiores densidades de plantio apresentaram ET mais baixa, por ser menor a radiação líquida que penetrava na vegetação. Segundo Ching Choy et al. (1977), a literatura parece indicar que no caso de muitas culturas com plantios em espaçamentos estreitos se obtém um sombreamento mais completo do solo, reduzindo, assim, a radiação líquida que chega a todas as folhas da planta. Tal fato gera uma ET que pode ser menor que aquela apresentada pela mesma cultura, quando em menor densidade de plantio.

Em muitos estudos relacionados com o efeito da densidade de plantio, o fornecimento da água tem sido geralmente suficiente para satisfazer as necessidades das culturas. Conseqüentemente, a teoria de que uma elevada população aumenta a produtividade, devido à maior exposição à radiação solar e CO<sub>2</sub>, pode não ser aplicada em regiões onde a água pode limitar os rendimentos das culturas. Contudo, Dale & Shaw (1965) não observaram efeito da densidade de plantio de 20.000 até 40.000 plantas/ha, sobre o rendimento do milho, em condições de déficit hídrico induzido. Alessi & Power (1975) mencionam que na região Centro-Oeste dos Estados Unidos, sob condições semi-áridas, os melhores rendimentos foram obtidos com plantios de 30.000 até 40.000 plantas/ha. O maior espaçamento originou espigas de maior peso e mais numerosas, por planta.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da densidade de plantio sobre a resistência

ao déficit hídrico de três variedades de milho e determinar, ao mesmo tempo, o efeito de redução de produção devido aos veranicos, como também, o potencial de produção das culturas, quando a água não é fator limitante para o desenvolvimento das culturas

#### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido num solo LVE (Latossolo Vermelho-Escuro), no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, da EMBRAPA (CPAC/EMBRAPA), Planaltina-DF, durante as épocas chuvosas de 76/77 e 77/78 (Experimentos 1 e 3) e durante a época seca de 1977 (Experimento 2).

Foram estudadas três variedades de milho: Cargill 111X, Cargill 501 e Piranão, em densidades de plantio de 20.000, 40.000, 60.000 e 80.000 plantas/ha, em espaçamento de 80 cm entre as fileiras, com irrigação e sem irrigação suplementar. A cultivar Cargill 111X tem características tropicais e se constitui de plantas altas, com ciclo longo. A cultivar Cargill 501 apresenta plantas de porte mais baixo, de características tropicais e de ciclo mais precoce. A Piranão é de menor porte, possui características tropicais, sendo também de ciclo curto e folhas largas.

No caso da irrigação suplementar, a água foi aplicada no sulco de irrigação toda vez que a tensão de água atingiu 0,6 bar nos primeiros 15 cm de profundidade do solo. Por sua vez, nos tratamentos sem irrigação, as cultivares sofreram os efeitos do déficit hídrico, decorrentes de períodos de comprimento variável sem chuva. No ano agrícola 76/77, o veranico foi de 41 dias (5 de fevereiro até 16 de março de 1977) e no ano agrícola 77/78, o veranico foi de 16 dias (19 de janeiro até 2 de fevereiro de 1978). Nos dois casos, o período ocorreu durante as fases de florescimento das culturas. No experimento conduzido na época seca de 1977, no tratamento sem irrigação, foi simulado um período de veranico mediante a suspensão da irrigação por três semanas, a partir do início da floração feminina, para cada uma das cultivares em estudo.

Os três experimentos foram conduzidos no mesmo local, com três repetições, num delineamento experimental "split-split plot", no qual a irrigação constituía a parcela principal e as cultivares e populações representavam as subparcelas e sub-subparcelas, respectivamente. Os três plantios foram efetuados no mesmo local, com diferente casualização em cada ano. A adubação completa mais micronutrientes foi a recomendada\* pelo CPAC/EMBRAPA, de acordo com os resultados da análise química dos solos.

A irrigação foi feita com sifões de 1/2" de diâmetro e carga hidráulica de 10 cm. No período de maior desenvolvimento da cultura, o tempo de irrigação para cada sulco

\*Adubação correção (1º ano): 240 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg/ha K<sub>2</sub>O aplicado a lanço.

Adubação manutenção: 80 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 kg/ha N + 30 kg/ha ZnSO<sub>4</sub> + 30 kg/ha K<sub>2</sub>O.

de 10 metros de comprimento foi de 35 minutos, suficiente para molhar o solo até uma profundidade de 45 cm.

As datas de plantio foram as seguintes: Experimento 1, 19 de novembro de 1976; Experimento 2, 6 de maio de 1977, e Experimento 3, 17 de novembro de 1977. As características de fertilidade do solo antes da adubação de correção aparecem na Tabela 1 e a da precipitação pluvial, na Tabela 2 e na Fig. 1, para o ano agrícola 1977/1978.

Os resultados dos experimentos foram avaliados pelos seguintes parâmetros: produção de grãos (kg/ha); % redução de produção, em relação aos rendimentos obtidos com fornecimento normal de água; índice de área foliar (IAF), obtido com o medidor de área foliar (Lambda Instruments L1-3000); potencial de água na folha medido às 8 e 15 horas, com a bomba de Scholander (Scholander et al. 1965), na quarta folha de cima para baixo, quinze dias após o início da seca; número de espigas por planta; peso médio de grãos da espiga; estádios fenológicos, segundo Hanway (1964).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de rendimentos sob as condições do experimento, aparecem nas Fig. 2, 3 e 4.

