

EFEITO DA ÉPOCA DE PLANTIO E DO POTENCIAL MATRICIAL NA PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO (Zea mays, L) CULTIVADOS
SOB REGIME DE IRRIGAÇÃO.

LUIZ MARCOS FEITOSA DOS SANTOS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1986

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Agronomia com Área de Concentração em Irrigação e Drenagem, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas de ética científica.

Luiz Marcos Feitosa dos Santos

DISSERTAÇÃO APROVADA EM

27.06.86

Prof. Luis Carlos Uchôa Saunders
Orientador da Dissertação

Prof. Francisco de Sousa
Conselheiro

Prof. Moisés Custódio Saraiva
Leão
Conselheiro

Aos meus pais

VICENTINHO e CHIQUINHA

e aos meus irmãos

CÉLIA, DETINHA, IRISVAM, TOINHO, VICENTE e JOSÉ

MINHA GRATIDÃO

A minha esposa

TEREZINHA

e aos meus filhos

JULIANA, RAFAEL e MARCUS
VINÍCIUS

D E D I C O .

AGRADECIMENTOS

À Deus, fonte inestimável de ajuda nos momentos difíceis.

À ACARPA/EMATER-PR e à EMBRATER por terem nos assegurado os direitos previstos em diretrizes e normas de pós-graduação para técnicos do SIBRATER e a oportunidade de realizar este curso.

Ao Prof. LUIS CARLOS UCHÔA SAUNDERS, pelas preciosas orientações e ensinamentos prestados, dentro de um relacionamento exemplar.

Aos professores FRANCISCO DE SOUSA e MOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO, pelas valiosas sugestões.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Irrigação e Drenagem pelos ensinamentos ministrados.

À Consultoria do Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará, na pessoa de ELIANA MIRANDA SAMPAIO, pela importante contribuição na análise estatística inserida neste trabalho.

Aos colegas da ACARPA/EMATER-PR, pela dedicação nos encaminhamentos que tornaram possível a consecução deste trabalho, especialmente ao HIROSE OGASAWARA e ANTONIO CELSO CÔRDOVA DE SOUSA.

Aos colegas do Curso em especial, a FRANCISCO ALVES DE SOUZA, FRANCISCO DAS CHAGAS MELO, LUIS CARLOS NOGUEIRA, FRANCISCO PAES DE OLIVEIRA e FRANCISCO DE QUEIROZ PORTO FILHO pela amizade e incentivo.

Aos professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em especial aos Professores FRANCISCO MARCUS LIMA BEZERRA e MARCOS AUGUSTO ESTEVES ARARIPE pela colaboração despretenciosa.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xi
<u>RESUMO</u>	xiv
<u>ABSTRACT</u>	xvi
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Estresse Hídrico</u>	3
2.2 - <u>Evapotranspiração da Cultura</u>	6
2.3 - <u>Época de Plantio</u>	10
2.4 - <u>Cultivares de Milho</u>	11
2.5 - <u>Temperaturas para a Cultura do Milho e outros Resultados de Pesquisa</u>	13
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	16
3.1 - <u>Descrição Geral da Área</u>	16
3.2 - <u>Características do Solo da Área</u>	16
3.2.1 - <u>Classificação do Solo</u>	16
3.2.2 - <u>Características físicas e químicas do solo.</u>	19
3.2.3 - <u>Características hídricas do solo</u>	19
3.3 - <u>A água usada na irrigação</u>	23
3.4 - <u>Descrição dos tratamentos</u>	23
3.4.1 - <u>Fator cultivar (C)</u>	23
3.4.2 - <u>Fator irrigação (I)</u>	25
3.4.3 - <u>Fator época de plantio (E)</u>	26
3.5 - <u>Delineamento experimental</u>	27
3.6 - <u>Modelo estatístico para análise da produção..</u>	30
3.7 - <u>Atividades operacionais</u>	31
3.8 - <u>Determinação da evapotranspiração atual da cultura</u>	35

	Página
4 - <u>RESULTADO E DISCUSSÃO</u>	39
4.1 - <u>Parâmetros de irrigação</u>	39
4.2 - <u>Uso consuntivo</u>	42
4.3 - <u>Resultados da Produção</u>	46
4.4 - <u>Análise estatística da produção</u>	47
4.4.1 - Efeito da época de plantio na produção de espigas completas	49
4.4.2 - Efeito da época de plantio na produção de grãos	51
4.4.3 - Efeito dos níveis de irrigação	55
4.4.4 - Efeito interação níveis de irrigação x época de plantio na produção de espigas completas	57
4.4.5 - Efeito interação níveis de irrigação x época de plantio na produção de grãos	58
4.4.6 - Efeito cultivar na produção de espigas completas	58
4.4.7 - Efeito cultivar na produção de grãos	59
4.4.8 - Efeito interação níveis de irrigação x cultivar na produção de grãos	64
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	67
6 - <u>RECOMENDAÇÕES</u>	69
7 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	71
<u>ANEXO "A"</u>	77
<u>ANEXO "B"</u>	86

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Dados climáticos registrados na estação agrometeorológica da Fazenda Experimental do Vale do Curu - Pentecoste-CE, anos de 1966 - 1980	17
2	Características físicas e químicas do perfil do solo Aluvial Eutrófico - Pentecoste-CE	20
3	Dados de análise da água de irrigação proveniente do açude General Sampaio ..	24
4	Valores médios dos elementos básicos de irrigação dos quatro tratamentos estudados em quatro diferentes épocas de plantio	40
5	Componentes do balanço hídrico da cultura do milho, plantado em 23 de agosto e submetido a um potencial matricial médio mínimo de -0,36 atm determinado na profundidade de 15 cm	43
6	Resultados das análises de variância das variáveis produção de espiga completa (X_1); produção de grãos (X_2); produção de sabugo (X_3); produção de palha (X_4); peso de 100 sementes (X_5); % de grãos na espiga completa (X_6); % de palha na espiga completa (X_7) e % de sabugo na espiga completa	48

TABELA		Página
7	Intervalo com 95% de confiança, em cada época de plantio e nível de irrigação, para a produção média de espiga completa (kg/ha). Médias de 4 cultivares	50
8	Intervalos com 95% de confiança das médias de produção de grãos (kg/ha) em cada época de plantio e nível de irrigação. Médias de 4 cultivares	53
9	Intervalos com 95% de confiança para a produção média de espigas completas de cada cultivar (kg/ha). Médias de 4 épocas de plantio	60
10	Intervalo com 95% de confiança para a produção média (kg/ha) de grãos de cada cultivar por nível de irrigação	62
AI	Dados médios de produção (kg/ha) de espigas completas (X_1) dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	78
AII	Dados médios de produção (kg/ha) de grãos (X_2) dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	79
AIII	Dados médios de produção (kg/ha) de sabugo (X_3) dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estia	

TABELA

Página

	gem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	80
AIV	Dados médios de produção (kg/ha de palha (X_4) dos híbridos AG-162(C_1), AG-301 (C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	81
AV	Peso médio de 100 sementes (X_5), em grama, dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301(C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	82
AVI	Percentual de grãos (X_6) na produção de espigas completas dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-353 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	83
AVII	Percentual de palha (X_7) na produção de espigas completas dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes níveis de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições	84
AVIII	Percentual de sabugo (X_3) na produção de espigas completas dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Resumo quinzenal dos dados meteorológicos registrados no local do experimento: dados de chuva acumulado por quinzena e os dados de evaporação do tanque Classe "A" (ETC "A"), insolação, umidade relativa (U.R.), temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e velocidade do vento são médias diárias de cada quinzena	18
2	Curva característica da água do solo aluvial eutrófico em Pentecoste-CE, nas profundidades de 15, 45 e 75 cm	22
3	Representação esquemática da distribuição aleatória dos tratamentos na área experimental, esquema de acesso da água às parcelas e localização das baterias de tensiômetros	28
4	Esquema de uma parcela, 4 sub-parcelas e 16 sub-sub-parcela mostrando as saídas de água, as linhas de plantas e as áreas úteis em uma das sub-sub-parcelas	29
5	Esquema de um tensiômetro instalado no solo	33
6	Produção de espiga completa, média de 4 cultivares, em cada época de plantio (E) e níveis de irrigação I_1 , I_2 , I_3 e I_4 correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente	52

FIGURA		Página
7	Produção de grãos, médias de 4 cultivares, em cada época de plantio (E) e nível de irrigação I_1 , I_2 , I_3 e I_4 correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente.	54
8	Produções médias de espigas completas grãos, palha e sabugo por época de plantio	56
9	Produções médias de espigas completas das cultivares AG-162(C_1); AG-301(C_2); AG-352(C_3) e AG-401(C_4). Médias de 4 épocas de plantio	61
10	Produção média de grãos por cultivar e por nível de irrigação I_1 , I_2 , I_3 e I_4 correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente. Médias de 4 épocas de plantio	63
11	Produções médias de espigas completas, grãos, palha e sabugo das cultivares AG-162(C_1); AG-301(C_2); AG-352(C_3) e AG-401(C_4). Médias de 4 épocas de plantio ..	65
BI	Produção de palha por época de plantio (E). Médias de 4 cultivares	89
BII	Produção de sabugo por época de plantio (E) e nível de irrigação (I). Médias de 4 cultivares	92
BIII	Peso médio de 100 sementes para cada época de plantio e nível de irrigação. Médias de 4 cultivares	95
BIV	Percentuais de grão, palha e sabugo na espiga completa em cada época de plantio. Médias de 4 cultivares	97

FIGURA		Página
BV	Produções médias de sabugo das cultivares AG-162(C ₁); AG-301(C ₂); AG-352(C ₃) e AG-401(C ₄). Médias de 4 épocas de plantio	102
BVI	Produção média de palha das cultivares AG-162(C ₁); AG-301(C ₂); AG-352(C ₃) e AG-401(C ₄). Médias de 4 épocas de plantios	104
BVII	Peso médio de 100 sementes das cultivares AG-162(C ₁); AG-301(C ₂); AG-352(C ₃) e AG-401(C ₄). Médias de 4 épocas de plantios	107
BVIII	Percentuais de grãos, de palha e de sabugo na espiga completa das cultivares AG-162(C ₁); AG-301(C ₂); AG-352(C ₃) e AG-401(C ₄). Médias de 4 épocas de plantio	109

RESUMO

As baixas produtividades e pouca competitividade do milho nas áreas irrigadas no Nordeste Brasileiro evidenciam a necessidade de pesquisa capaz de gerar informações que tornem a cultura rentável aos produtores.

Neste trabalho elegeram-se os fatores época de plantio, cultivares e níveis de potencial matricial da água do solo para investigação de seus efeitos na produção da cultura do milho híbrido.

O trabalho de pesquisa foi realizado no período de estiagem (julho a dezembro) de 1985 na Fazenda Experimental do Vale do Curu, no município de Pentecoste-CE, em um solo aluvial eutrófico. Foram utilizados 4 híbridos duplos de milho (AG-401, AG-352, AG-301 e AG-162) plantados em 4 diferentes épocas (12/07, 26/07, 09/08 e 23/08) e submetidos a 4 níveis de potencial matricial da água do solo (-0,27 atm, -0,41 atm, -0,54 atm e -0,77 atm).

O experimento constou de 2 repetições e o delineamento experimental foi o de parcela sub-sub-dividida (split-split-plot), com época de plantio na parcela maior, irrigação na sub-parcela e cultivar na sub-sub-parcela.

A evapotranspiração média da cultura foi de 7,76 mm/dia determinada no tratamento de irrigação de -0,41 atm usando-se o método do balanço hídrico.

A percolação profunda neste tratamento representou aproximadamente 19% tomando-se como 100% a soma da lâmina evapotranspiração com a lâmina percolada além do limite de 0,60 m de profundidade.

As maiores médias de produção de grãos foram registradas com o plantio de 26 de julho sob os níveis de irrigação de -0,54 atm e -0,77 atm. Não houve diferença estatística entre as épocas de plantio quando foram usados os

níveis de irrigação de $-0,27$ atm e $-0,41$ atm.

A análise de variância não mostrou diferença significativa de produção entre os tratamentos de irrigação. No entanto foram significativos os efeitos das interações irrigação x época de plantio e irrigação x cultivar.

A maior média de produção de grãos de duas repetições foi de 7.977 kg/ha conseguida com o híbrido AG-301 plantado em 26 de julho e submetido a um potencial matricial de $-0,54$ atm.

As produções de grãos, médias de 4 épocas de plantio, dos híbridos AG-162, AG-301, AG-401 e AG-352 foram 6.484 , 6.370 , 5.833 e 5.725 kg/ha, respectivamente.

ABSTRACT

In the Northeast Brazil, irrigated corn has been a low productivity crop. Several factors may contribute to this fact. This work was done to evaluate the effects of time of planting, soil water matric potential levels and variety in the production of irrigated hybrid corn.

The experiment was done during the rainless period of the year (June to December 1985) at the Federal University of Ceará Experimental Farm, Pentecoste, Ceará, Brazil. The soil of the experimental area is alluvial. Four hybrids of corn (AG-401, AG-352, AG-301 and AG-162) were planted at four different times (07/12, 07/26, 08/09 and 08/23) and grown under four different levels of soil water matric potential (-0,27 atm, -0,41 atm, -0,54 atm and -0,79 atm).

The experiment was replicated twice and followed an split-split-plot design, with time of planting on the main plot, irrigation levels on the sub-plot and cultivar on the sub-sub-plot.

The mean evapotranspiration was 7,76 mm/day for the -0,41 atm treatment, by the water balance method.

For the same treatment, deep percolation was approximately 19% of the evapotranspiration plus percolation below the depth of 60 cm.

Highest average grain productions were obtained for the July 26 plantings, under the -0,54 atm and -0,77 atm irrigation levels. Plants under the irrigation levels of -0,27 atm and -0,41 atm were not affected by planting time.

The analysis of variance did not show any significant differences between the irrigation treatments. Interactions irrigation x time of planting and irrigation x cultivar were significant.

The highest grain production average for two replications was 7.977 kg/ha obtained by the hybrid AG-301, planted on July 26 and under a matric potential of -0,54 atm.

The hybrids AG-162, AG-301, AG-401 and AG-352 averaged global grain productions of 6.484, 6.370, 5.833 and 5.725 kg/ha, respectively.

1 - INTRODUÇÃO

O milho é reconhecidamente um cereal importante para todos os povos civilizados.

No Brasil, extraordinária importância da cultura é evidenciada nas áreas caracterizadas por populações de baixa renda como é o caso das populações rurais constituídas de pequenos produtores. SILVA et alii (1978), em trabalho de pesquisa sobre estrutura agrária e produção de subsistência na agricultura brasileira mostra que 66,2% da quantidade de milho colhida no Brasil vem de propriedades menores que 100 hectares e que 85% dos imóveis rurais tem áreas inferiores a 100 hectares. Mesmo nos imóveis maiores que 100 hectares, 69,9% da mão-de-obra não é do proprietário da terra, presumindo-se que o milho, aí produzido, oferece trabalho para um grande número de trabalhadores assalariados.

O rendimento médio desta cultura no Brasil é muito baixo, chegando a 1.700 kg/ha, enquanto em outros países, como Canadá e Estados Unidos, eles são superiores a 5.000 kg/ha. Maiores rendimentos são conseguidos na região sul, onde, no estado de Santa Catarina, a produtividade média supera 2.250 kg/ha. Menores rendimentos são encontrados na região Nordeste onde a produtividade média fica em torno de 780 kg/ha (EMBRAPA-CPATSA, 1981 e EMBRAPA, 1977). As baixas produtividades têm sido atribuídas ao baixo nível tecnológico e as instabilidades climáticas que impõem severas limitações aos pequenos e médios produtores, principalmente no Nordeste Brasileiro. Com a irrigação tem-se obtido safras seguras e rendimentos superiores a 6.000 kg/ha (MARINATO, 1980). Contudo, níveis de rendimentos como este não tem se generalizado, continuando a cultura pouco competitiva nas áreas irrigadas.

No Brasil, a pesquisa com a cultura do milho vem desenvolvendo projetos que visam obter informações sobre vários aspectos, tais como: cultivares adaptadas às condições regionais; aprimoramentos das recomendações sobre uso de corretivo e adubos; desenvolvimento de sistemas de produção consorciadas; controle de plantas invasoras e pragas; avaliação de cultivares; aproveitamento de adubação residual; desenvolvimento de métodos de armazenamento a nível de propriedade; estabelecimento de tecnologia para produção de semente. Entretanto, as investivações com irrigação têm sido poucas e as baixas produtividades bem como a fraca competitividade do milho nas áreas irrigadas evidenciam a necessidade de pesquisa com a finalidade de gerar informações que venham compor sistemas de produção capazes de tornarem a cultura rentável aos produtores.

Diante de tais fatos, este trabalho visou determinar a máxima produtividade do milho cultivado sob condições de irrigação em diferentes épocas do período de estiagem. Assim se submeteram 4 híbridos desta cultura a 4 níveis de potencial matricial em 4 épocas de plantio defasadas de 14 dias.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

O alto rendimento de uma cultura está associado ao adequado suprimento de água, luz e temperatura, entre outros fatores. Com a escolha da época de plantio, certamente busca-se adequar o período de desenvolvimento da cultura às disponibilidades naturais destes fatores. Desde que os limites para a época de plantio são definidos pela disponibilidade de água, o uso da irrigação torna estes limites mais flexíveis. Contudo, para se usar eficientemente a irrigação, necessitam-se de conhecimentos sobre as exigências hídricas da cultura, em seus diversos estágios de desenvolvimento, e suas respostas a várias condições de umidade do solo e condições ambientais.

2.1 - Estresse Hídrico

Com os dados de pesquisa de ROBINS & DOMINGO (1953), DENMEAD & SHAW (1960) e HOLT et alii (1964), o estágio de desenvolvimento da cultura deve ser considerado quando se quer definir o efeito dos níveis de umidade do solo na produção do milho. O rendimento de grão é mais afetado quando um estresse é aplicado na fase de florescimento e enchimento de grãos do que no início do crescimento vegetativo ou na fase de maturação.