Nessas figuras, verifica-se que a resposta à irrigação suplementar (significativa ao nível de 1% em todos os casos) foi maior no caso das cultivares C-111X e Piranão, na época das águas, em 76/77; maior no caso da C-501 e Piranão, na época da seca, em 77; e aproximadamente similar para as três cultivares, na época das águas, em 77/78.

No primeiro caso, os resultados são explicados pela extensão do período da seca, de 42 dias, e pela fenologia da cultura. Nesta ocasião, a cultivar precoce C-501 foi menos afetada porque o processo de floração e polinização foi completado antes do início do período da seca, o que não aconteceu com as cultivares C-111X e Piranão, que iniciaram e completaram seu ciclo reprodutivo durante o período da seca.

Durante o inverno de 1977, sob condições de um período de seca controlado (veranico simulado), verificou-se que a cultivar C-501 teria um po-

TABELA 1. Algumas características físicas e químicas do perfil do solo Latossolo Vermelho-Escuro, usado nos Experimentos.\*

Camada (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	pH água	Cations trocáveis			Sat. Al. (%)	Fósforo dispon. (ppm)
						Al	Ca + Mg	K		
						mEq/100 g				
0 - 10	36	19	45	1,05	4,9	1,9	0,4	0,10	79	1,00
10 - 35	33	19	48	1,05	4,8	2,0	0,2	0,05	89	<1,00
35 - 70	35	18	47	0,95	4,9	1,6	0,2	0,05	88	<1,00
70 - 150	35	18	47	0,95	5,0	1,5	0,2	0,01	88	<1,00

\*Relatório Técnico Anual do CPAC - EMBRAPA, 1976.

TABELA 2. Característica da precipitação pluvial (mm) mensal. CPAC - EMBRAPA.\*

Mês	Ano agrícola 76/77	Ano agrícola 77/78	Média 35 anos (Formosa - GO)
Julho	12,1	0,0	5,5
Agosto	3,6	0,0	2,5
Setembro	140,7	9,6	30,0
Outubro	160,5	98,9	127,1
Novembro	321,7	170,4	255,3
Dezembro	243,4	226,6	342,5
Janeiro	388,8	287,1	271,9
Fevereiro	50,2	231,3	204,2
Março	108,3	257,7	220,6
Abril	154,5	133,1	42,7
Máio	51,3	53,2	17,0
Junho	18,7	0,0	3,2

\*Relatório Técnico Anual do CPAC - EMBRAPA, 1976.

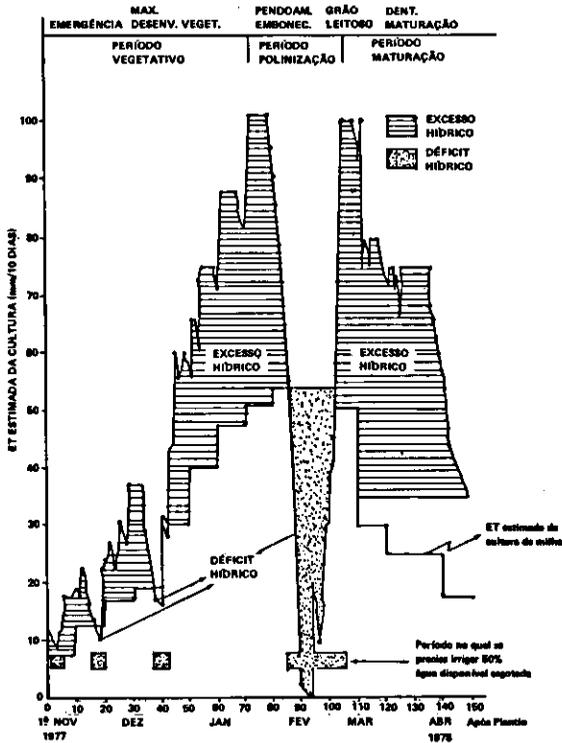


FIG. 1. Balanço hídrico numa cultura de milho no ano agrícola 77/78, estimada segundo a ET potencial, distribuição das chuvas, fenologia e a profundidade do desenvolvimento radicular.

tencial de produção mais elevado do que as outras, se a água não fosse limitante. A cultivar C-501 seria mais recomendável para condições de temperaturas e/ou umidades relativas, mais baixas, que caracterizam a época da seca nos Cerrados. Ao mesmo tempo, a cultivar C-111X aparece como melhor adaptada às condições ambientais da época das chuvas.

Na época das águas, em 77/78, observou-se que a cultivar C-501 respondeu à irrigação suplementar de forma apreciável, embora o período de seca não tenha sido superior a 16 dias. Isto se explica porque as cultivares C-501 e Piranão tiveram seu início de floração naquele período e a cultivar C-111X teve sua floração iniciada após o término do período de seca (Fig. 5). Estes resultados confirmam o fato, já verificado em outras regiões, de que as épocas de floração e polinização são as mais sensíveis para as culturas, sob o ponto de vista do fornecimento de água.

Em geral, quando a água não é o fator limitante, os maiores potenciais de rendimento correspondem às variedades C-111X > C-501 >> Piranão, observando-se que a irrigação suplementar praticamente duplicou os rendimentos. Em muitos casos, com a irrigação suplementar foram obtidos até

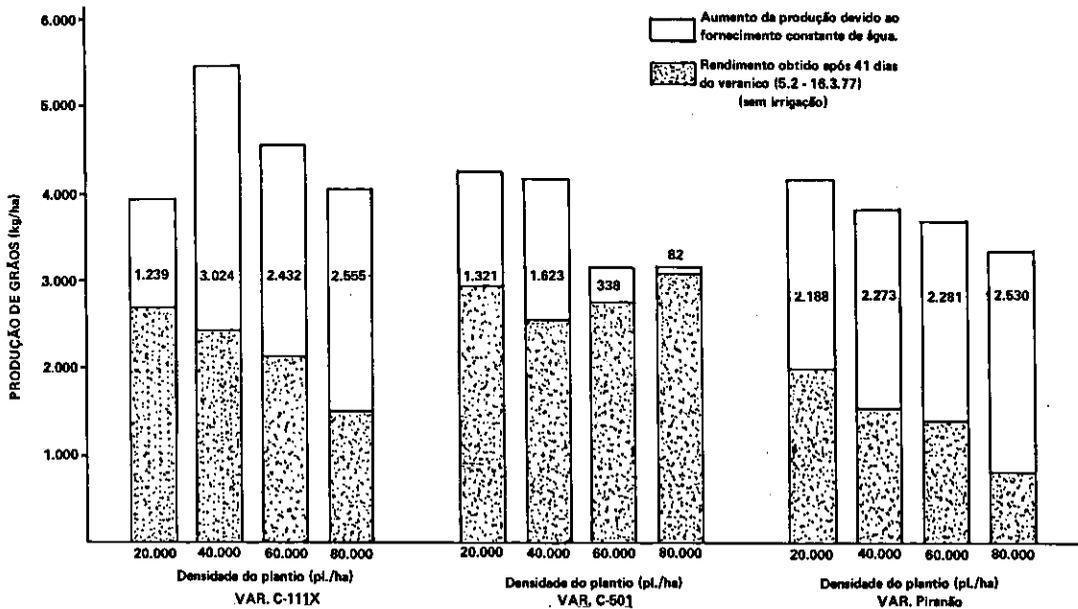


FIG. 2. Resposta de três cultivares de milho a um período de seca de 41 dias e à irrigação suplementar, em função da densidade de plantio, no ano agrícola 76/77.

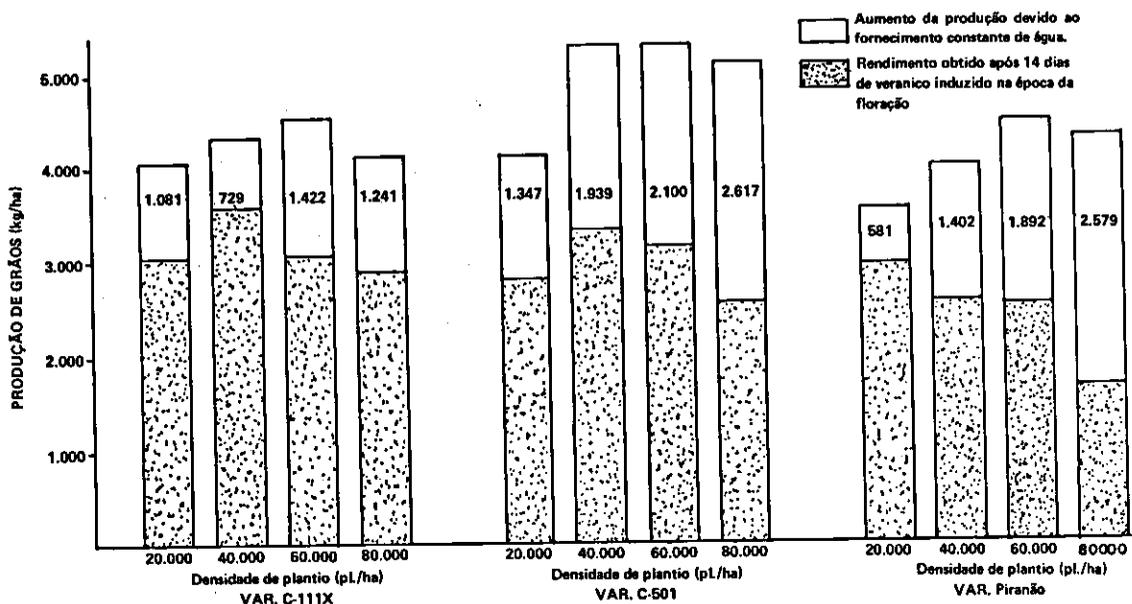


FIG. 3. Resposta de três cultivares de milho a um veranico simulado de quatorze dias e à irrigação suplementar, em função da densidade de plantio durante a época seca de 1977.

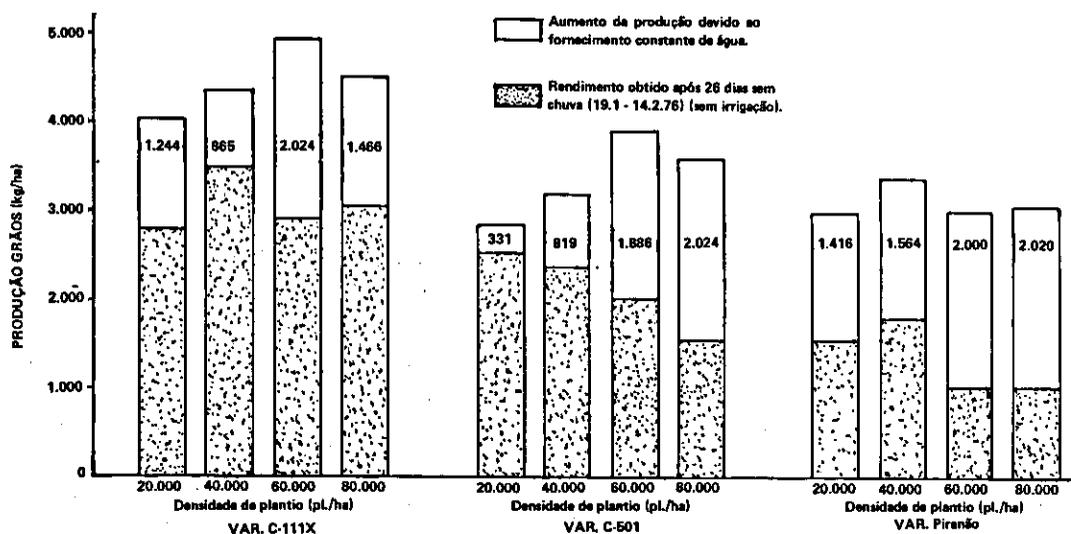


FIG. 4. Resposta de três cultivares de milho a um veranico de 16 dias e à irrigação suplementar, em função da densidade de plantio, no ano agrícola 77/78.