O trabalho de ROBINS & DOMINGO (1953), mostra que um a dois dias de reduzida disponibilidade de água, na fase de florescimento ou polinização, reduziu o rendimento de grãos em 22% e quando o mesmo déficit hídrico foi aplicado durante 6 a 8 dias na mesma fase, o rendimento do milho, em grãos, foi reduzido em 50%. Na fase de maturação, o déficit hídrico não causou redução no rendimento.

DENMEAD & SHAW (1960) encontraram reduções no rendimento de grãos de 25, 50 e 21% quando o estresse era ocasionado nas fases de crescimento vegetativo, florescimento e crescimento da espiga, respectivamente. Admitem que o estresse na fase vegetativa tem um efeito indireto sobre o rendimento de grãos pela redução da superfície assimilatória durante o tempo de crescimento da espiga, enquanto o estresse imposto depois da espiga ter emergido, teve um efeito direto reduzindo a assimilação no período crítico quando as taxas diárias são altas e quando a maioria dos assimilados estão sendo usados na produção de grãos.

Em estudos mais recentes, STEWART et alii (1975) encontraram que o rendimento de grãos do milho é especialmente vulnerável ao déficit de água, durante o período de polinização, quando não precedido de estresse hídrico na fase final do período vegetativo. No entanto, a susceptibilidade do rendimento de grãos ao déficit no período de polinização é grandemente diminuído se tiver ocorrido déficit anterior. Isto dá suporte à sugestão anterior de DENMEAD & SHAW (1960) de que o estresse imposto em um estágio fortalece a planta contra danos de estresse posteriores.

MARINATO (1980) cita que tanto o déficit como o excesso de água são prejudiciais à lavoura e que, no período crítico, a umidade do solo não deve baixar além de 60% de água disponível, conforme resultados obtidos na Região Norte de Minas Gerais.

ECK (1984) encontrou redução na produção de milho de 23 e 46% para 2 e 4 semanas de estresse hídrico, respectivamente, durante a fase de crescimento vegetativo. Encontrou ainda que, 2 semanas de estresse no início e no final da fase de crescimento vegetativo, tiveram efeitos idênticos e quando o estresse foi aplicado durante a fase de enchimento de grãos a produção foi reduzida de 1,2% para cada dia de estresse.

Assim como ocorre com a cultura do milho, para o sorgo o déficit de umidade também afeta a produção de grãos

segundo a fase de aplicação do estresse. GARRITY et alii (1982_b), estudando déficits de umidade do solo na formação de grão de sorgo, encontram grandes diferenças de rendimento para mesma quantidade de água aplicada em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. Os tratamentos em que se permitiu um estresse gradual durante toda a estação de crescimento produziu maior rendimento de grãos até uma lâmina total aplicada de 350 mm. A partir de 350 mm os tratamentos foram similares. Os dados mostram também que, quando o estresse é aplicado apenas na primeira fase da cultura, os rendimentos tendem a ser máximos.

PURCINO et alii (1981), pesquisando o efeito de 3 níveis de umidade do solo no cultivo do algodão no Norte de Minas, encontraram maior rendimento quando a reposição de água ocorria com a umidade do solo em torno de 60% da água disponível (805 kg/ha). Nos outros tratamentos, 0%, 20% e 40% de água disponível, as produtividades foram 591, 533 e 473 kg/ha, respectivamente. Nota-se neste trabalho que a produção decrescia com o aumento do estresse hídrico. Contudo, as diferenças de produção entre os tratamentos 0%, 20% e 60% não foram significativas, segundo o autor.

BAHIA FILHO et alii (1983), estudando o efeito de irrigação e de variedade de milho, encontraram, na ausência de irrigação suplementar, maior produção de massa seca, o que pode indicar que o déficit hídrico afeta a translocação de nutriente para os grãos.

BARBOSA (1983) cita que o milho é exigente em água devido a sua apreciável área foliar. Nas horas mais quentes do dia a transpiração se intensifica e as raízes não conseguem repor imediatamente as necessidades de água dos tecidos, caracterizando-se um estresse hídrico na planta. Dependendo da duração do estresse, podem ocorrer bloqueios de vários processos metabólicos, refletindo-se na queda de produção. Há um teor de água nos tecidos em que a fotossíntese líquida é zero. Neste ponto não há aumento de matéria seca, aspecto que varia entre cultivares.

MILLAR (1984) apresenta, em gráfico, a relação entre rendimento do milho e intervalos de irrigação, em dois tipos de solo (oxisol e vertisol). No oxisol (solo arenoso) a demora de um dia na aplicação da irrigação pode representar até 30% de redução no rendimento, fato não observado no vertisol (solo argiloso) onde a variação no intervalo de irrigação não afeta marcadamente o rendimento. Isto pode ser explicado devido a forma da curva característica, ou de retenção da água, ser diferente para ambos os solos. No vertisol, alterações na umidade do solo afetam de modo mais suave a tensão com que a água está retida que no solo oxisol.

O fato do intervalo de irrigação afetar o rendimento das culturas de forma diferente entre os diferentes solos ou tensões da água do solo vem, de certa forma, justificar as discordâncias entre os resultados apresentados por RESENDE et alii (1981), FISHER & TURNER (1978) e outros autores.

HOOKE (1985), avaliando o efeito do número de irrigações e do tempo ou oportunidade das irrigações na produção e nos componentes da produção de grãos de sorgo, encontrou maiores produções nos tratamentos com três ou mais irrigações. Com duas irrigações a produção era diminuída. Quando as irrigações foram aplicadas no pré-plantio e no perfilhamento, a produção foi semelhante ao tratamento com uma irrigação no pré-plantio e outra na diferenciação do crescimento.

2.2 - Evapotranspiração da Cultura

Os dados de pesquisas desenvolvidas por VAN BAVEL & HARRIS (1962) e DOSS et alii (1962), mostram que a taxa de evapotranspiração do milho tem um padrão característico durante todo o período de crescimento, alcançando valores mais altos até um máximo que vai da floração à formação de

grãos e com taxas baixas nas fases inicial e final do ciclo. Encontraram taxas mínimas, médias e máximas que giraram em torno de 1,3; 4,45 a 5,65 e 7,33 a 9,15 mm/dia, respectivamente.

DENMEAD & SHAW (1962), trabalhando com milho em estufa, encontraram uma taxa de transpiração atual mantendo-se abaixo da transpiração potencial quando esta era moderada (3 a 4 mm por dia) e quando a sucção do solo, a nível da zona da raiz, era de 2 atm. Quando a taxa de transpiração potencial era de 1,4 mm por dia a transpiração atual se mantinha nos mesmos níveis, declinando só após 12 atm de sucção do solo. Por outro lado, quando a taxa de transpiração potencial era alta (6 a 7 mm por dia), a taxa de transpiração atual declinava quando a sucção do solo era de 0,3 atm.

Estes mesmos autores reforçam a tese de que a taxa de transpiração relativa declina com o aumento da sucção do solo referenciando os trabalhos de MAKKIMK & VAN HEEMST (1956), SLATYER (1956), HAGAN *et alii* (1957), SCHOLTE & UBING (1959) e BAHRANI & TAYLOR (1961).

GRAHAM & KING (1961), trabalhando com a cultura de milho em Ontário, Canadá, verificaram que a relação entre a evapotranspiração e a radiação líquida era de 20% maior quando a cultura era circundada por áreas secas do que circundada por áreas úmidas. Este fato evidencia o efeito da energia advectiva ou "efeito oasis" e, possivelmente o efeito de bordo. Uma pequena parcela desprotegida pode sofrer o efeito da transferência horizontal de calor de áreas adjacentes o que se chama de "efeito de bordo" (TANNER, 1957), citado por MOTA (1985). Já a transferência de energia vertical do ar dentro de um campo, acima da cultura, é chamado "efeito oasis" (LEMON, CLASES & SATTERWHITE, 1957; também citados por MOTA (1985).

MOTA (1985) cita que plantas localizadas na orla de um campo sujeitas a forte efeito de bordo requerem mais água para um crescimento ótimo do que aquelas colocadas no interior da cultura.

TOLEDO & MOLESTINA (1967), estudando os efeitos de irrigações com 3 frequências (7, 10 e 15 dias) e 3 diferentes lâminas totais de água (400, 600 e 800 mm) sobre o cultivo de milho, não encontraram diferença significativa entre os tratamentos na produção de grãos, de palha, de sabugo e % de grãos por espiga. O fato de não ter havido diferenças significativas foi apontado como tendo sido a manutenção de alto conteúdo de umidade disponível, o que leva a crer que a cultura evapotranspirou em níveis máximos em todos os tratamentos. Estes autores assinalam que o consumo de água não esteve ligado à dotação a qual pode ser grande e o consumo baixo, significando inadequado manejo da irrigação. Para um bom manejo tem-se que levar em conta as condições do solo e as características do clima reinante.

STEWART et alii (1975) observaram uma forte relação linear entre a evaporação (ET) e o rendimento de grãos (Y) na cultura do milho. Para se ter uma relação de aplicação geral, o conceito para relacionar rendimento relativo (Y/Y_{\max}) com ET relativa (ET/ET_{\max}) tem sido usado. Conhecimento da inclinação desta relação, bem como do máximo rendimento possível de ser obtido com o uso adequado da água e da ET/ET_{\max} para as condições locais possibilitará a predição quantitativa da produção (STEWART et alii, 1975 e 1977).

FISHER & TURNER (1978), citados por D'AVILA (1983), dizem que irrigações muito frequentes não têm sido recomendadas pela maioria dos pesquisadores por aumentarem os custos operacionais e por ocorrerem perdas de água por evaporação, que dependendo da cobertura vegetal e das condições de umidade da superfície do solo, podem atingir 50% da evapotranspiração.

CASTRO (1979), em trabalho desenvolvido em Piracicaba, São Paulo, chama atenção para o fato de que a umidade do solo nas camadas superficiais sofre bastantes flutuações e devido aos baixos valores nos primeiros 15 cm de profundidade o uso de tensiômetros para medir a umidade se

torna pouco recomendável sendo, portanto, mais indicado, nestas circunstâncias, o uso de outro método como o gravimétrico. No mesmo trabalho, o autor, em uma de suas conclusões, cita que o fluxo de evapotranspiração real média da cultura do milho foi de 4,72 mm/dia.

MARINATO (1980) afirma que os valores de uso consuntivo variam de acordo com uma série de fatores, podendo serem citados o clima, o solo e a cultivar como os mais importantes. Para um clima quente e seco, o consumo de água pelo milho raramente excede 2,5 mm/dia, enquanto a planta tiver menos de 20 a 30 cm de altura. Esse consumo aumenta gradualmente até atingir 6,5 a 7,5 mm/dia durante o período compreendido entre o espigamento e a maturação dos grãos, podendo atingir até 10 mm/dia nesse período, porém em intervalos de tempo curtos, caracterizados por intenso calor e pouca umidade do ar.

RESENDE et alii (1981), citam vários autores que indicam ser possível manter a mesma produção a um nível de evapotranspiração menor que seu valor máximo, quando se usam irrigações com alta frequência, e citaram como vantagens: manutenção do potencial matricial relativamente constante, melhor controle da percolação profunda, menor lixíviação de nutrientes e maior controle da salinidade. Contudo, RESENDE et alii (1981), em estudo com feijão Kidney em Davis, California, encontraram que alta frequência de irrigação não apresenta nenhuma vantagem quando comparada com irrigação normal. Encontraram ainda, nos tratamentos de alta frequência, evapotranspiração maior do que nos tratamentos de frequência normal, sendo esta diferença atribuída à maior evaporação da água da superfície do solo, uma vez que o solo, sob irrigação frequente, permanece molhado por mais tempo. Este fato, de certa forma, está de acordo com os resultados de FISHER & TURNER (1978) e com os de TOLEDO & MOLESTINA (1967).

SAUNDERS et alii (1981), desenvolvendo um trabalho visando determinar a evapotranspiração real e potencial do feijoeiro, observaram que percentuais de percolação profun

da, calculados com base na soma da evapotranspiração e percolação, tomada como 100%, chegara a atingir valores acima de 30%, demonstrando que este parâmetro não pode ser negligenciado nos cálculos de evapotranspiração real.

GARRITY et alii (1982_a), fazendo pesquisa com sorgo, em Valentine, no oeste central de Nebraska - U.S.A., encontraram relação linear entre a evapotranspiração e o rendimento de sorgo e que não houve, em nenhum caso estudado, diminuição da evapotranspiração sem uma diminuição proporcional no rendimento. Estes resultados são coincidentes, segundo seus autores, com resultados de trabalhos anteriores em sorgo nos Estados Unidos.

2.3 - Época de Plantio

QUEIROZ et alii (1974) estudando a influência da época de plantio de milho sobre a produção de grãos, em condição de cultivo irrigado no submédio São Francisco concluíram que as maiores produções de todas as variedades foram obtidas nos plantios de fevereiro a junho. Entretanto, as demais épocas não são limitantes, embora haja decréscimo na produção por área. Concluíram também que há necessidade de estudos complementares a fins de determinar os decréscimos de produção nos plantios de julho a janeiro.

LIMA et alii (1980), estudando a influência da época de plantio no rendimento de 3 cultivares de milho irrigados, cultivados na Região Norte de Minas Gerais, encontram melhor produção no plantio de 15 de maio (4.785 kg/ha), não havendo diferença significativa nas demais épocas do período de inverno. No período de verão, as maiores produções de grãos ocorreram nos plantios de 15 de outubro e primeiro de novembro, 7.955 e 7.367 kg/ha, respectivamente. No trabalho, não houve efeito significativo de cultivares usados (Dentado Composto, Ag 259, Cargil lll e Maya X).

OLIVEIRA et alii (1982), estudando o comportamento de cultivares de milho em diferentes épocas de plantio em Rondônia, concluíram, em 4 experimentos, que a análise de variância demonstra haver diferença significativa entre época de plantio e interação época de plantio x cultivares e, em casos, entre cultivares.

PACHECO (1982) concluiu de experimentos realizados em Dourados - MS, que o melhor rendimento de grão foi obtido com milho semeado em 30.09.81 que floresceu na primeira quinzena de dezembro, escapando dos chamados veranicos, que são estiagens de 15 a 20 dias. Estes, quando coincidentes com o florescimento do milho, podem provocar acentuados prejuízos à cultura.

BEZERRA (1984), com trabalho de campo em Pentecoste-CE, estudou o efeito da época de plantio e do estresse hídrico na produção de feijão-de-corda. Concluiu que os plantios efetuados em julho e agosto tiveram rendimentos estatisticamente maiores que os efetuados em setembro, outubro e novembro do mesmo ano (1983). A maior produtividade (1.620 kg/ha) foi a do plantio de 28 de julho sob um potencial de água do solo de -0,40 atm.

2.4 - Cultivares de Milho

A característica mais importante do milho é a produção e, invariavelmente, ela é função da interação do genótipo com o ambiente. BARBOSA (1983) faz referência de que cultivares desenvolvidos nas zonas subtropicais encontram nas regiões tropicais um ambiente pouco semelhante ao de origem, não apenas nas condições climáticas, mas também quanto a insetos e patógenos e outros fatores que influem, especialmente, na produção dos cultivares de milho que têm limitada capacidade adaptativa.

QUEIROZ et alii (1974) em estudos com o milho irrigado no Submédio São Francisco concluíram que as variedades

des Centralmex e Maya apresentaram as melhores produções em várias épocas de plantio (5.300 e 5.200 kg/ha, respectivamente, quando plantadas em abril/72).

Resultados experimentais conseguidos por ARRUDA (1980) trabalhando com 3 cultivares de milho, 3 níveis de irrigação e 3 fórmulas de adubação permitiram afirmar que a escolha da variedade a ser plantada, assim como do potencial matricial mínimo e o nível de fertilizantes a serem empregados são de grande importância para o sucesso da cultura. Este autor concluiu que, na presença de outros fatores, a melhor produção (3.494 kg/ha) de grãos correspondeu ao tratamento de irrigação quando o potencial matricial atingiu $-0,5$ atm usando a variedade Centralmex. No que se refere às interações entre fatores, a única estatisticamente significativa, foi variedade vs irrigação em que as variedades Centralmex e a Piranão produzem mais à medida que o potencial da água do solo se torna menor.

D'ÁVILA (1983), trabalhando experimentalmente com potencial matricial, adubação e cultivares na produção de milho, concluiu que, para cultivo irrigado, é indispensável o uso de cultivares de alto potencial genético de produção. No ensaio desenvolvido pelo autor, a melhor produtividade (6,276 t/ha) de grãos foi alcançada pelo cultivar dentado composto adubado com 180-240-120 kg/ha de NPK (A_4), mantendo-se o potencial matricial da água do solo em $-0,30$ atm. Os outros cultivares usados no ensaio foram o cultivar Centralmex e o Piranão.

O autor sugere a continuidade do trabalho, envolvendo outras variedades e esmerando os níveis de irrigação e adubação para se atingir a condição ótima de produtividade da cultura.

COELHO et alii (1983), comparando a produção de dois grupos de cultivares de milho (híbridos duplos e cultivares), encontraram que os híbridos produziram, em média, aproximadamente 310 kg/ha a mais que as cultivares. Dos híbridos testados os que produziram mais foram Ag 301, G 491 e Pioneer 6.877 com rendimentos médios de 5.125,

4.993 e 4.728 kg/ha, respectivamente. A "BR 126" e a "Maya XV" foram as cultivares que mais produziram, 5.031 e 4.425 kg/ha, respectivamente.

BRUNINI (1983), discutindo a eficiência de uso da água por diferentes genótipos, destacou que esse conhecimento deve ser utilizado na condução dos programas de melhoramento genético, cujas características estejam voltadas à alta eficiência de produção de grãos ou de matéria seca para silagem.

GERAGE et alii (1984), com ensaios de cultivares de milho não irrigado, em várias safras e regiões do Estado do Paraná, registraram rendimentos de 3.833 a 8.957 kg/ha com a cultivar AG 301, 5.402 a 8.190 kg/ha com a cultivar AG 352 e 5.261 a 9.501 kg/ha com a cultivar AG 401. Atribuíram as baixas produções às estiagens ocorridas na fase crítica da cultura. As variações estariam relacionadas também, à estabilidade de rendimento das cultivares testadas.

COUTO et alii (1984), desenvolveram um trabalho de pesquisa visando a obtenção de informações da produção de milho verde para consumo "in natura" e produção de forragem, sob condição de irrigação. Concluíram que, entre as cultivares testadas (AG 126, XL 560 e SAVE 342, todos híbridos) a mais indicada para a produção de milho verde, em função da sua produção de espigas, forragem e menor incidência de doenças, é a AG 126. Foi também a cultivar que, nas diferentes épocas de plantio, apresentou maior estabilidade de produção, tanto de espiga quanto de forragem.

2.5 - Temperaturas para a Cultura do Milho e outros Resultados de Pesquisa

LIRA et alii (1983) citam que a resposta da planta à temperatura é uma função do estágio de desenvolvimento. As temperaturas de 10, 30 e 40°C são as mínima, ótima e máxima, respectivamente, para o desenvolvimento da cultura do milho.

Estudos de WARRINGTON & KANEMASU (1983_a), com milho, mostram temperaturas mínima para a germinação 9°C e ótima de 30°C. Para iniciação do florescimento e da antese as mínimas foram de 8 e 7°C, respectivamente, e a ótima para ambas, floração e antese, foi de 28°C. Encontraram que um incremento no fotoperíodo aumentou os tempos entre semeadura e início do florescimento e entre a germinação e a antese. Encontraram ainda que a sensibilidade ao fotoperíodo não foi afetada pela temperatura.

WARRINGTON & KANEMASU (1983_b), estudando o efeito da temperatura e do fotoperíodo em dois componentes de desenvolvimento da área foliar do milho (taxa de iniciação de folhas e taxa de aparecimento de folhas) encontraram, para ambos os parâmetros, crescimento quase linear em temperaturas médias crescendo de 15 para 28°C. Taxas máximas ocorreram de 30 para 32°C. Com relação ao fotoperíodo, as influências foram mais marcantes em temperaturas amenas.

WARRINGTON & KANEMASU (1983_c), em ambiente controlado, estudaram dois híbridos de milho sob larga variação de temperatura (16/6 para 38/30°C - dia/noite). Encontraram uma resposta não linear entre número de folhas e temperatura e observaram que o número de folhas cresce com mudanças crescentes do fotoperíodo. Foi encontrado um aumento médio de 0,71 folhas por cada hora adicional do fotoperíodo.

BARBOSA (1983) cita vários processos fisiológicos da planta que são afetados pela temperatura, entre eles a fotossíntese e a respiração. Para o milho, o crescimento cessa com mínima de 8 a 10°C e máxima de 40 a 44°C. Os limites ótimos de temperatura (30 a 32°C) estão relacionados com a disponibilidade de água.

LEEPER et alii (1974), estudando o efeito da umidade do solo disponível para as plantas na produção de milho, sob condições climáticas constantes, concluíram que a maior variação do rendimento do milho esteve relacionado com a profundidade radicular e com a capacidade do solo em armazenar água na zona das raízes e que a taxa de crescimento da produção com a taxa de aumento da capacidade do solo

reter água na zona das raízes variou consideravelmente com o favorecimento da estação (25 para 339 kg/ha/cm de água). Concluíram também que, com alto nível de fertilidade e condução, a importância do solo para o desenvolvimento do milho é caracterizada pelas propriedades do solo que afetam a disponibilidade de água e que a produtividade do milho pode ser prevista para uma série de solos, sob condições climáticas médias medindo-se ou estimando-se a quantidade de água do solo disponível para as plantas.

MILLAR et alii (1978) em trabalho realizado no Chillón - Chile, encontraram uma taxa de transpiração da beterraba irrigada de 2,11 a 3,31 vezes maior que a taxa de transpiração da mesma cultura não irrigada. Este aumento da transpiração provavelmente esteve relacionado com o aumento da disponibilidade de água para a cultura.

IAPAR (1981). Estudos e avaliação do sistema de plantio direto com a cultura do milho no estado do Paraná, indicam que a maior retenção de água no solo diminui a infestação de-lagarta elasmó em plantio direto, sobretudo nos anos secos.

3 - MATERIAL E MÉTODO

3.1 - Descrição geral da área

O trabalho foi instalado no setor AT1 da área irrigável da Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Pentecoste-CE. Geograficamente, localiza-se entre os paralelos 3°45' e 4°00' e entre os meridianos de 39°15' e 39°30' a oeste de Greenwich. A altitude do local é de 47 m acima do nível do mar.

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região é do tipo Bsh'i com período chuvoso de janeiro a junho, ocorrendo as máximas precipitações de fevereiro a maio e período de estiagem de julho a dezembro. Apresenta uma precipitação média anual de 763,8 mm e uma evaporação de 1.449,8 mm com temperaturas média de 27°C, sendo a média das mínimas de 22,1°C e a média das máximas de 32,9°C, segundo dados da estação meteorológica da Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste-CE), dados de 1966 a 1984 (TABELA 1). Na FIGURA 1 são ilustrados dados meteorológicos coletados no local durante a realização do experimento, observando-se que a velocidade do vento foi medida a 0,30 m do nível do solo, justificando-se assim, seus baixos valores quando comparados com dados da TABELA 1.

3.2 - Características do solo da área

3.2.1 - Classificação do solo

O solo é reconhecido como aluvial eutrófico, argi

TABELA 1 - Dados da Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste - CE). Anos de 1966 - 1984.

M e s e s	Temperatura do Ar					Umidade de Relativa %	Vento		Radiação Solar ² cal/cm	Insolação (horas)	Evaporação (mm)	Precipitação (mm)	Nebulosidade n/10
	Média Comp. °C	Média Máx. °C	Média Min. °C	Máxima Absol. °C	Mínima Absol. °C		Direção	Velocidade m/s					
Janeiro	27,8	33,8	23,0	36,8	20,2	71,3	NE	4,6	13.254	205,6	134,7	55,8	4,6
Fevereiro	27,1	32,6	22,7	37,0	19,8	77,7	NE	4,0	11.822	166,1	93,5	115,9	5,4
Março	26,2	31,1	22,5	36,6	20,4	84,6	NNE	2,7	12.266	144,7	60,2	183,4	6,3
Abril	26,2	31,1	22,4	36,0	20,2	84,8	N	2,7	11.883	161,0	58,3	164,8	5,4
Maiο	26,2	31,2	21,9	36,1	19,4	83,1	N	2,6	12.442	191,0	70,2	123,2	4,8
Junho	26,1	31,3	21,2	35,6	18,3	77,9	ESE	3,0	11.865	207,5	93,9	48,0	3,7
Julho	26,3	32,2	21,1	36,4	16,5	72,2	ESE	3,6	12.832	231,0	127,2	31,3	3,3
Agosto	27,1	33,9	21,6	37,0	17,3	65,6	ESE	4,4	14.271	265,6	163,1	5,3	2,5
Setembro	27,6	34,6	22,2	37,4	19,4	64,9	ENE	5,4	14.611	257,5	166,6	8,4	2,5
Outubro	27,8	34,8	22,5	37,6	19,0	66,2	NE	5,4	14.642	261,2	172,1	5,0	2,8
Novembro	28,0	34,7	22,3	37,5	18,3	65,8	NE	5,3	14.312	258,1	157,4	4,9	3,2
Dezembro	28,0	34,3	22,3	37,2	19,5	67,6	NE	4,9	14.168	243,8	152,6	17,9	3,5
MÉDIA	27,0	32,9	22,1			73,4	NE	4,0					4,0
TOTAL										2.593,1	1.449,8	763,8	

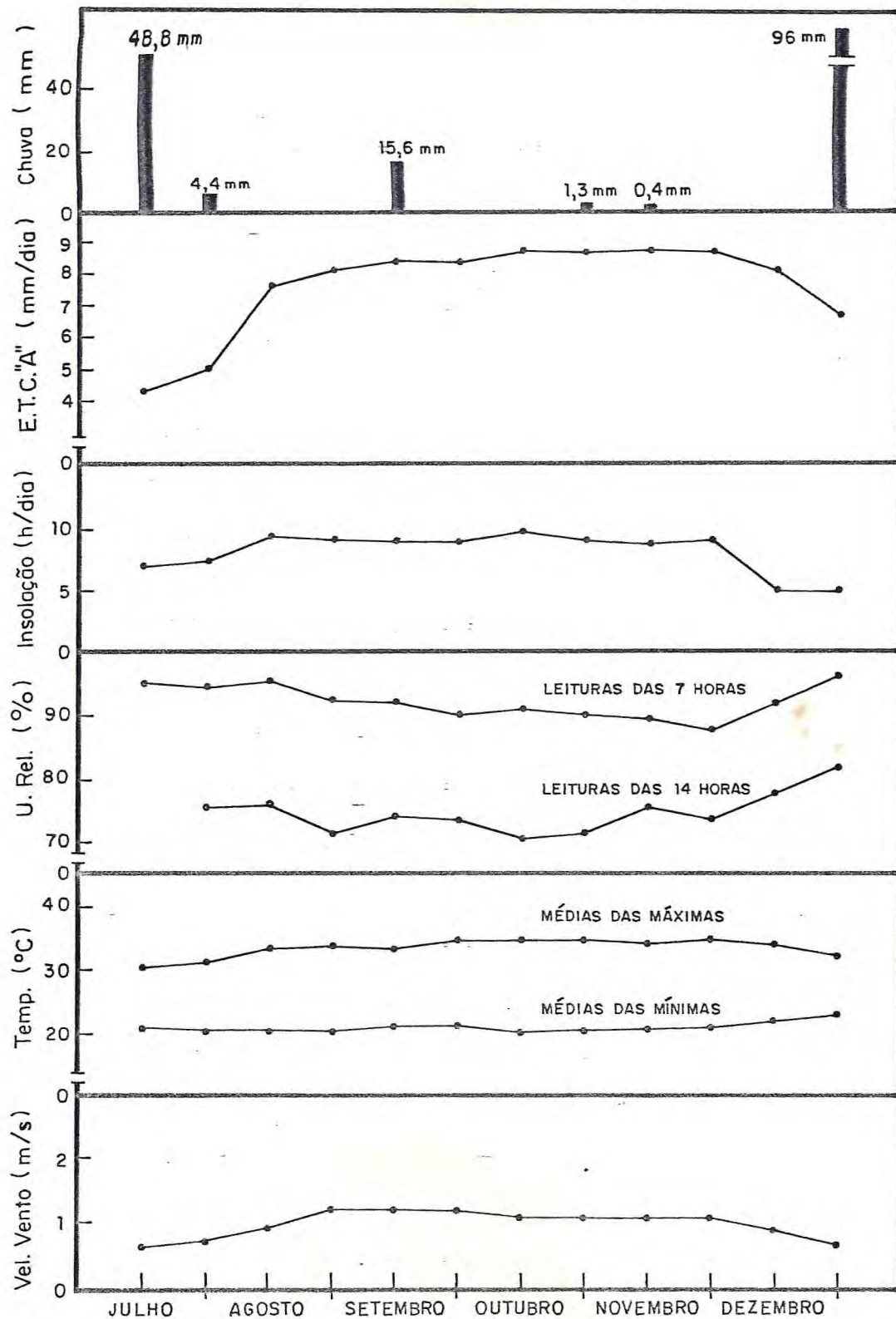


FIGURA 1 - Resumo quinzenal dos dados meteorológicos registrados no local do experimento: dados de chuva acumulada por quinzena e os dados de evaporação do tanque Classe "A" (ETC "A"), insolação, umidade relativa (U.R.), temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e velocidade do vento são médias diárias de cada quinzena.

la de atividade alta, horizonte A fraco, textura arenosa de acordo com os critérios de classificação adotados pela equipe de pedologia e fertilidade do solo do Ministério da Agricultura. De acordo com o sistema americano de classificação, 7.^a aproximação, é classificada como Typic Torrifuvente (COELHO, 1971).

3.2.2 - Características físicas e químicas do solo

Os dados de análise física do solo (TABELA 2) mostram predominância da fração areia sobre as demais em magnitude que permite defini-lo como Franco Arenoso. As camadas I e II apresentaram-se ligeiramente diferentes nos percentuais de argila dispersa em água e no grau de floculação onde os dados crescem da primeira para a segunda camada. A massa específica do solo diminui da camada I para a camada II e a massa específica das partículas apresenta-se com valores iguais. Isto corresponde a um ligeiro acréscimo na porosidade total da primeira para a segunda camada.

Os dados de análise química do solo (TABELA 2) credenciam-na à exploração agrícola, visto não apresentar problema de salinização e sodificação. Não apresenta alumínio trocável e o pH é próximo à neutralidade. Revelam uma predominância de cálcio e magnésio trocáveis no complexo sorativo com saturação de base de 92 e 100% para as camadas I e II, respectivamente.

3.2.3 - Características hídricas do solo

Dados médios obtidos por AMIM (1985), usando o método do infiltrômetro de sulco, permitem representar a velocidade de infiltração (I) e a infiltração acumulada (Z) pelas expressões:

TABELA 2 - Características físicas e químicas do perfil do solo Aluvial Eutrófico - Pente coste-CE.

Camada	Simbolo	Profundidade (cm)	Composição Granulométrica (%)				Argila Dispersa em Água (%)	Classificação Textural	Grau de Floculação	Massa Específica		Porosidade (%)
			Areia Grossa: 2-0,2mm	Areia Fina: 0,2-0,02mm	Silte: 0,02-0,002mm	Argila: 0,002mm				do Solo (g.cm ⁻³)	das Partículas (g.cm ⁻³)	
I _C		15	13,6	53,5	23,1	9,8	7,7	Franco Arenoso	21	1,56	2,59	40
II _C		45	4,6	52,1	29,7	13,4	10,3	Franco Arenoso	23	1,50	2,59	42

Camada	Simbolo	Profundidade (cm)	Complexo Sorativo m E/100 g de solo							100 S/T = v%	
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺		T
I _C		15	4,80	2,60	0,41	0,33	8,14	0,66	0,00	8,80	92
II _C		45	6,60	4,40	0,32	0,25	11,57	0,00	0,00	11,57	100

Camada	Simbolo	Profundidade (cm)	pH em Água	CE 25°C Ext. Satur. mhos/cm	Carbono (%)	Nitrogênio (%)	C/N	Matéria Orgânica (%)	P Assimilável mg/100 g	PST (%)
II _C		45	6,80	0,46	0,426	0,044	9	0,73	2,94	2,16

Dados de análises realizados no Laboratório de Solos do C.C.A. da U.F.C.

$$I = 0,82 t^{-0,43}$$

$$Z = 0,14 t^{0,57}$$

sendo I dado em cm/min e Z em cm. Considerando a classificação apresentada por BERNARDO (1984), o solo da área apresenta baixa velocidade de infiltração.

As condutividades hidráulicas das camadas do solo da área, determinadas por SAUNDERS & BEZERRA (1984), para os limites de profundidades de 30, 60 e 90 cm são representadas pelas expressões:

$$K(\theta)_{30} = \exp. 15,203(3,075\theta - 1)$$

$$K(\theta)_{60} = \exp. 12,508(3,018\theta - 1)$$

$$K(\theta)_{90} = \exp. 17,547(3,104\theta - 1)$$

com $K(\theta)$ dado em cm/dia.

A capacidade de campo (CC), determinada nas condições locais, segundo a metodologia de THOMAS & HARRIS descrita no Manual de Métodos de Análise de Solo do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS - EMBRAPA), apresentou os valores de $0,289 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ e $0,275 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ para as profundidades de 15 e 45 cm, respectivamente. O ponto de murcha permanente, determinado com aplicação de uma pressão de 15 atm sobre amostras saturadas, com auxílio de placa de pressão e com umidades determinadas gravimetricamente, apresentou valor de $0,067 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ para a profundidade de 15 cm.