2.500 kg/ha a mais, em comparação com os tratamentos que receberam água de chuva somente, e sofreram déficit hídrico. Os rendimentos potenciais, em condições irrigadas, atingiram em média 5.000 - 6.000 kg/ha para as melhores variedades, sendo que com as variedades C-111X e C-501, os rendimentos mais elevados foram obtidos com até 60.000 plantas/ha, não existindo grandes diferen-

ças com as outras densidades de plantio.

Contudo, a maior proporção do milho na área dos Cerrados é cultivada sob condições de sequeiro. Sob estas condições, o efeito da densidade de plantio parece ter a maior importância devido à sua relação com a economia de água pela evapotranspiração. Em geral, observa-se nas Fig. 2, 3 e 4 que, à medida que se aumenta a densidade de

plântio, há uma redução nos rendimentos, sendo mais sensíveis as variedades C-501 e Piranão.

A Fig. 6, no caso da variedade C-111X, mostra que a redução em rendimento, com relação às plantas que receberam irrigação suplementar para períodos de seca de quinze a 20 dias, variou em torno de 25 a 30%, para as populações de 20.000 e 80.000 plantas/ha, mas, para as de 40.000 plantas/ha, a redução foi de 20 a 25%. A situação dife-

riu quando houve 41 dias de seca (ano agrícola 76/77), pois se notou que nas menores densidades de plântio, de 20.000 plantas/ha, houve uma redução em rendimento de 30%, em comparação com a de 63%, na densidade de 80.000 plantas/ha. Na variedade C-501, as reduções em rendimento foram de 10 a 32% e de 50 a 55% para as densidades de 20.000 e 80.000 plantas/ha, respectivamente. As reduções de produção, correspondentes às popula-

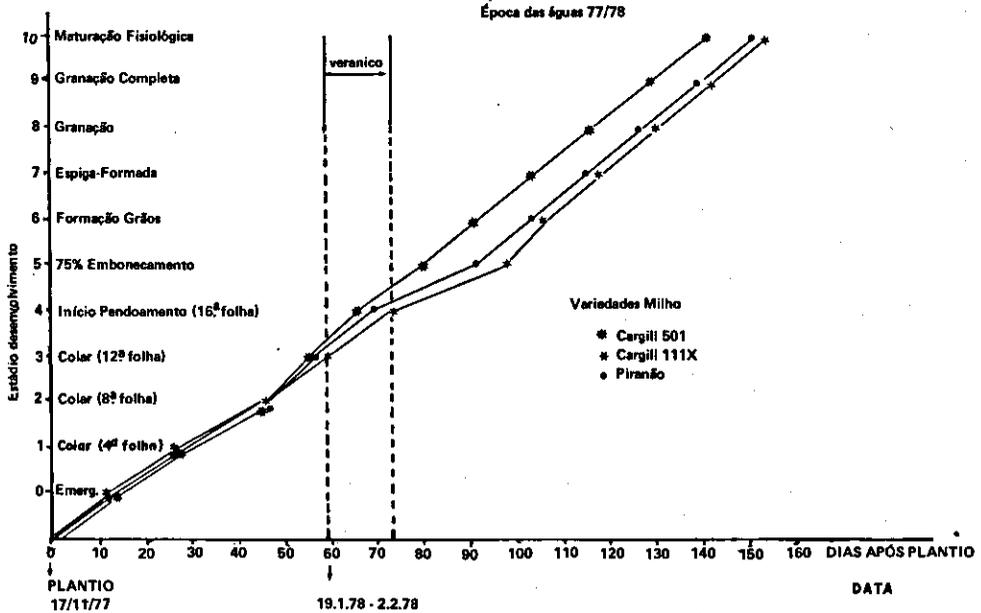


FIG. 5. Características do desenvolvimento fenológico de três cultivares de milho.