As curvas características para as profundidades de 15, 45 e 75 cm encontram-se na FIGURA 2. Foram determinadas empregando-se o procedimento desenvolvido por COELHO & OLIVEIRA (1984) para faixa de potenciais matriciais de 0 a -0,8 atm, utilizando-se amostras indeformadas, e para potenciais matriciais entre -0,8 e -15 atm foram utilizadas

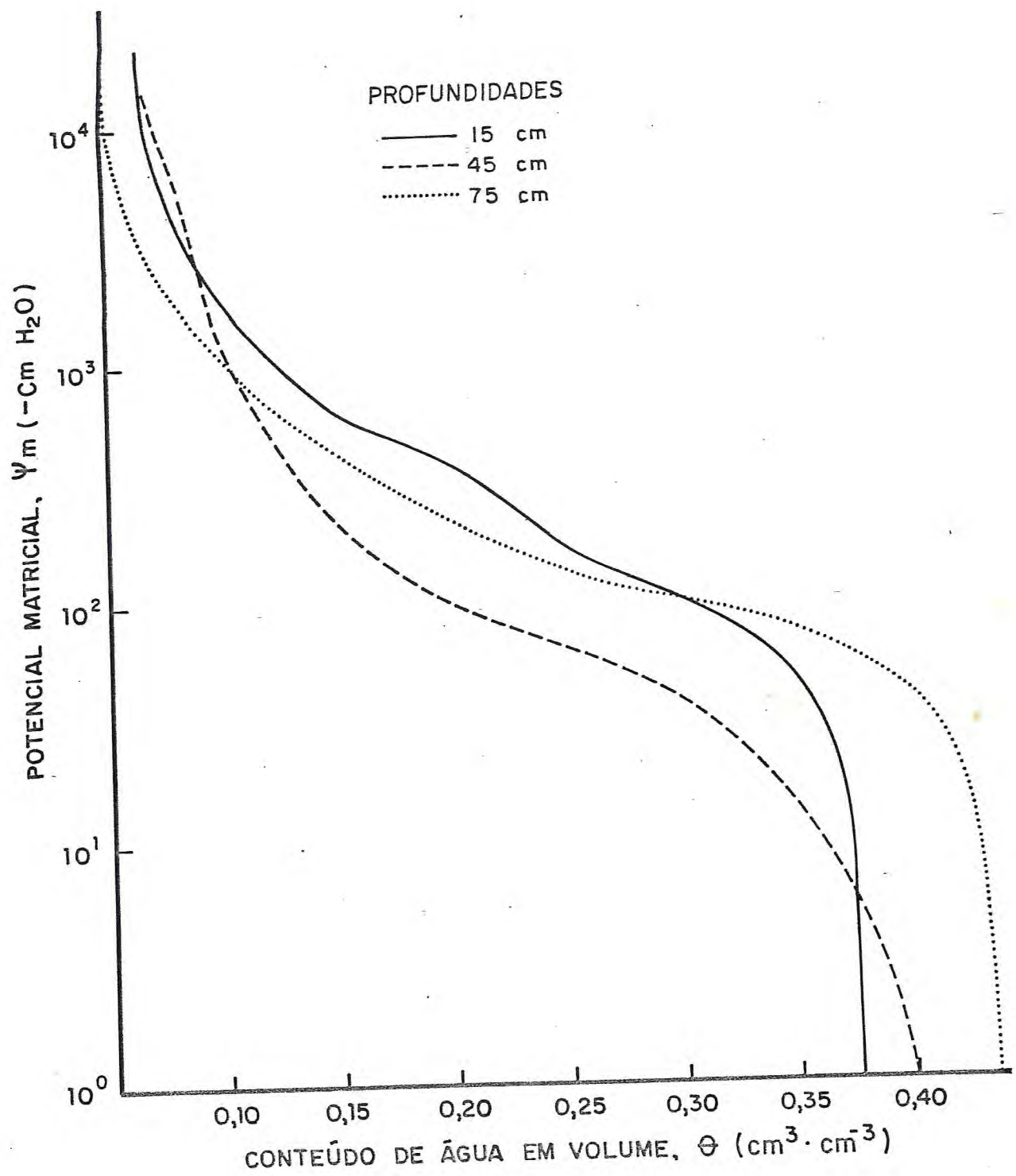


FIGURA 2 - Curva característica da água do solo aluvial eutrófico em Pentecoste-CE, nas profundidades de 15, 45 e 75 cm.

panela e placa de pressão. A unidade, correspondente a cada potencial matricial, foi calculada de acordo com a equação:

$$\theta = u_p \cdot d$$

sendo: θ = conteúdo de água ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

u_p = conteúdo de água em base do peso seco ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

d = densidade do solo.

3.3 - A água usada na irrigação

Proveniente do açude General Sampaio a água usada na irrigação é classificada como C_2S_1 conforme análise apresentada na TABELA 3.

3.4 - Descrição dos tratamentos

O experimento constou de 64 tratamentos formados a partir da combinação de 3 fatores: cultivar em 4 níveis, irrigação em 4 níveis e época de plantio em 4 níveis a seguir descritos:

3.4.1 - Fator cultivar (C)

C_1 = híbrido duplo AG-162; florescimento em 62 a 74 dias dependendo da região; altura de planta de 2,70 a 2,90 m.

C_2 = híbrido duplo AG-301; florescimento em 58 a 62 dias no Brasil Central; altura de planta de 2,40 a 2,60 m.

TABELA 3 - Dados de análise da água de irrigação proveniente do Açude General Sampaio.

Data da Coleta	Meq/l								CE mmho Cm ⁻¹	Ph	RAS	Classe da Água
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻				
16.09.85	1,68	1,60	0,15	3,08	0,00	1,92	3,60	0,45	0,66	7,5	2,41	C ₂ S ₁
03.10.85	1,60	1,44	0,15	2,71	0,00	1,80	3,20	0,43	0,62	7,7	2,40	C ₂ S ₁
21.10.85	1,68	1,48	0,17	2,15	0,00	2,00	2,80	0,43	0,60	7,5	1,71	C ₂ S ₁
12.11.85	1,70	2,20	0,10	1,80	0,00	1,88	2,50	0,52	0,59	7,6	1,29	C ₂ S ₁
03.12.85	1,70	1,80	0,15	2,24	0,00	1,88	3,50	0,49	0,59	7,6	1,69	C ₂ S ₁
23.12.85	1,70	1,20	0,15	2,26	0,00	2,28	2,60	-	0,65	7,6	2,13	C ₂ S ₁

Análise realizada no Laboratório de Solos do C.C.A. da UFC.

C_3 = híbrido duplo AG-352; florescimento em 60 a 65 dias no Brasil Central; altura de planta de 1,80 a 2,00 m.

C_4 = híbrido duplo AG-401; florescimento em 58 a 63 dias no Brasil Central; altura de planta de 2,40 a 2,60 m.

As características agronômicas das cultivares são encontradas em AGROCERES - informações técnicas sobre a cultura do milho - primeira edição, 1981.

3.4.2 - Fator irrigação (I)

I_1 = tratamento de irrigação em que as plantas foram submetidas a um potencial matricial da água do solo de -0,27 atm, o que corresponde a um conteúdo de $0,223 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ na curva característica de 0 - 30 cm e em torno de 70% da água disponível.

I_2 = tratamento de irrigação em que as plantas foram submetidas a um potencial matricial da água do solo de -0,41 atm, o que corresponde a um conteúdo de $0,187 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ na curva característica de 0 - 30 cm e em torno de 55% de água disponível.

I_3 = tratamento de irrigação em que as plantas foram submetidas a um potencial matricial da água do solo de -0,54 atm, o que corresponde a um conteúdo de $0,157 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ na curva característica de 0 - 30 cm e em torno de 40% da água disponível.

I_4 - tratamento de irrigação em que as plantas foram submetidas a um potencial matricial da água do solo de $-0,77$ atm, o que corresponde a um conteúdo de $0,135 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ na curva característica de 0 - 30 cm e em torno de 25% da água disponível.

3.4.3 - Fator época de plantio (E)

E_1 = plantio da primeira época efetuado em 12 de julho de 1985.

E_2 = plantio da segunda época efetuado em 26 de julho de 1985.

E_3 = plantio da terceira época efetuado em 09 de agosto de 1985.

E_4 = plantio da quarta época efetuado em 23 de agosto de 1985.

A escolha destes tratamentos foi baseada em trabalhos desenvolvidos por ARRUDA (1980), D'ÁVILA (1983), entre outros, os quais mostraram que as variedades utilizadas não apresentaram um rendimento satisfatório para as condições que lhes foram impostas. Assim, visando o máximo de produção da cultura, optou-se por híbridos que apresentam rendimentos elevados quando submetidos a condições ideais. A escolha dos níveis de potenciais matriciais visou continuar os trabalhos de ARRUDA (1980) e D'ÁVILA (1983) e a escolha das épocas de plantio visou definir a melhor época para o cultivo irrigado no período de estiagem.

3.5 - Delineamento experimental

A combinação dos 3 fatores com 4 níveis cada, dando um fatorial 4 x 4 x 4, resultou em 64 tratamentos que foram distribuídos na área experimental em parcelas sub-sub-divididas com cultivar (C) na parcela menor, irrigação (I) na sub-parcela e época de plantio (E) na parcela maior. Os tratamentos tiveram 2 repetições e foram distribuídos aleatoriamente na área experimental onde estão representados na FIGURA 3.

As dimensões do experimento foram: 17,85 m² para as sub-sub-parcela, 71,40 m² para as sub-parcelas e 285,60 m² para a parcela. A área de uma repetição foi de 1.142,40 m² e a área total do experimento somou 2.284,80 m².

A FIGURA 4 mostra, de forma esquemática, uma parcela com detalhes em uma das sub-parcelas.

A área útil em uma sub-sub-parcela foi de 5,95 m². Como o experimento constou de 64 tratamentos com 2-repetições a área útil total foi de 761,6 m².

Nas sub-parcelas estavam contidos 7 sulcos de irrigação de 12 m de comprimento espaçados de 0,85 m, com extremidade fechadas.

O plantio foi feito deixando-se o camalhão que dividiu 2 sub-parcelas sem plantio para servir de faixas de circulação.

Nota-se na FIGURA 3 que as sub-sub-parcelas, contendo as cultivares, ficaram dispostas transversalmente aos sulcos de irrigação. Com isto, cada cultivar participou de todos os sulcos de um mesmo tratamento de irrigação.

Com o espaçamento de 0,25 x 0,85 m obteve-se uma densidade inicial de 47.059 plantas/ha e 28 plantas na área útil de cada tratamento.

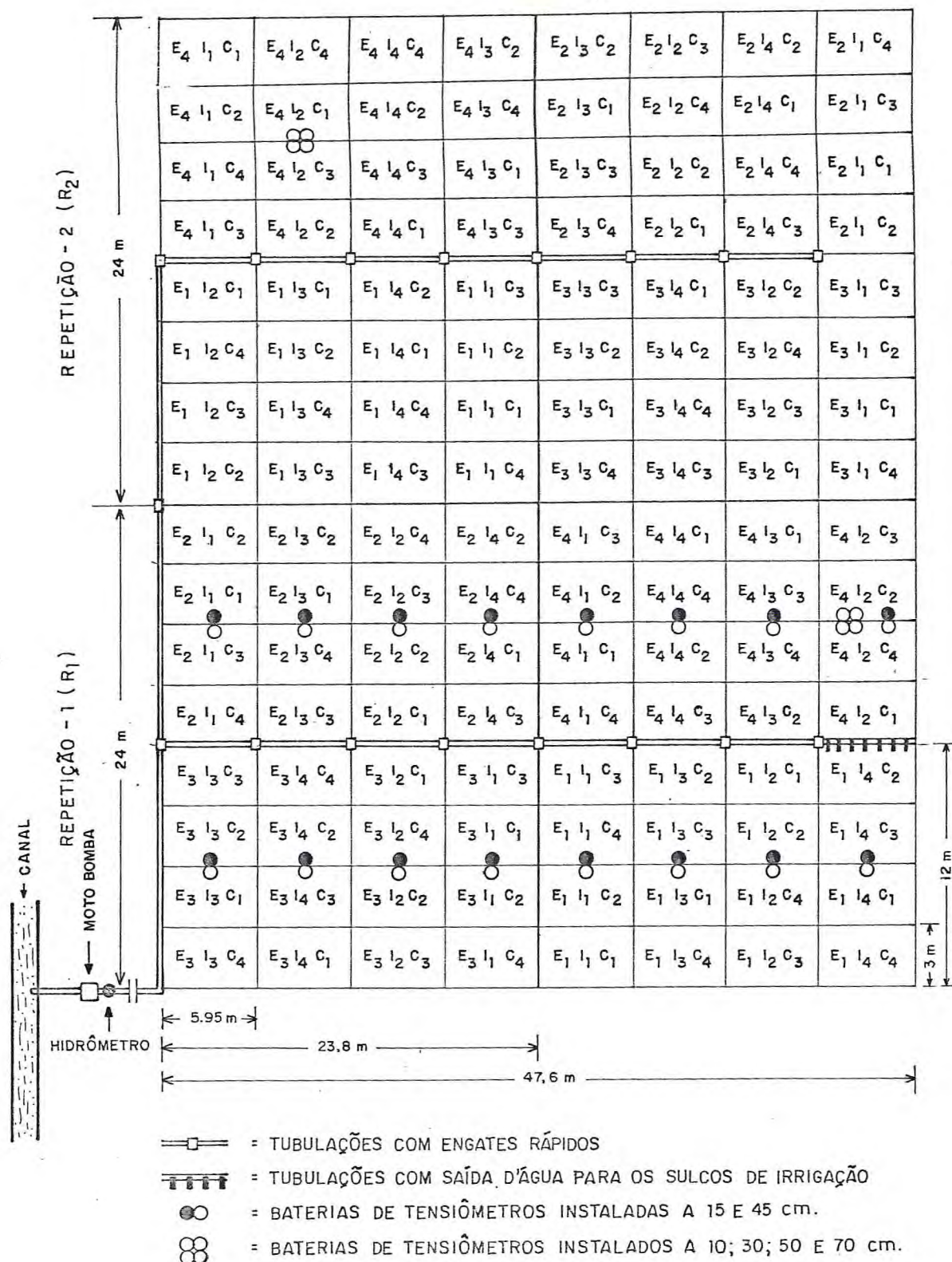


FIGURA 3 - Representação esquemática da distribuição aleatória dos tratamentos na área experimental, esquema de acesso da água às parcelas e localização das baterias de tensiômetros.

3.6 - Modelo estatístico para análise da produção

Para analisar os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis a serem estudadas, procedeu-se a análise estatística utilizando-se o modelo "split - split - plot", onde cada observação pode ser representada por:

$$Y_{ijklr} = M + T_i + B_j + E_1 + C_k + (TC)_{ik} + E_2 + \\ + D_r + (TD)_{ir} + (CD)_{kr} + (TCD)_{ikr} + E_3$$

- onde:
- M = média geral
 - T_i = efeito da época de plantio i ($i=1,2,3,4$)
 - B_j = efeito da repetição j ($j=1, 2$)
 - C_k = efeito do nível de irrigação k
($k = 1, 2, 3, 4$)
 - $(TC)_{ik}$ = efeito da interação da época i com o nível de irrigação k
 - D_r = efeito da variedade r ($r=1, 2, 3, 4$)
 - $(TD)_{ir}$ = efeito da interação da época i com a variedade r
 - $(CD)_{kr}$ = efeito da interação do nível de irrigação k com a variedade r
 - $(TCD)_{ikr}$ = efeito da interação da época i , com o nível de irrigação k e com a variedade r
 - E_1, E_2, E_3 = erros com os quais são testadas cada uma das hipóteses.

As hipóteses de interesse são:

- 1) H_0) $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$ (não existe diferença entre as épocas)
- H_1) Pelo menos um $T_i \neq 0$

- 2) $H_0) C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 0$ (não existe diferença entre os níveis de irrigação)
 $H_1) \text{ Pelo menos um } C_k \neq 0$
- 3) $H_0) (TC)_{ik} = 0$ para todo i, k (não existe interação entre época e irrigação)
 $H_1) (TC)_{ik} \neq 0$ para pelo menos um i, k
- 4) $H_0) D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = 0$ (não existe diferença entre as cultivares)
 $H_1) \text{ Pelo menos um } D_r \neq 0$
- 5) $H_0) (TD)_{ir} = 0$ para todo i, r (não existe interação época e variedade)
 $H_1) (TD)_{ir} \neq 0$ para pelo menos um i, r
- 6) $H_0) (CD)_{kr} = 0$ para todo k, r (não existe interação entre irrigação e variedade)
 $H_1) (CD)_{kr} \neq 0$ para pelo menos um k, r
- 7) $H_0) (TCD)_{ikr} = 0$ para todo i, k, r (não existe interação entre época, irrigação e variedade)
 $H_1) \text{ Pelo menos um } (TCD)_{ikr} \neq 0$

Quando rejeitada uma hipótese, aplica-se o Teste de Tukey para comparação e classificação das médias.

3.7 - Atividades operacionais

O preparo do solo constou das seguintes atividades: roçagem mecanizada, uma aração com corte a 0,20 m de profundidade, gradagem cruzada, abertura dos sulcos de irri

gação com sulcador tratorizado. O nivelamento dos sulcos e seu fechamento nas extremidades que delimitavam as sub-parcelas foram realizados com enxada. Esta última operação era realizada antes da pré-irrigação de cada época de plantio acompanhado da limpeza das ervas invasoras.

Antes do plantio, realizou-se uma pré-irrigação em cada parcela visando a elevar a umidade do solo à capacidade de campo e a uma germinação uniforme das plantas.

O plantio foi realizado manualmente com abertura de covas distanciadas de 0,25 m sobre os camalhões dos sulcos de irrigação de forma que o espaçamento ficou de 0,25 x 0,85 m. Em cada cova foram colocadas 3 sementes visando a compensar falhas na germinação. Em seguida, desbastou-se deixando-se uma planta por cova.

A adubação de base foi efetuada em sulcos abertos abaixo e ao lado das linhas de plantio numa dosagem elevada de NPK para se obter uma uniformidade da área. Os níveis de adubação corresponderam àqueles com que D'ÁVILA (1983) conseguiu maiores produções de milho, ou seja, 180-240-120kg/ha de NPK, cujas fontes foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A dose de N foi aplicada em 3 etapas: 1/3 na adubação de base, e outras duas 30 e 50 dias após a germinação.

Para as irrigações, a água foi captada diretamente de um canal existente na área e bombeada por meio de tubulações de 2 pol, com engate rápido, até as parcelas, conforme pode ser visto na FIGURA 3. A distribuição da água nas parcelas foi realizada com o uso de uma tubulação preparada de forma a permitir a saída da água para 7 sulcos simultaneamente, conforme pode ser visto na FIGURA 4. A tubulação com os "tês" de saída era de fácil movimentação de uma parcela para outra usando-se os engates rápidos existentes na cabeceira de cada sub-parcela.

A medição do volume de água aplicada foi feita com um hidrômetro instalado após o conjunto motobomba.

Para controle das irrigações usou-se tensiômetros cujo modelo pode ser visto na FIGURA 5.

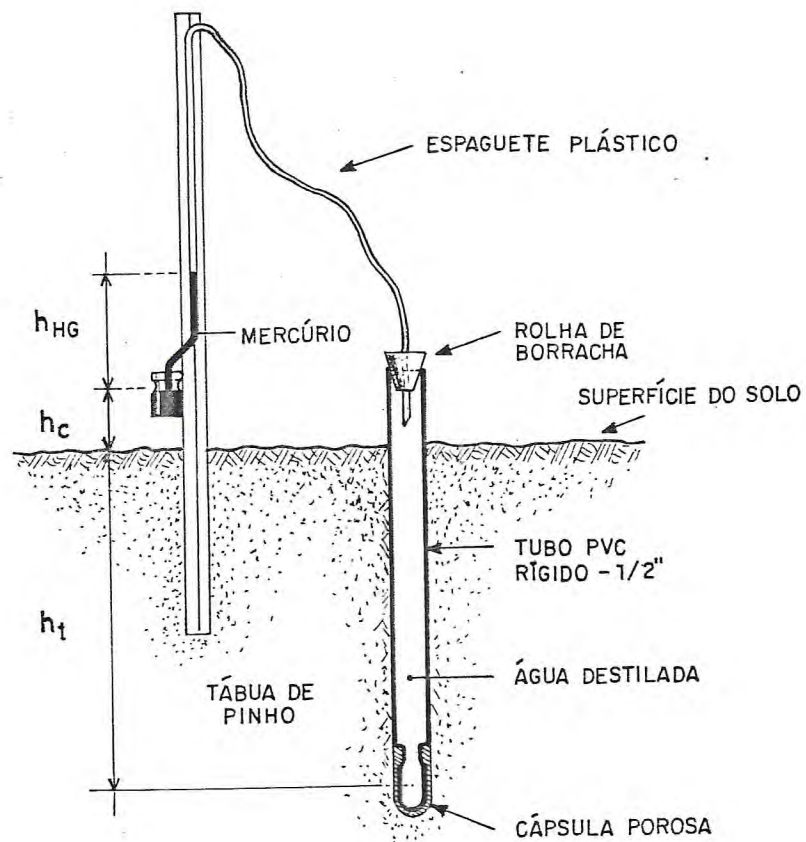


FIGURA 5 - Esquema de Um Tensiômetro Instalado no Solo.

Foram instaladas 16 baterias de 2 tensiômetros nas sub-parcelas da repetição 1 (ver FIGURA 3). O tensiômetro instalado a 0,15 m indicava quando irrigar e o instalado a 0,45 m que, juntamente com o de 0,15 m e a curva característica, possibilitavam o cálculo da lâmina a ser aplicada.

O cálculo do potencial matricial nos tratamentos foi conseguido empregando-se a expressão:

$$\Psi_m = -12,6 h_g + h_c + h_t$$

em que Ψ_m = potencial matricial (- cm de H₂O)

h_g = coluna de mercúrio (cm de h_g)

h_c = altura da cuba de mercúrio (constante = 15 cm).

h_t = profundidade da cápsula porosa (instaladas a 15 e a 45 cm).

Com leituras diárias nos tensiômetros obtinha-se o controle do potencial da água do solo em uma das repetições e, quando o limite pré-estabelecido era atingido, em cada tratamento, providenciavam-se as irrigações das 2 repetições. A lâmina de água aplicada visava elevar a umidade do solo da umidade crítica à capacidade de campo nas camadas de 0 - 30 cm e de 30 - 60 cm.

A diferenciação dos níveis de irrigação foi iniciada logo após a germinação das plantas.

As irrigações foram encerradas quando as plantas completavam 100 dias, a contar do plantio.

Os tratamentos culturais foram realizados tão logo apareceram as necessidades, com exceção do controle da lagarta rosca (*Agrotis* spp) e da lagarta elasmopalpus (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller, 1948) que foi feito preventivamente com o uso de Carbaryl na dose de 1 g do produto comercial por litro d'água, aplicado logo após a emergência das plantas. As demais pragas foram controladas com uma média de 3 pulverizações durante o ciclo da cultura usando-se a mesma dosagem do defensivo já mencionado.

O controle das ervas invasoras foi feito com 4 capinas nos tratamentos I_1 e I_2 e com 3 capinas nos tratamentos I_3 e I_4 . Assim, os tratamentos de níveis de umidade mais elevados receberam maior número de capinas.

A colheita foi efetuada quando as plantas completaram 120 dias a contar do plantio. Colhidas as espigas com toda palha (espigas completas) de cada sub-sub-parcela, foram levadas ao sol para completar a secagem ao ar livre. Em seguida foi providenciada a pesagem das espigas completas, das espigas nuas, dos grãos e de 100 sementes. Por diferença conseguiu-se o peso da palha e do sabugo.

3.8 - Determinação da evapotranspiração atual da cultura

A determinação da evapotranspiração da cultura, assim como das perdas de água por percolação profunda, é importante para definir a dotação de água e a eficiência de irrigação. Para sua determinação utilizou-se o método do balanço hídrico aplicado no tratamento de irrigação I_2 da época de plantio E_4 .

O balanço hídrico num elemento de volume de solo de profundidade Z de 0 a L , durante um intervalo de tempo $t = t_2 - t_1$ é fundamentado na lei da conservação das massas e é representado pela expressão:

$$\int_{t_1}^{t_2} (p + i - e \pm r \pm q_L) dt =$$

$$\int_0^L \int_{t_1}^{t_2} \left| \frac{\partial \theta}{\partial t} \right| dt dz$$

que de forma simplificada é assim escrita:

$$P + I - ET \pm R \pm Q_L = \pm \Delta A$$

onde; para um determinado período considerado:

P = precipitação pluviométrica

I = irrigação

ET= evapotranspiração

R = quantidade de água que entra ou sai da parcela por escoamento superficial

Q_L = quantidade de água que passa através do limite inferior do volume de solo considerado ($Z = L$)

ΔA = variação no armazenamento de água no solo

Os valores do componente P foram obtidos de dados de um pluviômetro instalado na área.

Os valores de I foram obtidos por medição da água de irrigação em um hidrômetro instalado no sistema.

O escoamento superficial (R) foi negligenciado uma vez que os sulcos de irrigação foram preparados em nível e com as extremidades fechadas de forma a não permitir escoamento.

Na área do experimento, no tratamento de irrigação I_2 da época de plantio 4 foram instaladas 2 baterias de tensiômetros nas profundidades de 10, 30, 50 e 70 cm. De posse dos potenciais matriciais, calculados a partir das leituras dos tensiômetros e das curvas características, calcularam-se os valores de θ para o cálculo do armazenamento da água no perfil do solo.

O armazenamento da água do solo foi calculado pela fórmula:

$$A = \int_0^L \theta dz = \bar{\theta} \cdot L$$

onde: $\bar{\theta}$ = conteúdo de água médio do perfil ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

L = profundidade do perfil (cm)

e a variação do armazenamento no intervalo $t = t_2 - t_1$,
foi obtido pela fórmula:

$$\Delta A = (\bar{\theta}_2 - \bar{\theta}_1) Z$$

onde: ΔA = variação do armazenamento (mm)

$\bar{\theta}_2$ = conteúdo de água médio do perfil no instante
 t_2 ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

$\bar{\theta}_1$ = conteúdo de água médio do perfil no instante
 t_1 ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

A drenagem profunda (Q_L) foi determinada usando-se a equação de Darcy:

$$Q_L = - K_{L(\theta)} \cdot \left[\frac{\partial \Psi}{\partial Z} \right]_L$$

onde: $K_{L(\theta)}$ = condutividade hidráulica do solo, em função da umidade do solo θ ($L^3 \cdot L^3$), na profundidade de L (LT^{-1})

$\frac{\partial \Psi}{\partial Z}$ = gradiente de potencial total da água do solo, na profundidade $Z = L$.

A condutividade hidráulica do solo da área na profundidade $Z = 60$ cm foi determinada por SAUNDERS & BEZERRA (1984):

$$K_{(\theta)}_{60} = \exp 12,508(3,0180 - 1)$$

com $K_{(\theta)}_{60}$ dado em $\text{cm} \cdot \text{dia}^{-1}$.

O gradiente de potencial total na profundidade estudada foi obtido com a expressão:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial Z} \Big|_{60} \approx \frac{\Delta \Psi}{\Delta Z} \Big|_{60} = \frac{-12,6 (\bar{h}_{50} - \bar{h}_{70})}{20}$$

onde: ΔZ = diferença de profundidade entre os tensiômetros (cm)

$\Delta \Psi$ = diferença de potencial total entre $Z = 50$ e $Z = 70$ cm

\bar{h} = média das leituras dos tensiômetros nas profundidades de 50 e 70 cm.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Parâmetros de irrigação

Após a pré-irrigação para garantir a germinação das plantas, as irrigações diferenciadas por tratamentos foram iniciadas e só suspensas quando as plantas completaram cem dias, a contar do plantio. Os elementos básicos de irrigação podem ser vistos na TABELA 4.

O nível de Irrigação I_1 , caracterizado pelo estado de energia da água do solo, correspondente a um potencial matricial de $-0,27$ atm em torno do qual as irrigações foram efetuadas, possibilitou a aplicação de lâminas totais de água de 1.016,0; 1.231,8; 829,0 e 994,0 mm nas épocas de plantio E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , respectivamente. Estas lâminas foram aplicadas com 23 irrigações na E_1 , 25 irrigações na E_2 , 25 irrigações na E_3 e 22 irrigações na E_4 com turnos de regas de 4 dias para cada época, como pode ser visto na TABELA 4.

O nível de irrigação I_2 , caracterizado pelo estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,41$ atm em torno do qual as irrigações foram efetuadas, possibilitou a aplicação de lâminas totais de água de 767,7; 1.004,1; 794,4 e 883,2 mm nas épocas de plantio E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , respectivamente. Como pode ser visto na TABELA 4, as lâminas totais foram aplicadas com 14 irrigações na E_1 , 16 irrigações na E_2 , 15 irrigações na E_3 e 14 irrigações na época E_4 com turno de rega de 7, 6, 7 e 7 dias para as respectivas épocas.

O nível de irrigação I_3 , caracterizado pelo estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,54$ atm em torno do qual as irrigações fo-

TABELA 4 - Valores médios dos elementos básicos de irrigação dos 4 tratamentos estudados em 4 diferentes épocas de plantio.

Épocas de Plantios	Níveis de Irrigação Ψ_m (atm)		θ Crítico ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)		Lâmina Aplicada (mm)	Turno de Rega (dia)	Número de Irrigação	Dotação Diária (mm)	Eficiência Considerada	
	15	45	15	45						
E ₁	I ₁ =	-0,29	-0,09	0,220	0,208	1016,0	4	23	10,16	90
	I ₂ =	-0,40	-0,10	0,194	0,206	767,7	7	14	7,68	90
	I ₃ =	-0,57	-0,13	0,158	0,182	722,5	9	11	7,23	90
	I ₄ =	-0,76	-0,14	0,135	0,181	695,0	12	8	6,95	90
E ₂	I ₁ =	-0,26	-0,16	0,230	0,174	1281,8	4	25	12,82	90
	I ₂ =	-0,45	-0,12	0,187	0,185	1004,1	6	16	10,04	90
	I ₃ =	-0,57	-0,15	0,159	0,173	901,1	8	12	9,01	90
	I ₄ =	-0,77	-0,14	0,136	0,177	517,8	17	6	5,18	90
E ₃	I ₁ =	-0,30	-0,06	0,218	0,254	829,0	4	25	8,28	90
	I ₂ =	-0,42	-0,09	0,195	0,214	794,4	7	15	7,94	90
	I ₃ =	-0,52	-0,14	0,166	0,163	751,3	9	11	7,51	90
	I ₄ =	-0,78	-0,14	0,135	0,173	601,3	13	7	6,01	90
E ₄	I ₁ =	-0,24	-0,14	0,233	0,190	994,0	4	22	9,94	90
	I ₂ =	-0,38	-0,16	0,205	0,172	883,2	7	14	8,83	90
	I ₃ =	-0,46	-0,23	0,178	0,169	726,1	9	10	7,26	90
	I ₄ =	-0,78	-0,40	0,134	0,134	624,4	15	6	6,24	90

ram efetuadas, possibilitou a aplicação de lâminas totais de 722,5; 901,1; 751,3 e 726,1 mm para as épocas de plantio E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , respectivamente. As lâminas totais foram aplicadas com 11 irrigações na E_1 , 12 irrigações na E_2 , 11 irrigações na E_3 e 10 irrigações na E_4 com turnos de rega de 9, 8, 9 e 9 dias para as respectivas épocas de plantio.

O nível de irrigação I_4 , caracterizado pelo estado de energia de água do solo correspondente a um potencial matricial de -0,77 atm em torno do qual as irrigações foram efetuadas, possibilitou a aplicação de lâminas totais de água de 695,0; 517,8; 601,3 e 624,4 mm nas épocas de plantio E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , respectivamente. Como pode ser visto na TABELA 4, as lâminas totais foram aplicadas com 8 irrigações na E_1 , 6 irrigações na E_2 , 7 irrigações na E_3 e 6 irrigações na E_4 com turno de rega de 12, 17, 13 e 15 dias para as respectivas épocas de plantio.

As irrigações controladas visaram a atender a reposição da umidade do solo à capacidade de campo (0,289 e 0,275 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ para as camadas de 0-30 e 30-60 cm, respectivamente).

As diferenças de lâminas aplicadas nas parcelas de tratamento correspondente entre as épocas de plantio, deveriam corresponder à diferença de consumo d'água. Contudo, entre alguns tratamentos, as diferenças são acentuadas, de forma que não podem ser explicadas somente por diferença de consumo. O que se pode inferir é que as chuvas do período, para algumas parcelas, ocorreram com a umidade do solo próximo à capacidade de campo (casos das parcelas de níveis de irrigação I_1 , I_2 e I_3 da E_2 e I_2 da época E_4), portanto, devem ter contribuído para a percolação profunda.

Para outras parcelas, as lâminas das chuvas, embora pequenas, possivelmente vieram contribuir diminuindo as lâminas de irrigação, inclusive em magnitude maior que as que foram registradas no pluviômetro. É sabido que as plantas utilizam diretamente a água armazenada na superfície das folhas e que a evaporação da água da superfície da

folhagem e do solo, mesmo nos casos de pequenas precipitações, utilizam parte da energia disponível. Nestes casos, a transpiração das plantas é reduzida (MOTA, 1985) e, em decorrência, há menos consumo da água de irrigação.

4.2 - Uso consuntivo

A TABELA 5 mostra os componentes do balanço hídrico da cultura do milho plantado em 23 de agosto e submetido a um potencial matricial mínimo médio de $-0,36$ atm determinado na profundidade de 15 cm.

A coluna 1 mostra os períodos considerados para o balanço hídrico. Foram definidos em função das irrigações efetuadas com uma variação de 4 a 8 dias. Estas definiram os intervalos (coluna 2) com exceção do último período que se estendeu da última irrigação até surgirem os primeiros sinais de amadurecimento da cultura.

A coluna 3 mostra a ocorrência de pequenas precipitações pluviométricas durante o período de desenvolvimento da cultura. As chuvas, embora pequenas, associadas as condições microclimáticas reinantes, devem ter influenciado a evapotranspiração por diminuírem a demanda evaporativa por razões já discutidas anteriormente. Deve ser observado que o percentual de percolação profunda apresentado na coluna 9 tendeu a ser maior em torno dos 3 períodos em que ocorreram as precipitações. Este aumento relativo da percolação pode ser explicado pela redução da ETA nos mesmos 3 períodos, sendo bem visível no período de 15 a 20/10.

Na coluna 4 estão as lâminas aplicadas com as irrigações. A lâmina total foi de 865,9 mm que somada aos 17,3 mm de chuva tem-se um total de 883,2 mm de lâmina aplicada no tratamento I_2 da E_4 .

O movimento da água do solo no limite de profundidade (60 cm), coluna 5, mostra-se negativo para todos os períodos do balanço hídrico, indicando que o fluxo verti

TABELA 5 - Componentes do balanço hídrico da cultura do milho plantado em 23 de agosto e submetido a um potencial matricial mínimo médio de -0,36 atm determinado na profundidade de 15 cm.

Períodos	Intervalos (dias)	P (mm)	I (mm)	QL (mm)	ΔA (mm)	ETA (mm)	ETA ₋₁ (mm.dia ⁻¹)	QL (%)
01/09 a 05/09	4	-	50,70	-9,05	27,40	14,25	3,56	38,84
05/09 a 13/09	8	15,6	42,00	-18,55	8,80	30,25	3,78	38,01
13/09 a 20/09	7	-	48,00	-19,09	-6,00	34,91	4,99	35,35
20/09 a 26/09	6	-	57,00	-19,73	4,60	32,67	5,45	37,65
26/09 a 03/10	7	-	76,00	-24,32	2,00	49,68	7,10	32,86
03/10 a 09/10	6	-	59,00	-17,94	-17,80	58,86	9,81	23,36
09/10 a 15/10	6	-	93,30	-7,26	19,20	66,84	11,14	9,80
15/10 a 20/10	5	1,3	63,30	-14,44	2,60	47,56	9,51	23,29
20/10 a 25/10	5	-	67,00	-17,38	-3,20	52,82	10,56	24,75
25/10 a 31/10	6	-	61,60	-7,91	-5,00	58,69	9,78	11,88
31/10 a 07/11	7	-	86,70	-10,36	8,00	68,34	9,76	13,16
07/11 a 14/11	7	0,4	52,30	-10,14	-25,40	67,96	9,71	12,98
14/11 a 20/11	6	-	59,20	-1,17	3,80	54,23	9,04	2,11
20/11 a 28/11	8	-	49,80	-1,46	-7,60	55,94	7,00	2,54
29/11 a 07/12	9	-	-	-1,20	-61,40	60,20	6,69	1,95
01/09 a 07/12	97	17,3	865,90	-180,00	-50,00	753,20	7,76	19,29

cal foi sempre descendente.

A lâmina total percolada além dos 60 cm de profundidade, soma 180 mm o que representa, aproximadamente, 21% da lâmina total aplicada. Este componente do balanço hídrico é importante porque, ao ser considerado, permite a obtenção de valores da evapotranspiração mais próximos dos reais e dos índices de eficiência dos métodos de irrigação.

O percentual de percolação profunda, coluna 9, foi estimado considerando-se como 100% o somatório dos valores de Q_L e ETA. Nota-se que este percentual foi bem maior no início de desenvolvimento da cultura do que no seu final, ensejando ressaltar que no cálculo da lâmina de irrigação, no início do desenvolvimento da cultura, deveria ter sido usado um outro critério, procurando suprir, de início, uma camada proporcional a que estaria sendo explorada pelo sistema radicular da cultura. Em decorrência, poderiam ter sido evitadas, em parte, as perdas devidas ao fluxo descendente que, neste caso, ocorreu em taxas relativamente altas comparada com a ETA/dia (Para a determinação da densidade das raízes nas diversas camadas do solo, enquanto outros métodos não sejam desenvolvidos, o método descrito por TENNANT (1975) pode ser indicado). Outro aspecto é que, a manutenção da umidade do solo em níveis elevados das camadas mais profundas, mantém alta a condutividade hidráulica ($K_{(\theta)}$) beneficiando a percolação profunda.