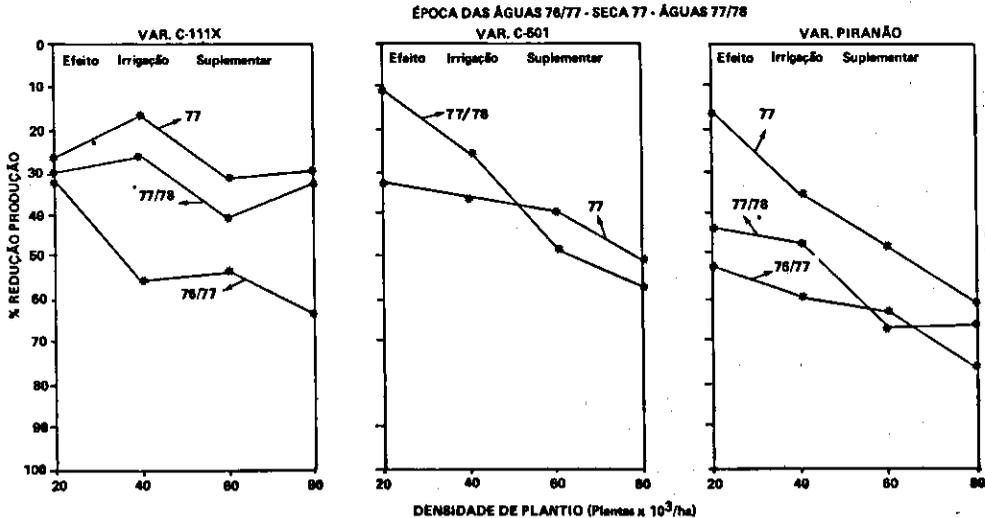


FIG. 6. Percentual de redução de rendimento, por comparação entre tratamentos que receberam irrigação suplementar apresentado por três cultivares de milho, em função da densidade de plântio durante o ano agrícola 76/77, 77 e 77/78.

ções de 60.000 e 80.000 plantas/ha durante o ano agrícola 76/77, em relação ao tratamento bem abastecido de água, foram mínimas porque a variedade completou a fase de florescimento antes do início do período de seca. A variedade Piranão apresentou reduções em rendimento de 18 a 52% para as populações de 20.000 até 80.000 plantas/ha, respectivamente. Neste ponto, deve-se lembrar que tais reduções correspondem aos máximos valores que se podem obter porque os veranicos atingiram as culturas nas suas fases mais críticas de desenvolvimento. Contudo, de acordo com Wolf (1975), o veranico mais longo não ultrapassa quinze a 18 dias; assim, o veranico de 41 dias, observado num dos anos agrícolas, foi excepcional.

Na Tabela 3, é apresentado um resumo dos efeitos do comprimento da seca e da densidade de plantio para as três variedades, sobre a redução da produção.

Na Fig. 7 encontram-se os rendimentos acumulados durante os três anos agrícolas para os diferentes tratamentos, confirmando as conclusões parciais já indicadas.

A redução da produção devido à densidade de plantio parece resultar do número de espigas por planta (Fig. 8).

À medida que aumenta a densidade de plantio, diminui o número de espigas por planta, efeito mais evidente no caso dos tratamentos não irrigados. Torna-se ainda maior este efeito ao se verificar que conforme aumenta a densidade de plantio,

diminui o peso dos grãos por espiga. A diferença entre os tratamentos irrigados e não irrigados não aparece em forma definida na densidade de 20.000 plantas/ha. As medições de potencial de água na folha, obtidas após quinze dias de seca no inverno/77, com a variedade C-111X, indicam que existe uma relação entre o potencial de água na folha, às 15 horas, e os rendimentos ( $r = 0,83^{**}$ ). Na Tabela 4, nota-se que o potencial de água na folha não parece estar relacionado com a densidade de plantio, mas sim, com a irrigação.

TABELA 4. Variação do potencial de água na folha ( $\psi/L$ ) na variedade C-111X, medido às 15 horas, quatorze dias após o início da seca, em função da irrigação e da densidade de plantio.

Densidade de plantio (plantas/ha)	Potencial de água na folha (bares)	
	Irrigado	Não irrigado
20.000	-11,48	-15,86
40.000	-12,41	-17,02
60.000	-10,51	-14,59
80.000	-10,45	-16,52

Nos tratamentos irrigados, o potencial de água atingiu desde -10,45 até -12,41 bares, e no caso dos tratamentos com veranico simulado, de -14,59 até -17,02 bares, com a ressalva de que é provável, no caso de déficit hídrico extremado, que o milho tenha fechado os estômatos e apresentado um potencial de água maior do que o esperado.

TABELA 3. Redução da produção (kg/ha) em cultura de milho, em função do período de seca e da densidade de plantio, em relação a tratamento bem suprido de água.

Variedade	Redução da produção		Ano agrícola	Dias sem chuva
	20.000*	80.000*		
C-111X	1.239,0	2.554,8	1976/1977	42
	1.061,2	1.241,3	1977	21
	1.244,3	1.466,0	1977/1978	16
C-501	1.321,7	-	1976/1977	42
	1.346,9	2.617,0	1977	21
	331,0	2.042,0	1977/1978	16
Piranão	2.188,6	2.530,0	1976/1977	42
	581,2	2.579,3	1977	21
	1.416,0	2.020,0	1977/1978	16

\*População de plantas/ha.

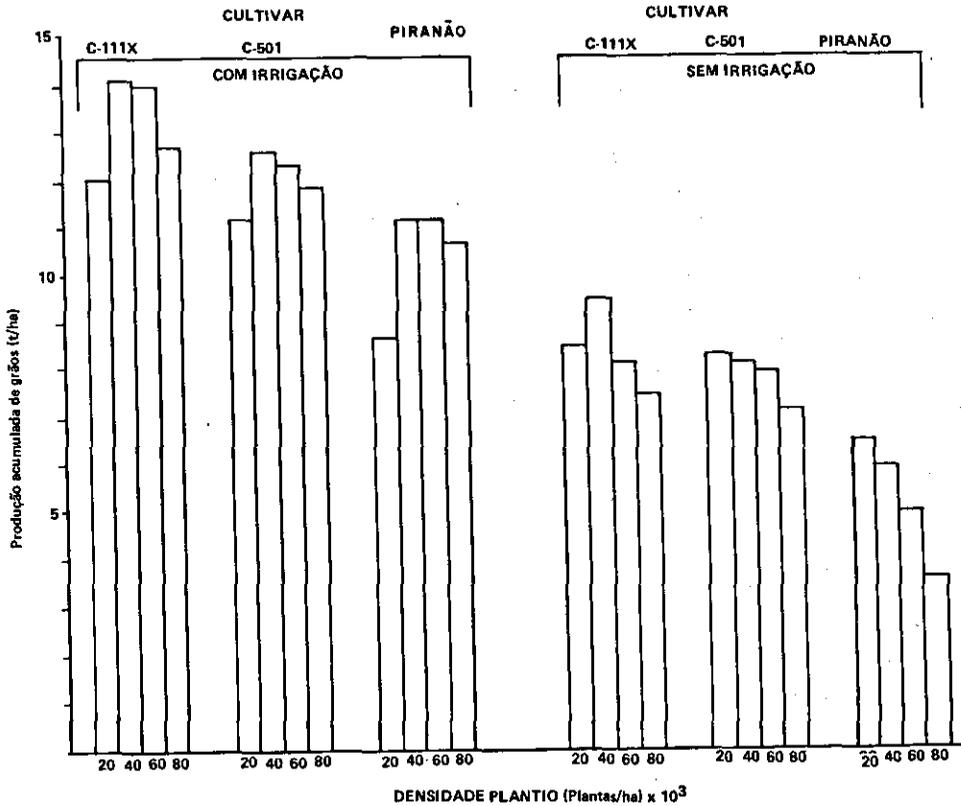


FIG. 7. Efeito da irrigação suplementar e da densidade de plantio sobre o rendimento acumulado de três cultivares de milho, durante os anos agrícolas 76/77, 77 e 77/78.

Os menores rendimentos obtidos sob condições de sequeiro, com as maiores densidades de plantio, podem ser explicados em função do mais rápido esgotamento da água do solo devido às perdas pela evapotranspiração, a qual, por sua vez, é dependente da área foliar. A Fig. 9 indica que a área foliar por planta não depende da densidade de plantio, mas sim, da irrigação. Contudo, o índice de área foliar (IAF) aparece diretamente ligado à densidade de plantio (significativo ao nível de 1% pelo teste de F). À medida que aumenta a densidade de plantio, aumenta o IAF até um valor de 6,0, obtido com 80.000 plantas/ha. A pesquisa conduzida no CPAC/EMBRAPA confirma os dados de Downey (1971) e Alessi & Zimmerman (1977) que não encontraram diferenças na extração de água entre densidades de milho. Isto significa que, sob condições de seca, os tratamentos com baixo IAF dispõem de mais água por planta, devido às menores perdas por transpiração. Assim, pode-se afirmar que, sendo o uso de água aproximadamente similar

para as diferentes densidades, a eficiência de uso de água (kg de matéria seca/mm de evapotranspiração) é maior no caso das menores densidades de plantio. Contudo, na Fig. 10, pode-se observar que os teores de umidade do solo, com 20.000 plantas/ha, foram mais elevados que com 80.000 plantas/ha, após dez dias de seca. Admitindo-se que a profundidade efetiva de raízes do milho, em decorrência das características químicas dos solos de Cerrado, não ultrapassa os 45 - 60 cm de profundidade, observa-se na Fig. 11 que, para este intervalo de profundidade, após duas semanas de seca, os potenciais matriciais atingem valores que evidenciam baixa disponibilidade de água no solo.

Destes fatos, estima-se que práticas de manejo da cultura, em relação à densidade de plantio, podem se constituir em instrumento útil para minorar os efeitos adversos de curtos períodos de seca, sobre a planta. Além disso, a situação nos solos de Cerrados, em relação à densidade de plantio e uso de água pelas culturas, é bastante crítica, por se ter

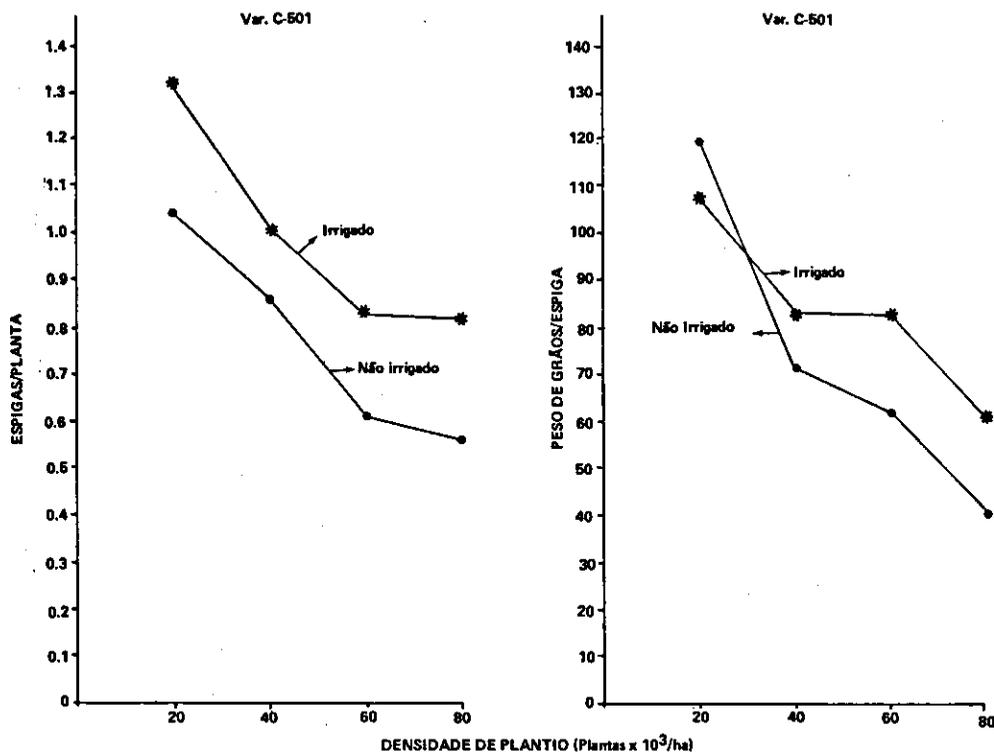


FIG. 8. Efeito da densidade de plantio e da irrigação suplementar sobre o número de espigas/planta e peso dos grãos da espiga, apresentado pela variedade Cargill 501 durante o ano agrícola 77/78