Por outro lado, sabe-se que um estresse maior no início da fase da cultura promove um maior aprofundamento do sistema radicular em benefício da cultura (MARINATO, 1980), fato este, ajuda a justificar o uso de um critério que melhor ajuste a dotação com o consumo no início da cultura.

A variação do armazenamento (ΔA) é mostrada na coluna 6, onde apresentam-se alguns valores negativos mostrando que a soma de lâmina percolada com a lâmina evapotranspirada foi maior que a lâmina aplicada. O valor final da ΔA foi -50 mm que corresponde, aproximadamente, a lâmina

aplicada na pré-irrigação (52 mm).

No tocante a evapotranspiração (ETA e ETA/dia), co lunas 7 e 8, os valores são altos quando comparados com os encontrados na literatura. O valor máximo ocorreu no pe-ríodo de 9 a 15/10 (11,14 mm/dias) coincidindo com o início do florescimento, mantendo-se acima de 9 mm até aos 80 dias, a contar da germinação. Os períodos de máximas ETA ocorreram nas fases de florescimento e enchimento de grão. A ETA média da cultura foi de 7,76 mm/dia. Na literatura encontram-se valores mínimos de ETP de 1,3 mm/dia até valores máximos de 9,15 mm/dia (VAN BAVEL & HARRIS, 1962 e DOSS et alii, 1962) chegando a 10 mm/dia no período de espiga-mento sob condições de intenso calor e pouca umidade do ar (MARINATO, 1980).

A alta taxa de evapotranspiração encontrada no pre sente trabalho pode ser justificada pelas condições atmosféricas locais (TABELA 1 e FIGURA 1) associada à umidade do solo que foi mantida em níveis altos ou seja, facilmente disponível. Além do mais, pode ser admitido que a baixa capacidade de infiltração do solo deve ter contribuído para uma superestimativa da ETA. Foi observado que, devido a esta baixa infiltração, os sulcos permaneciam com água por um período de tempo superior a 24 horas após uma irrigação. O que, possivelmente, permitiu que houvesse evaporação diretamente da lâmina de água contida nos sulcos. Esta água evaporada foi computada como tendo sido parte do balanço hídrico do contróle de volume do solo, o que é inerente do método. Na realidade ela não é parte de ETA, como preconiza o método do balanço hídrico, e estudos posteriores deveriam tomar em consideração este aspecto.

Outros aspectos que devem ter contribuído para os níveis de evapotranspiração encontrados foram o porte da cultura e possíveis efeitos da energia advectiva aliada ao "efeito de bordo". A energia advectiva é caracterizada por uma corrente de ar quente e seco que ocorre sobre pequenas áreas irrigadas cujos arredores são secos. Aí, a evaporação pode ser maior que a energia líquida. Este efeito é co

nhecido como "efeito oasis" (LEMON, CLASER & SATTERWHITE, 1957 citados por MOTA, 1985). O "efeito de bordo" que é a transferência horizontal de calor, pode afetar pequenas parcelas não adequadamente protegidas. Este efeito foi mais percebido nas parcelas de menor nível de umidade e mais expostas. Ali, parte das espigas apresentaram-se com grãos falhados, mostrando que houve falha na polinização, possivelmente devido a ação dos ventos quentes e relativamente secos. Contudo, os grãos formados eram visivelmente maiores que os de espigas normais, indicando que o "efeito de bordo", neste caso, não afetou o enchimento de grãos.

Com relação aos tratamentos que receberam maior lâmina de irrigação, comparando ao tratamento I_2 da E_4 onde a ETA deve ter sido máxima, o excesso deve ter se convertido em perdas por percolação. Esta hipótese está baseada no fato de que a energia disponível não seria suficiente para uma evapotranspiração muito acima da que foi registrada no tratamento em que fez o estudo do balanço hídrico. Mesmo considerando que a evaporação direta da superfície do solo tenha sido alta devido a baixa capacidade de infiltração do solo e a alta frequência de irrigação. Sabe-se que, sob condições de irrigações muito frequentes, as perdas de água por evaporação podem atingir até 50% da evapotranspiração, dependendo das condições de umidade do solo e da cobertura vegetal (FISHER & TURNER, 1978 citados por D'ÁVILA, 1983).

Para os tratamentos I_4 das épocas de plantio, pode-se afirmar que a evapotranspiração foi menor que os 753,2 mm verificados no tratamento I_2 da E_4 pelo fato da umidade do solo ter sido mantida em níveis mais baixos.

4.3 - Resultados da Produção

As variáveis (X_i) observadas em cada tratamento foram:

X_1 = produção de espigas completas (kg/ha), compreendendo a soma de peso de palha, sabugo e grãos;

X_2 = produção de grãos (kg/ha);

X_3 = produção de sabugo (kg/ha);

X_4 = produção de palha (kg/ha);

X_5 = peso de 100 sementes (g);

X_6 = percentual de grãos na espiga completa;

X_7 = percentual de palha na espiga completa;

X_8 = percentual de sabugo na espiga completa.

das quais os resultados médios de 2 repetições encontram-se no ANEXO "A".

4.4 - Análise estatística da produção

Os resultados das análises de variância são mostrados na TABELA 6. Ressaltando-se que os dados da produção, em grama, foram de 7 plantas amostradas na área útil.

Para o fator época de plantio a análise de variância mostrou efeito significativo a nível de 5% nas variáveis X_1 , X_2 , X_5 , X_6 e a nível de 1% nas variáveis X_4 e X_7 , enquanto para as variáveis X_3 e X_8 o efeito de época de plantio não foi significativo. Para o fator irrigação a análise de variância mostrou efeito significativo apenas no peso de 100 sementes. O efeito da interação época de plantio x irrigação foi significativo para as variáveis X_1 , X_2 , X_3 a nível de 5% e a nível de 1% para a variável X_5 , enquanto não foi significativo para as variáveis X_4 , X_6 , X_7 e X_8 . O efeito Cultivar só não foi significativo para o percentual de sabugo, sendo significativa a nível de 5% nas variáveis X_3 , X_4 , X_6 e X_7 e a 1% nas variáveis X_1 , X_2 e X_5 . A interação época de plantio x cultivar não mostrou-

TABELA 6 - Resultados das análises de variância das variáveis produção de espiga completa. (X_1), produção de grãos (X_2), produção de sabugo (X_3), produção de palha (X_4), peso de 100 sementes (X_5), % de grãos na espiga completa (X_6), % de palha na espiga completa (X_7) e % de sabugo na espiga completa (X_8).

Causas da Variação	Valores de F							
	X_1 Espiga completa	X_2 grãos	X_3 Sabugo	X_4 Palha	X_5 100 Semente	X_6 % grão	X_7 % palha	X_8 % sabugo
Época de plantio	23,01*	15,97*	7,73	168,39**	20,04*	19,78*	120,21**	1,75
Irrigação	0,71	0,44	0,63	0,19	7,75**	0,35	0,12	0,93
Época x Irrigação	2,88*	3,16*	4,31*	0,34	5,50**	0,99	0,92	1,06
Cultivar	5,60**	6,74**	4,03*	2,98*	65,72**	3,08*	4,03*	1,16
Época x Cultivar	1,60	1,65	1,57	1,02	1,40	1,09	0,80	1,04
Irrigação x Cultivar	1,70	2,35*	0,58	0,82	1,19	0,89	1,12	0,98
Época x Irrigação x Cultivar	0,97	1,01	1,48	0,81	1,43	0,90	1,15	1,03
Repetição	1,86	2,05	2,09	0,25	0,28	1,08	0,20	0,97
Coefficiente de variação-CV(%)	12,24	17,38	16,93	23,29	4,15	7,32	10,11	69,13

* - significativo ao nível de 5%;

** - significativo ao nível de 1%.

se significativa para nenhuma das variáveis. A Interação Irrigação x Cultivar só foi significativo para a variável produção de grãos. A interação tripla época de plantio x irrigação x cultivar não foi significativo para nenhuma das variáveis assim como não foi o efeito repetição. Com relação ao coeficiente de variação este ficou entre valores baixos e médios com exceção do C.V. para o percentual de sabugo. Este fato mostra que o experimento guardou boa precisão.

Nos parágrafos seguintes discutem-se apenas os efeitos dos níveis dos fatores época de plantio, irrigação e cultivar sobre as variáveis mais importantes, ou sejam, produção de espigas completas (X_1) e produção de grãos (X_2). No entanto apresentam-se no ANEXO "B" os intervalos de segurança e classificação das médias das variáveis X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 e X_8 com discussão dos pontos mais significantes.

4.4.1 - Efeito da época de plantio na produção de espigas completas

O resultado da análise de variância (TABELA 6) mostra que é rejeitada a hipótese de igualdade do efeito época de plantio sobre a produção de espigas completas. Mostra também que houve interação do efeito época de plantio x nível de irrigação. Portanto, considerou-se a interação, classificando-se as médias das épocas de plantio por nível de irrigação.

A TABELA 7 mostra os intervalos, com 95% de confiança, para a produção média de espiga completa (kg/ha) em cada época de plantio e nível de irrigação.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, tem-se:

$$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2} \quad \text{para o } \Psi_m \text{ de } -0,27 \text{ atm } (I_1)$$

TABELA 7 - Intervalo com 95% de confiança em cada época de plantio e nível de irrigações para a produção de espiga completa (kg/ha). Médias de 4 cultivares.

Irrigação \ Época	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	\bar{I}
	I ₁	9.418±823	10.591±823	9.472±823	10.092±823
I ₂	8.742±823	10.259±823	9.798±823	10.115±823	9.728±
I ₃	7.825±823	11.557±823	9.790±823	10.695±823	9.967±
I ₄	7.642±823	11.319±823	8.902±823	10.593±823	9.614±
\bar{E}	8.408±823	10.931±823	9.490±823	10.376±823	-

$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$ para o Ψ_m de -0,41 atm (I₂)

$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$ para o Ψ_m de -0,54 atm (I₃)

$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$ para o Ψ_m de -0,77 atm (I₄)

onde as médias estão dispostas em ordem crescente e as que estão sobre um mesmo traço são consideradas iguais ao nível indicado.

Nota-se que, para os níveis de irrigação I₁ e I₂, aceita-se a hipótese de igualdade entre as épocas de plantio, ou seja, usando-se o nível de irrigação I₁ ou o I₂, tanto faz plantar em 12 de julho, 26 de julho, 9 de agosto ou 23 de agosto, estatisticamente espera-se o mesmo resultado. Para o nível de irrigação I₃, não diferiram entre si as épocas E₂ com E₄ e E₄ com E₃. A época E₁ apresentou-se como a mais fraca e a época E₂ melhor que as épocas E₁ e E₃. Usando-se o nível de irrigação I₃ esperam-se maiores produções plantando-se em 26 de julho ou 23 de agosto. Para

o nível de irrigação I_4 , aceita-se a hipótese de igualdade entre as épocas E_2 com E_4 e E_3 com E_1 , sendo E_2 e E_4 melhor classificadas que E_3 e E_1 . Também, para este nível de irrigação esperam-se maiores produções de espigas completas plantando-se em 26 de julho ou 23 de agosto. A FIGURA 6 ilustra as produções de espigas completas, médias de 4 cultivares, por épocas de plantio e níveis de irrigação, discutidas neste parágrafo. É importante notar que as épocas de plantio só diferiram estatisticamente quando se manteve níveis mais baixos de umidade do solo.

4.4.2 - Efeito da época de plantio na produção de grãos

Além de ter mostrado efeito significativo da época de plantio na produção de grãos, a análise de variância mostrou que houve interação época de plantio x irrigação. Assim considerou-se os efeitos das épocas por nível de irrigação na classificação das médias.

A TABELA 8 mostra os intervalos para as médias de produção de grãos nas épocas de plantio por nível de irrigação. Médias de 4 cultivares.

Aplicando-se o Teste de Tukey, as médias foram classificadas apresentando os seguintes resultados:

$\underline{E_4 E_1 E_2 E_3}$ para o Ψ_m de -0,27 atm (I_1)

$\underline{E_1 E_2 E_4 E_3}$ para o Ψ_m de -0,41 atm (I_2)

$\underline{E_1 E_4 E_3 E_2}$ para o Ψ_m de -0,54 atm (I_3)

$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$ para o Ψ_m de -0,77 atm (I_4)

onde as médias estão dispostas em ordem crescentes e as que estão sobre o mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5%. Nota-se que para os níveis de irrigação I_1 e I_2

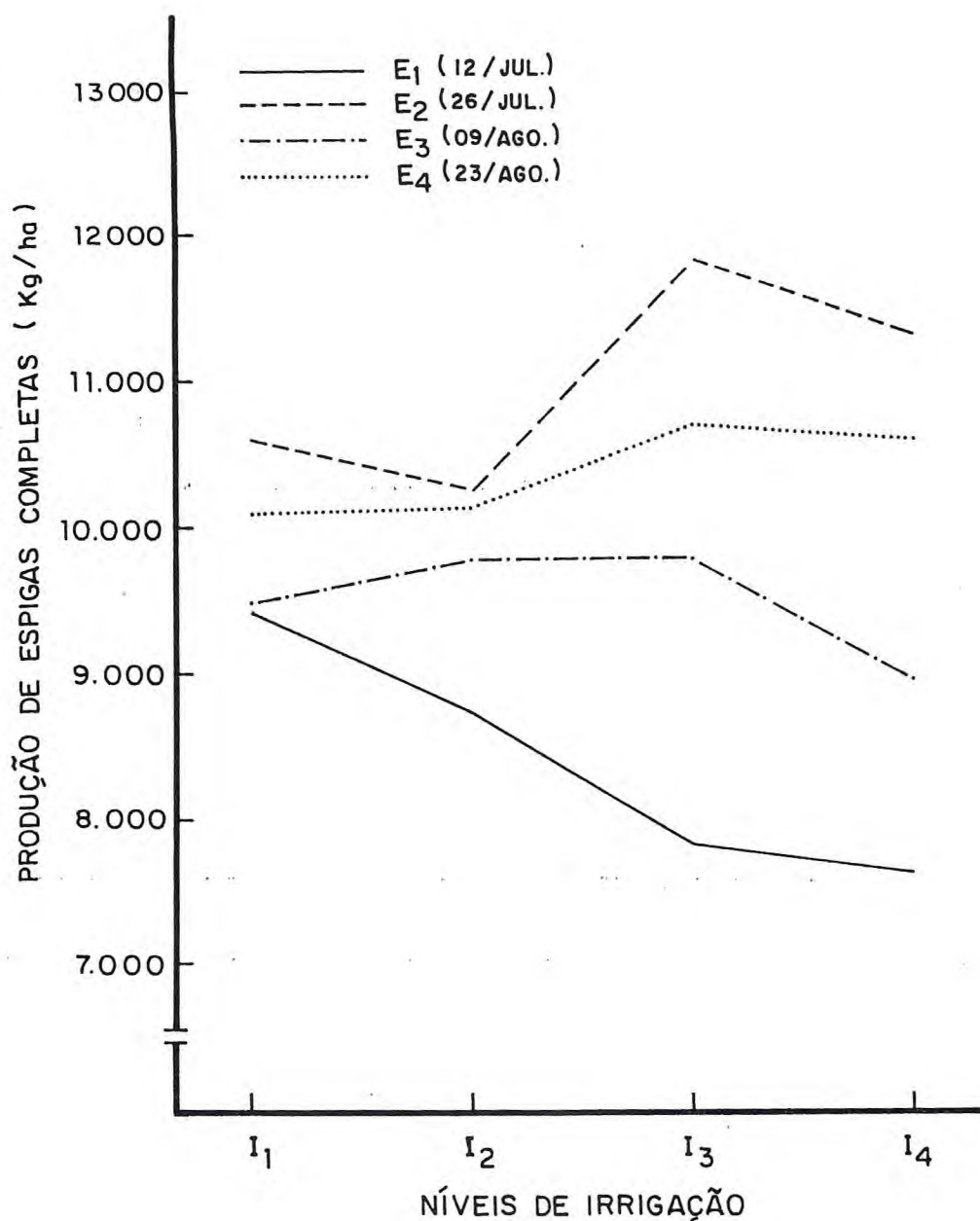


FIGURA 6 - Produção de espiga completa, médias de 4 cultivares, em cada época de plantio (E) e níveis de irrigação I₁, I₂, I₃ e I₄ correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente.

TABELA 8 - Intervalo com 95% de confiança das médias de produção de grãos (kg/ha) em cada época de plantio e nível de irrigação. Médias de 4 cultivares.

Irrigação \ Época	Época					\bar{I}
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄		
I ₁	6.140±423	6.246±423	6.356±423	5.822±423	6.141±423	
I ₂	5.524±423	5.930±423	6.684±423	6.058±423	6.049±423	
I ₃	4.870±423	7.098±423	6.707±423	6.204±423	6.218±423	
I ₄	4.740±423	6.868±423	6.043±423	6.355±423	6.002±423	
\bar{E}	5.319±423	6.535±423	6.448±423	6.110±423	-	

as épocas de plantio mostraram-se estatisticamente iguais com a época E₃ (plantio de 09/agosto) apresentando maior produção. Para os níveis de irrigação I₃ e I₄ a época E₁ (plantio de 12/julho) estatisticamente apresentou menor produção e as épocas E₂, E₃ e E₄ (plantios de 26/julho, 09/agosto e 23/agosto) não diferiram entre si. Nestes níveis de irrigação (I₃ e I₄) o plantio de 26 de julho (E₂) apresentou maior produção, embora, como foi visto, não diferindo estatisticamente dos plantios de 09 e 23 de agosto. A FIGURA 7 ilustra o que está apresentado neste parágrafo, sendo importante notar que, para os níveis de irrigação correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27 e -0,41 atm as produções de grãos ficaram entre 5.524 e 6.684 kg/ha e para os níveis de potencial matricial de -0,54 e -0,77 atm as produções de grãos ficaram entre 4.740 e 7.098 kg/ha. Com estes resultados fica claro que a época de plantio mostrou-se importante quando se manteve níveis mais baixos de umidade no solo. Esta conclusão é válida para a produção de espigas completas.