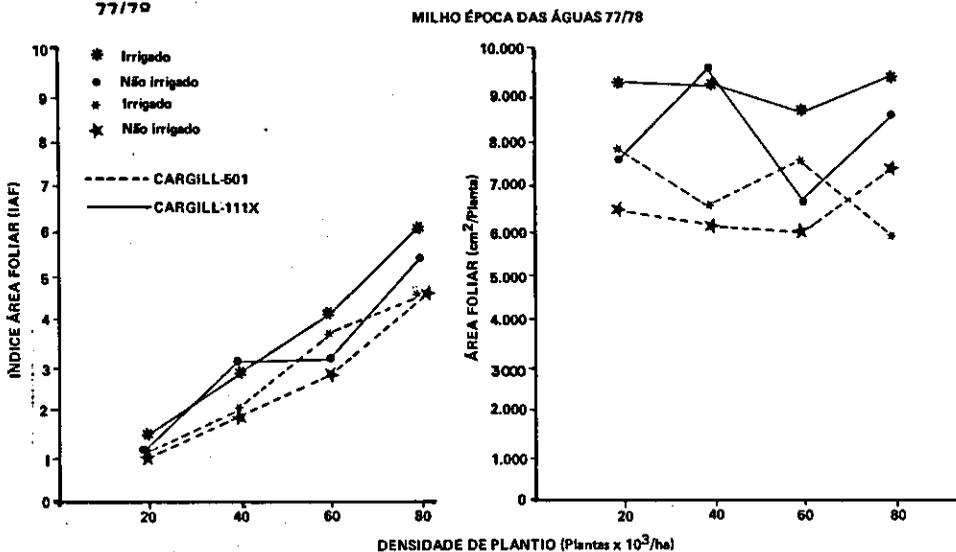


FIG. 9. Efeito da densidade de plantio e da irrigação suplementar sobre o índice de área foliar por planta, no período de máximo desenvolvimento vegetativo, apresentado por duas cultivares de milho, no ano agrícola 77/78.

evidenciado que a profundidade efetiva das raízes do milho não vai além dos 45 cm, como se verifica

na Fig. 11, em relação à tensão de água no solo, após o início do veranico.

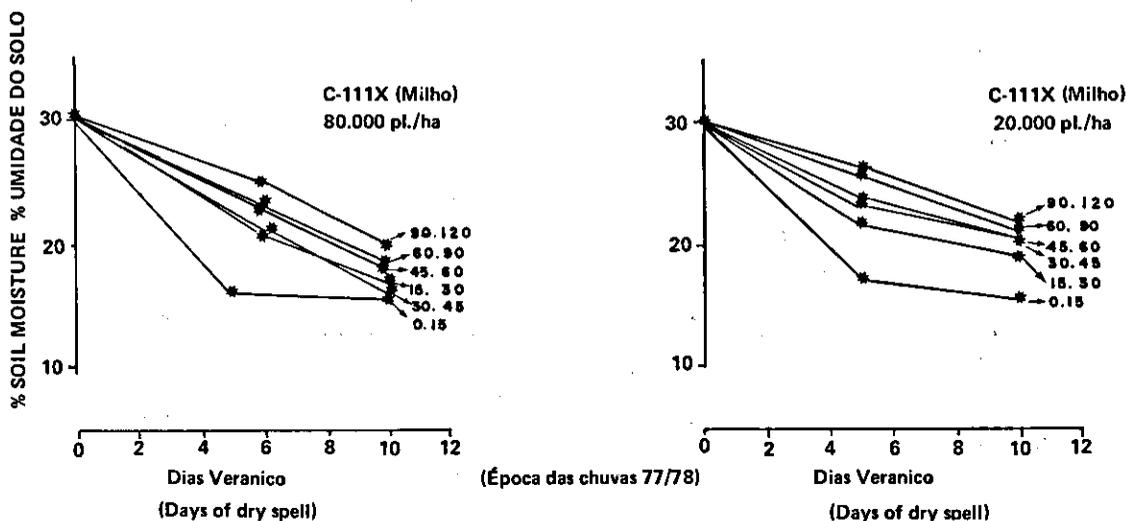


FIG. 10. Variação da umidade do solo em diferentes profundidades, em função dos dias sem chuvas e da densidade de plantio do cultivo C-111X, no ano agrícola 77/78.