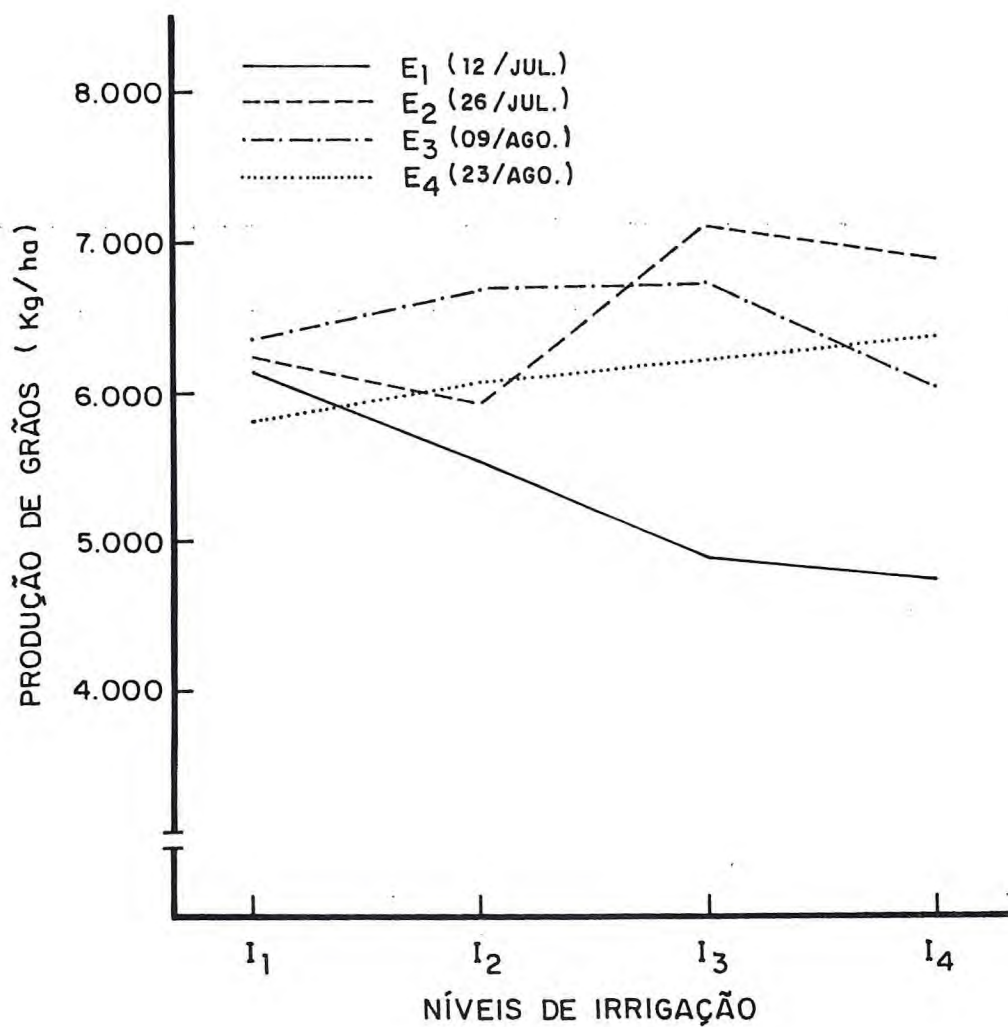


FIGURA 7 - Produção de grãos, média de 4 cultivares em cada época de plantio (E) e nível de irrigação I₁, I₂, I₃ e I₄ correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente.

Finalmente, a FIGURA 8 mostra os resultados das produções médias por época de plantio para as variáveis espigas completas, grãos, palha e sabugo. Nota-se que, com o plantio realizado em 26 de julho, obteve-se os maiores rendimentos. Este resultado confere com o resultado obtido por BEZERRA (1985) que, trabalhando com feijão no mesmo local em que foi desenvolvido este trabalho, obteve maior produção de vagens e de grãos com o plantio realizado em 28 de julho.

O fato do plantio de final de julho ter apresentado a maior produção por área e, inclusive maior consumo de água (ver TABELA 4) sugere, em trabalhos futuros, estudos sobre a resposta da cultura às variações micrometeorológicas.

4.4.3 - Efeito dos Níveis de Irrigação

Para a produção de espigas completas e grãos, os níveis de irrigação não diferiram significativamente conforme foi visto na TABELA 6. Este resultado pode ser explicado pela fácil disponibilidade da água para a cultura mesmo no nível de menor potencial matricial (-0,77 atm). Inclusive, é importante notar (ver FIGURAS 6 e 7) que, com exceção do plantio realizado em 12 de julho (E_1), as produções tenderam ser maiores quando a cultura foi submetida aos níveis de potenciais matriciais menores. Este fato leva a se fazer uma inferência de que, nos níveis de irrigação I_1 e I_2 (-0,27 e -0,41 atm), a cultura esteve sob leve estresse por excesso d'água. Vale ser ressaltado que, devido a baixa capacidade de infiltração do solo, a lâmina d'água aplicada com as irrigações permanecia exposta por período de tempo superior a 24 horas antes de se infiltrar. Isto, provavelmente, por período de tempo semelhante, mantinha as camadas mais superficiais do solo em torno da saturação e, logicamente, a cultura sentia a falta de aeração, prin

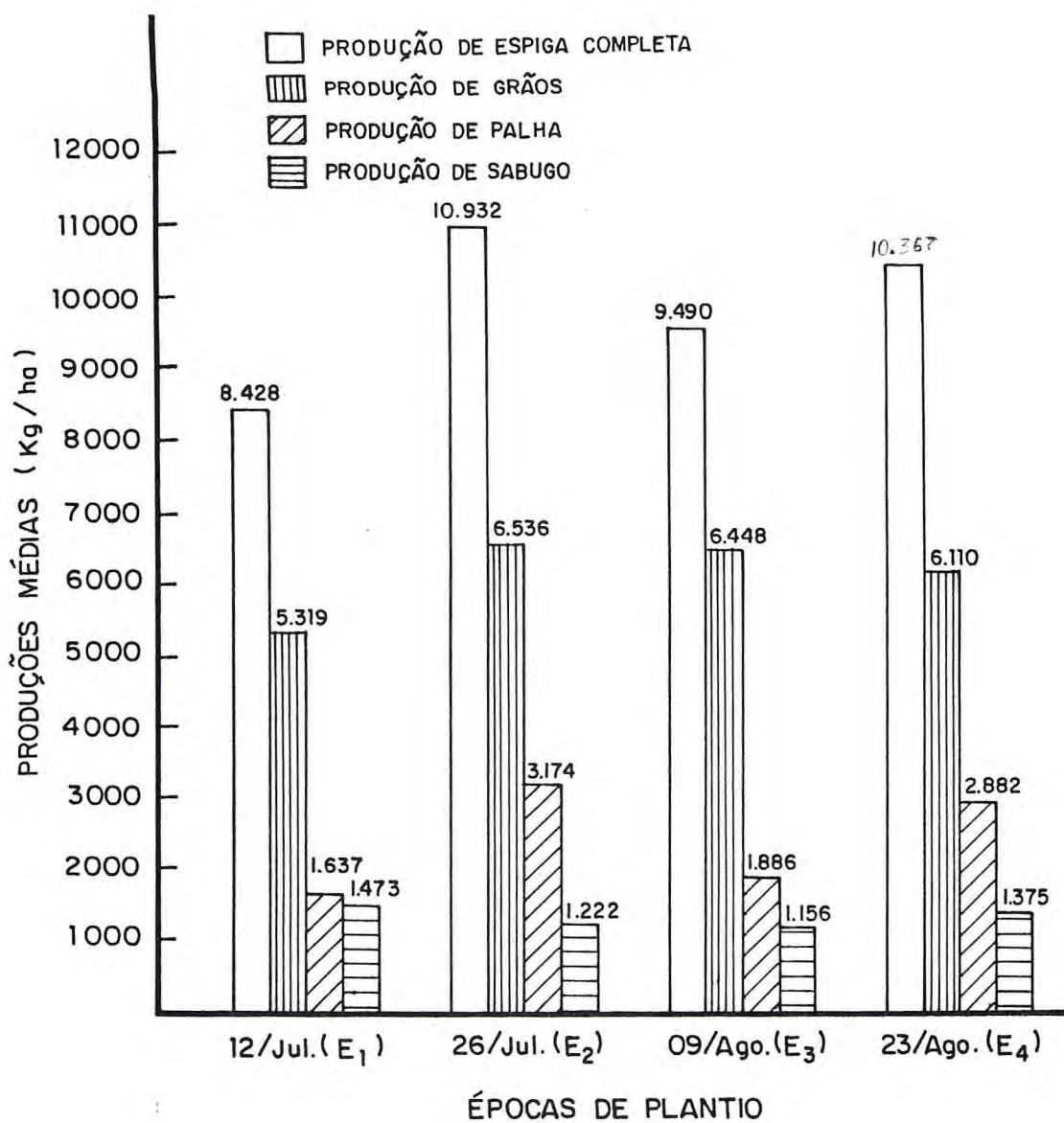


FIGURA 8 - Produções médias de espigas completas, grãos, palha e sabugo por época de plantio.

principalmente no primeiro estágio de seu desenvolvimento. Visto o exposto, e por questão de economia d'água, seria recomendável, para os híbridos testados o uso de potencial em torno de $-0,50$ atm.

4.4.4 - Efeito de interação níveis de irrigação x época de plantio na produção de espigas completas

Os intervalos de confiança para a produção média de espigas completas são mostradas na TABELA 7 vista anteriormente.

Classificando-se as médias por época de plantio, utilizando-se o Teste de Tukey tem-se:

I₄I₃I₂I₁ para a época E₁ (12/julho)

I₂I₁I₄I₃ para a época E₂ (26/julho)

I₄I₁I₃I₂ para a época E₃ (09/agosto)

I₁I₂I₃I₄ para a época E₄ (23/agosto)

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância. Os valores das médias em cada teste estão em ordem crescente.

Os dados médios de produção de espigas completas, por níveis de irrigação e épocas de plantio, estão ilustrados na FIGURA 6 vista anteriormente. Com exceção da época de plantio E₁, os níveis de irrigação não diferiram estatisticamente. Nota-se, entretanto, uma tendência das maiores produções terem ocorridas com o nível de irrigação I₃ nas épocas de plantio E₂, E₃ e E₄. Não considerando o fato de que na época de plantio E₁, o nível de irrigação I₃ apresentou-se com uma das mais baixas produções, para as

demais épocas de plantio seria o mais recomendado.

4.4.5 - Efeito de interação níveis de irrigação x época de plantio na produção de grãos

Os intervalos de confiança para a produção de grãos foram mostrados na TABELA 8.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$\underline{I_4 I_3 I_2 I_1}$ para a época E_1 (12/julho)

$\underline{I_2 I_1 I_4 I_3}$ para a época E_2 (26/julho)

$\underline{I_4 I_1 I_2 I_3}$ para a época E_3 (09/agosto)

$\underline{I_1 I_2 I_3 I_4}$ para a época E_4 (23/agosto)

onde as médias estão em ordem crescente e as que estão sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

Os dados das produções médias de grãos, por níveis de irrigação e por época de plantio, estão ilustrados na FIGURA 7 vista anteriormente. Nota-se que as produções mais altas verificaram-se com o nível de irrigação I_3 da época E_2 seguido do nível I_3 da época E_3 e do nível I_2 da época E_3 . As produções mais baixas ocorreram com os níveis I_3 e I_4 da época E_1 .

4.4.6 - Efeito cultivar na produção de espigas completas

A análise de variância mostrou efeito significativo do fator cultivar na produção de espigas completas,

portanto, a hipótese de igualdade entre as cultivares é rejeitada.

Na TABELA 9 são mostrados os intervalos das produções médias de espigas completas de cada cultivar.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se, em ordem crescente:

$$\underline{C_3 C_4 C_1 C_2}$$

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais ao nível de 5% de significância.

Observa-se que, a cultivar C_3 mostrou-se menos produtiva entre as 4 testadas, sem diferir, significativamente da cultivar C_4 . A cultivar C_2 , embora estatisticamente considerada igual à cultivar C_1 e à cultivar C_4 , foi a que apresentou maior produção de espiga completa. Estes resultados estão ilustrados na FIGURA 9.

4.4.7 - Efeito cultivar na produção de grãos

Para a variável produção de grãos, a análise de variância mostrou efeito significativo do fator cultivar. Também foi significativa a interação cultivar x irrigação. Assim, a classificação das médias foi feita por nível de irrigação. Os intervalos de confiança são apresentados na TABELA 10.

As médias, classificadas pelo Teste de Tukey, apresentam-se como:

$$\underline{C_4 C_3 C_1 C_2} \quad \text{para o nível de irrigação } I_1$$

$$\underline{C_3 C_4 C_2 C_1} \quad \text{para o nível de irrigação } I_2$$

TABELA 9 - Intervalos com 95% de confiança para a produção média de espigas completas de cada cultivar (kg/ha). Média de 4 épocas de plantio.

Intervalos das médias (kg/ha)	Cultivar
10.106 ± 417	AG-162 (C ₁)
10.312 ± 417	AG-301 (C ₂)
9.188 ± 417	AG-352 (C ₃)
9.596 ± 417	AG-401 (C ₄)

C₄C₃C₁C₂ para o nível de irrigação I₃

C₃C₄C₂C₁ para o nível de irrigação I₄

onde estão em ordem crescente de valores e as que estão sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

Consultando-se a FIGURA 10 observa-se que as cultivares C₁ e C₂ mostraram-se mais produtivas nos 4 níveis de irrigação que as cultivares C₄ e C₃.

Os rendimentos médios de grãos conseguidos neste trabalho estão dentro da faixa de rendimentos obtidos em ensaios desenvolvidos com as mesmas cultivares no Estado do Paraná em cultivos não irrigados (IAPAR, 1984). Lá, com exceção da cultivar C₁, os rendimentos médios de grãos de várias localidades ficaram entre 3.833 e 9.501 kg/ha. Os rendimentos mais baixos foram atribuídos, principalmente, às irregularidades das chuvas.

Neste trabalho, o menor rendimento médio de grãos, 3.886 kg/ha, ocorreu com a cultivar C₄ no nível de irrigação I₄ da época E₁. O maior rendimento médio de 2 repeti

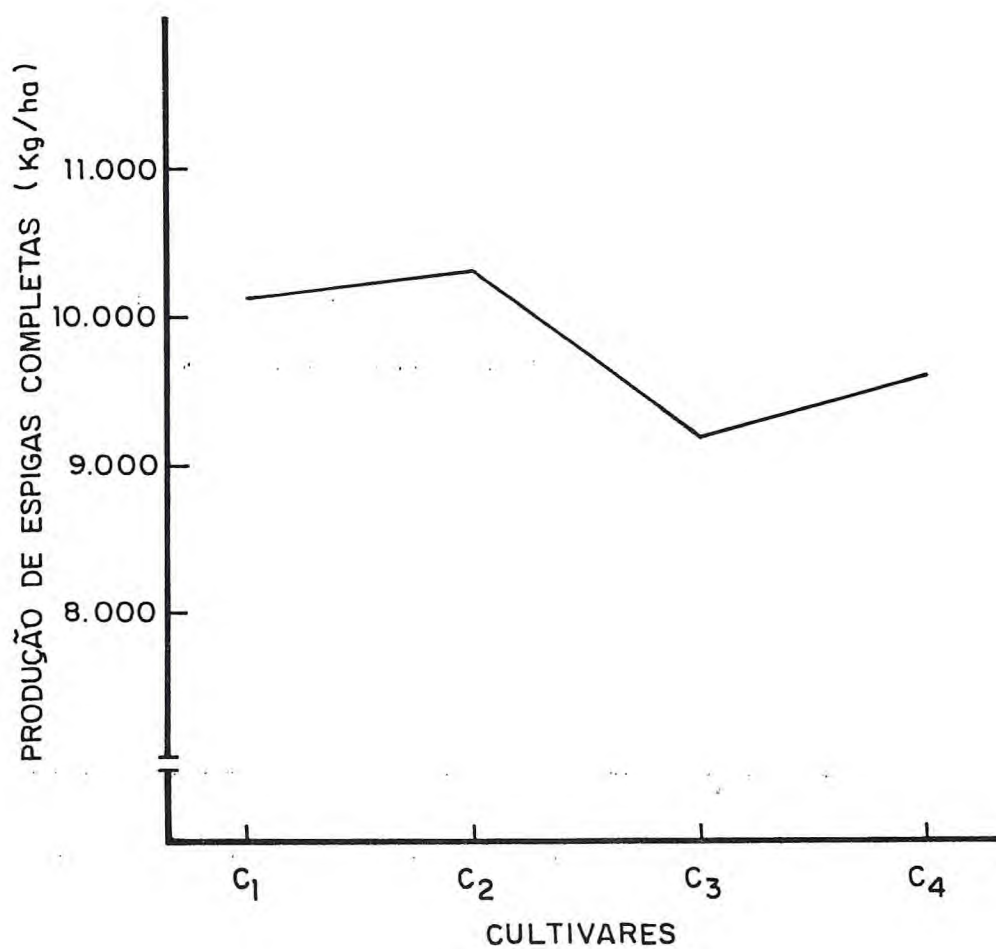


FIGURA 9 - Produções de espigas completas das cultivares AG-162 (C₁); AG-301 (C₂); AG-352 (C₃) e AG-401 (C₄). Médias de 4 épocas de plantio.

TABELA 10 - Intervalo com 95% de confiança para a produção média (kg/ha) de grãos de cada cultivar por nível de irrigação.