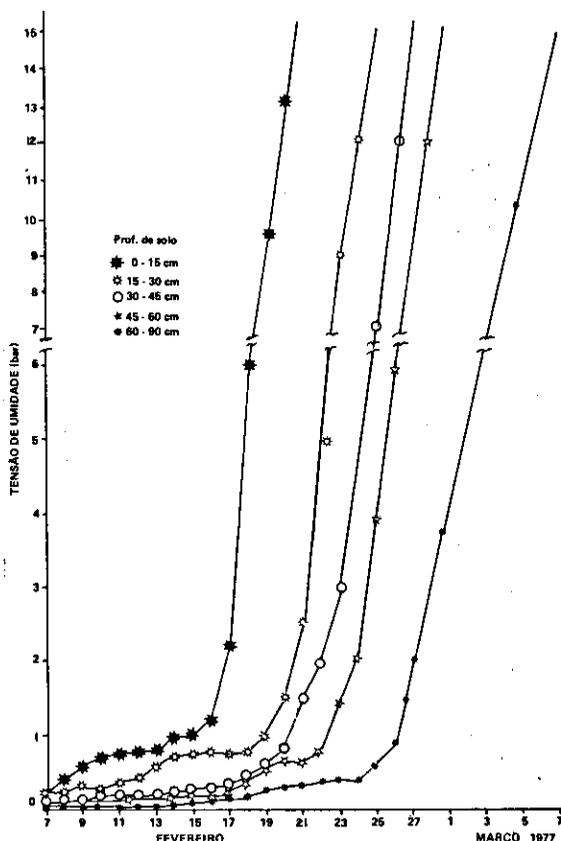


FIG. 11. Característica da extração de água num solo LVE pela cultura do milho, após o início do veranico, no ano agrícola 76/77.

**CONCLUSÕES**

Sob as condições do experimento conduzido durante três anos agrícolas, em que os períodos de seca ocorrem durante todo ou parte do processo reprodutivo da planta, os resultados indicam que a irrigação suplementar permite praticamente duplicar os rendimentos das variedades testadas. A de maior potencial de rendimento na época das chuvas é a variedade C-111X, e a de menor potencial é a Piranão, com produções médias de 4.500 até 5.000 kg, e densidades ótimas de 40.000 até 60.000 plantas/ha.

Nos tratamentos sem irrigação suplementar, sujeitos aos veranicos, a variedade C-111X aparece como a melhor, e a Piranão a menos adaptada. O efeito da densidade de plantio, sob condições de sequeiro, foi considerável. Os maiores rendimentos foram obtidos com densidades de 20.000 a 40.000 plantas/ha. Nos períodos de seca de quatorze a 16 dias, as perdas absolutas decorrentes do veranico variaram de 1.061 kg/ha até 1.466 kg/ha, para a variedade C-111X, em densidades de 20.000 até 80.000 plantas/ha, respectivamente. Na variedade C-501, as reduções de produção variaram desde 331 até 2.617 kg/ha, para densidades de 20.000 até 80.000 plantas/ha. Com o período de seca mais longo, de até 41 dias, as reduções de rendimento atingiram de 1.239 até 2.554 kg/ha, para densida-

des de 20.000 até 80.000 plantas/ha, para a variedade C-111X, e de 2.188 até 2.530 kg/ha, para a variedade Piranão, nas mesmas condições. Embora, em geral, a percentagem relativa de redução de rendimentos seja de 20 a 30% e de 55 a 70% para as variedades mais resistentes ao déficit hídrico, para 20.000 e 80.000 plantas/ha, respectivamente, estas devem ser consideradas como as máximas perdas decorrentes do déficit hídrico, posto que o veranico atingiu as variedades na sua fase mais sensível, que é a da reprodução. Os resultados podem ser explicados em função do IAF, que cresceu com a densidade de plantio, aumentando concomitantemente as perdas por transpiração. Assim, nas menores populações, as culturas dispõem de água por mais tempo, suportando melhor os períodos de déficit hídrico, principalmente nas áreas de Cerrado que possuem baixa capacidade de retenção de água e onde a profundidade das raízes fica restrita aos primeiros 45 cm. Por isto, a adoção de população da ordem de 30.000 plantas/ha pode ser uma prática importante para reduzir os efeitos do déficit hídrico, tendo em vista que os veranicos não ultrapassam os quinze a 18 dias.

#### REFERÊNCIAS

- ALESSI, J. & POWER, J.F. Effect of plant spacing on phenological development of early and midseason corn hybrids in a semiarid region. *Crop. Sci.*, 15: 179-81, 1975.
- \_\_\_\_\_ & ZIMMERMAN, D.C. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agron. J.*, 60:465-9, 1977.
- CHING CHOY, W.; STONE, J.F. & GARTON, J.E. Row spacing and direction effects on water uptake characteristics of peanuts. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41(2): 428-532, 1977.
- DALE, R.F. & SHAW, R.H. Effect on corn yields of moisture stress and stand at two fertility levels. *Agron. J.* 57:475-9, 1965.
- DOWENEY, L.A. Water use by maize at three plant densities. *Exp. Agric.*, 7:161-9, 1971.
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays*, L.). *Agron. J.*, 56:487-92, 1964.
- HICKS, D.R. & STUCKER, R.E. Plant density effect on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orientation. *Agron. J.*, 64:484-7, 1972.
- LOMAS, J.; SHLESINGER, E. & LEWING, J. Effects of environmental and crop factor on the evapotranspiration rate water use efficiency of maize. *Agric. Meteorol.*, 13:239-51, 1974.
- McPHERSON, H.G. & BOYER, J.S. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water deficiency. *Agron. J.*, 69:714-8, 1977.
- MOLL, R.H. & KAMPRATH, E.J. Effects of population density upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays* L. *Agron. J.*, 69: 81-4, 1977.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; & HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148:339-46, 1965.
- TANNER, C.B.; PETERSON, A.E. & LOVE, J.R. Radiant energy exchange in a corn field. *Agron. J.*, 52: 373-8, 1960.
- WOLF, J.M. Water constraints to corn production in central Brazil. Ithaca, New York, Cornell University, 1975. 199 p. Tese Doutorado.
- YAO, A.Y.M. & SHAW, R.H. Effect of plant population and planting pattern of corn on the distribution of net radiation. *Agron. J.*, 56:165-9, 1964.