Irrigação	Cultivar				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	\bar{I}
I ₁	6.240 ± 572	6.414 ± 572	6.054 ± 572	5.856 ± 572	6.141 ± 572
I ₂	6.588 ± 572	6.125 ± 572	5.376 ± 572	6.106 ± 572	6.049 ± 572
I ₃	6.440 ± 572	6.719 ± 572	6.429 ± 572	5.296 ± 572	6.221 ± 572
I ₄	6.668 ± 572	6.222 ± 572	5.042 ± 572	6.073 ± 572	6.001 ± 572
\bar{C}	6.484 ± 572	6.370 ± 572	5.725 ± 572	5.833 ± 572	-

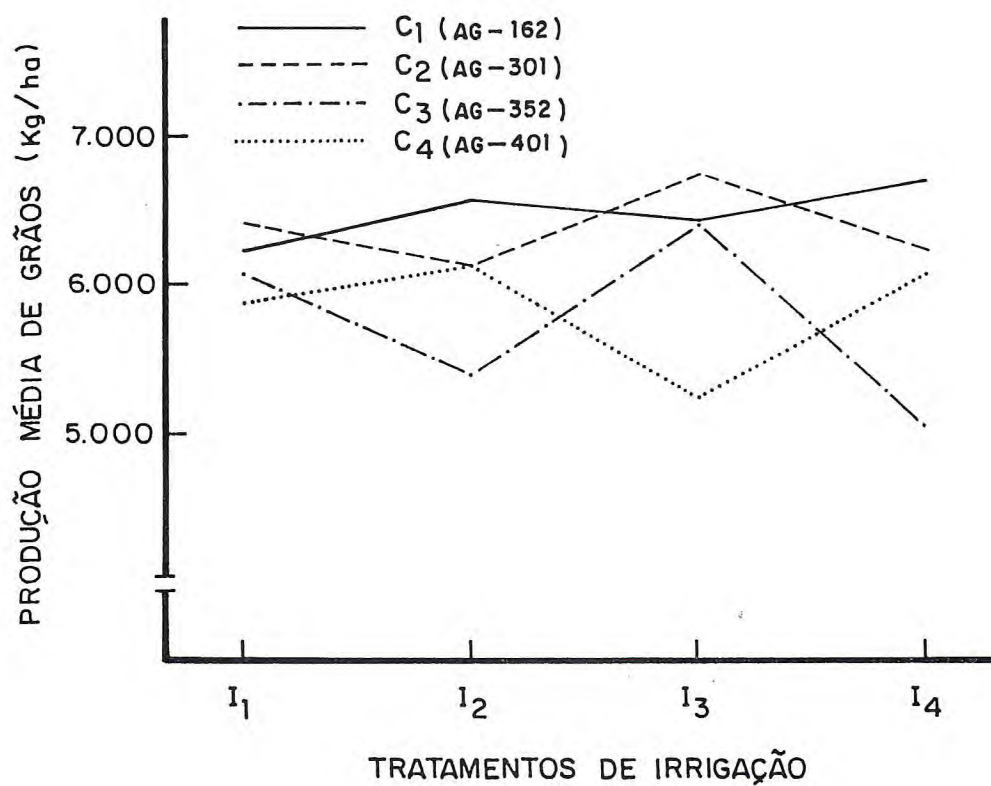


FIGURA 10 - Produção média de grãos por cultivar e por nível de irrigação I₁, I₂, I₃ e I₄ correspondentes aos potenciais matriciais de -0,27; -0,41; -0,54 e -0,77 atm, respectivamente. Médias de 4 épocas de plantios.

ções, 7.977 kg/ha, ocorreu com a cultivar C_2 sob o nível de irrigação I_3 da época E_2 conforme pode ser visto no ANEXO "A", TABELA AII.

4.4.8 - Efeito interação níveis de irrigação x cultivar na produção de grãos

A TABELA 10 vista anteriormente mostra os intervalos de confiança para as produções médias de grãos por cultivar em cada nível de irrigação. Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$\frac{I_1 I_3 I_2 I_4}{I}$	para a cultivar C_1
$\frac{I_2 I_4 I_1 I_3}{I}$	para a cultivar C_2
$\frac{I_4 I_2 I_1 I_3}{I}$	para a cultivar C_3
$\frac{I_3 I_1 I_4 I_2}{I}$	para a cultivar C_4

onde as médias estão em ordem crescente e as que estão sobre mesmo traço não diferem significativamente a nível de 5%.

A FIGURA 10, vista anteriormente, ilustra a resposta de cada cultivar aos níveis de irrigação. É importante notar que as respostas das cultivares apresentaram-se inconsistentes. É possível que este comportamento esteja relacionado com uma possível instabilidade de rendimento inerente à própria cultivar, neste caso, mais acentuadamente dos cultivares C_3 e C_4 .

A FIGURA 11 ilustra as produções de espigas completas, grãos, palha e sabugo de cada cultivar. Médias de 4 épocas de plantio.

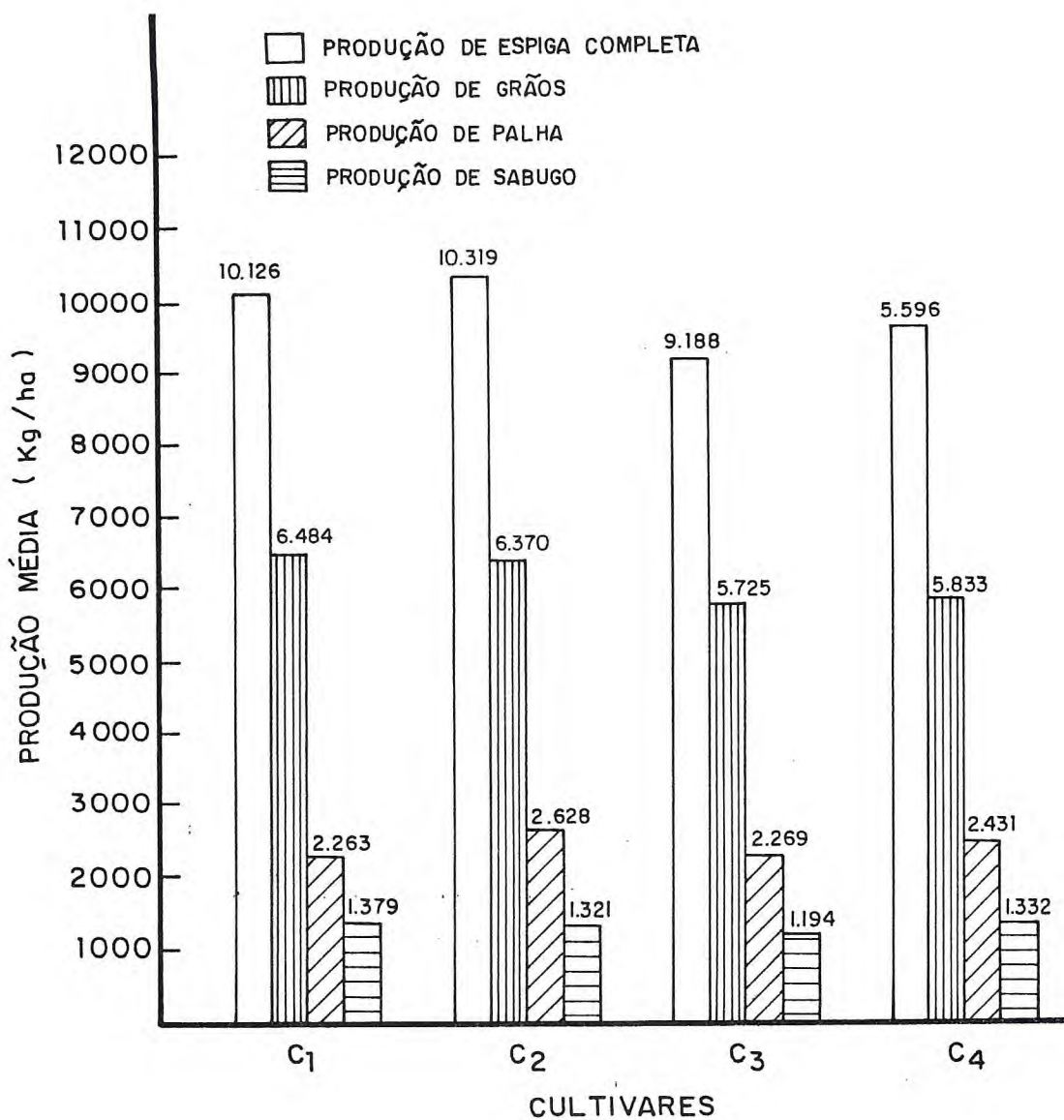


FIGURA 11 - Produções de espigas completas, grãos, palha e sabugo das cultivares AG-162(C₁); AG-301(C₂); AG-352(C₃) e AG-401(C₄). Médias de 4 épocas de plantio.

Face aos resultados da interação irrigação x cultivar na produção de espigas completas e grãos, fica claro que a definição do nível de potencial matricial a ser usado no cultivo do milho, deve ser função do híbrido a ser cultivado. No entanto, seria recomendável o uso de um potencial matricial máximo em torno de $-0,50$ atm visto que atenderia, satisfatoriamente, o ponto de vista estatístico inclusive se considerada a interação irrigação x época de plantio. Por outro lado, a frequência de irrigação não seria alta, de forma que seriam evitados aumentos dos custos operacionais e perdas acentuadas de água por evaporação (FISHER & TUNER, 1968, citados por D'ÁVILA, 1983; TOLEDO & MOLESTINA, 1978 e RESENDE *et alii*, 1981). Além do exposto, a cultura estaria submetida a um leve estresse por períodos de tempo mais longos no início da fase vegetativa do que na fase de florescimento e enchimento de grãos, tendo em vista a diferença do consumo de água e, conseqüentemente, a diferença dos intervalos de irrigação. Um estresse na fase vegetativa confere à planta maior resistência a danos por estresses posteriores (DENMEAD & SHAW, 1960; STEWART *et alii*, 1975 e MARINATO, 1980).

5 - CONCLUSÕES

A época de plantio mostrou-se importante quando se manteve níveis baixos de umidade do solo visto que, para os níveis mais altos de potencial matricial (-0,27 e -0,41 atm), as épocas de plantio não diferiram estatisticamente, ficando as produções de espigas completas entre 9.418 a 10.591 kg/ha e as produções de grãos entre 5.524 a 6.684 kg/ha. À medida que se diminuiu o potencial matricial, os efeitos das épocas de plantio foram mais significativos de forma que, com os níveis mais baixos (-0,54 e -0,77 atm) as produções de espigas completas se mantiveram entre 7.642 a 11.557 kg/ha e as produções de grãos entre 4.740 a 7.098 kg/ha.

Para a produção de grãos, os níveis de irrigação não diferiram estatisticamente na presença dos outros fatores. No entanto, devido a interação irrigação x cultivar, o nível de potencial matricial deve ser definido em função do híbrido a ser cultivado, embora, seria recomendável o uso de um potencial matricial em torno de -0,50 atm visto que atenderia, satisfatoriamente, o ponto de vista estatístico e o ponto de vista fundamentado em outros trabalhos.

Na produção média de grãos, as cultivares testadas pouco diferiram entre si. As médias de 4 épocas de plantio foram 6.484; 6.370; 5.725 e 5.833 kg/ha de grãos para as cultivares AG-162; AG-301; AG-352 e AG-401, respectivamente. Por outro lado, o híbrido AG-301, plantado em 26 de julho, submetido a um potencial matricial de -0,54 atm, apresentou a maior produção média de 2 repetições (7.977 kg/ha de grãos). Em seguida veio o híbrido AG-162, plantado em 09 de agosto, submetido a um potencial matricial de -0,41 atm com 7.835 kg/ha. O híbrido AG-401, plantado em

26 de julho, submetido a um potencial matricial de $-0,77$ produziu 7.432 kg/ha de grãos e por último a produção média de 2 repetições do híbrido AG-352, plantado em 09 de agosto, submetido a um potencial matricial de $-0,54$ atm foi de 7.029 kg/ha de grãos.

A evapotranspiração da cultura do milho apresentou-se elevada, 3,5 mm/dia no início do desenvolvimento da cultura chegando a 11,14 mm/dia na fase crítica. A média para o ciclo foi de 7,76 mm/dia. Estas taxas podem ter sido influenciadas pelos efeitos de bordo e oasis e pela evaporação direta da superfície do solo devido a manutenção de alta condição de umidade.

Admitindo-se que na sub-parcela onde se fez o balanço hídrico a evapotranspiração atingiu limites máximos, nos tratamentos onde a dotação esteve acima dos 883 mm a percolação profunda deve ter ocorrido bem acima dos 20%.

O coeficiente de variação, determinado para cada variável ficou entre valores considerados baixos e médios, com exceção do coeficiente de variação para o percentual de sabugo. Isto mostra que este trabalho guarda uma precisão plenamente aceitável. Entretanto, o dimensionamento mostrou-se pouco racional devido às dificuldades de operacionalização.

6 - RECOMENDAÇÕES

Visando maiores produções com o milho irrigado, cultivado no período de estiagem, recomenda-se efetuar o plantio entre 20 de julho e 10 de agosto mantendo-se a umidade do solo em nível correspondente a um potencial matricial em torno de $-0,50$ atm determinado a 15 cm de profundidade. As cultivares recomendadas entre as testadas seriam, em primeiro lugar os híbridos AG-301 e AG-162, seguido do híbrido AG-401.

Em trabalhos futuros, seria recomendável o uso de faixas de bordadura de pelo menos 20 m de largura, visando proteger as parcelas do "efeito de bordo". Isto até que se tenham dados de pesquisas locais indicando a magnitude deste efeito e as dimensões das faixas protetoras.

Em estudos futuros, sob condição de campo, visando a determinação da evapotranspiração pelo método do balanço hídrico em solos com baixa capacidade de infiltração e usando-se sulcos fechados, deve ser considerada a contribuição da evaporação da água diretamente da superfície da área, caso contrário a evapotranspiração, sob tais condições, será superestimada.

Visando minimizar as perdas por percolação, as lâminas a serem aplicadas no primeiro estágio de desenvolvimento da cultura, com exceção da pré-irrigação, devem ser calculadas para as necessidades de elevar o solo à capacidade de campo numa camada correspondente à que estaria sendo explorada pelas raízes. Para tanto devem ser desenvolvidos processos visando determinar ou estimar taxas de desenvolvimento das raízes da cultura irrigada, sob diversas condições de solo e manejo.

Para as mesmas condições locais, visando a continuidade deste trabalho com um dimensionamento mais racio-

nal, recomenda-se o uso de 2 cultivares, 4 níveis de potencial matricial e 6 épocas de plantio, a primeira efetuada no início de julho e as demais defasadas de 15 dias. Os potenciais matriciais poderiam ser de -0,50; -1,00; -1,50 e -2,00 atm.

Certamente, para recomendações a nível de produção comercial, seria necessário a repetição do trabalho para confirmação dos resultados face às poucas observações utilizadas. Neste caso seria importante uma análise econômica da produção.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIM, S.L. - Análise Comparativa das Técnicas de Determinação das Características de Infiltração na Irrigação por Sulcos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - 136 p. 1985.
- ARRUDA, M.A. - Influência do Potencial Matricial da Água do Solo e da Adubação em Cultivares de Milho (Zea mays, L). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1980.
- BAHIA FILHO, A.F. - Nutrição e Adubação de Milho. EMBRAPA-CNPMS. Documento, 3. Sete Lagoas - MG, 44 p. 1983.
- BARBOSA, J.V.A. - Fisiologia do Milho. IN: Cultura do Milho. EMBRAPA/EMBRATER: Articulação pesquisa - extensão, 3. Brasília - 302 p. ilustr. 1983.
- BERNARDO, S. - Manual de Irrigação. 3.^a ed. Viçosa, U.F.V., Impr. Univ. - 463 p. 1984.
- BEZERRA, F.M.L. - Efeito do Potencial Matricial e da Época de Plantio na Produtividade de Dois Cultivares de Feijão-de-Corda, Vigna unguiculata, (L) Walp., no Vale do Curu sob Regime de Irrigação. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. 93 p. 1985.
- BRUNINI, O. - Efeitos dos Elementos Climáticos no Desenvolvimento da Cultura do Milho. In: Simpósio Sobre Produtividade do Milho - Anais. Londrina, Agosto/1983.
- CASTRO, P.T. de - Evapotranspiração Atual e Potencial de uma Cultura de Milho (Zea mays, L). Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. 61 p. 1979.
- COELHO, A.M., OLIVEIRA, F. de., SILVA, B.G. da - Avaliação de Cultivares de Milho na Região de Governador Valadares. EPACMIG, ESAL, UFV, UFMG - Nº 28. Abril, 1983.

- COELHO, M.A. - Características de Umidade de Alguns Solos de Aluvião: Normais, Sódicos e Sódico-Salino. Tese de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro . 197 p. 1971.
- COELHO, M.A. & OLIVEIRA, F.N.S. - Procedimento para Determinação de Curvas Características da Água do Solo com o Emprego de Tensiômetros. Convênio FINEP/FCPC - Estudo do Solo do Ceará. Fortaleza, 28 p., 1984.
- COUTO, L.; COSTA, E.F. da, VIANA, R.T. & SILVA, M.A. da - Produção de Milho Verde, sob Irrigação. In: Pesquisa em andamento. EMBRAPA, Sete Lagoas, MG. Nº 3, 4 p., Julho/1984.
- D'ÁVILA, J.H.T. - Potencial Matricial, Adubação e Cultivares na Produtividade de Milho (Zea mays, L.). Dissertação de Mestrado. Fortaleza-CE. Universidade Federal do Ceará, 1983.
- DENMEAD, O.T. & SHAW, R.H. - The Effects of Soil Moisture Stress at Different Stages of Growth on the Development and Yield of Corn. Agronomy Journal 52:272-274, 1960.
- _____ . - Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agronomy Journal. 54:385-390, 1962.
- DOSS, B.D., BENNETT, O.L. & ASHLEY, D.A. - Evapotranspiration by Irrigated Corn. Agronomy Journal 54 : 497 - 498. 1962.
- ECK, H.V. - Irrigated Corn Yield Response to nitrogen and Water. Agronomy Journal 76:421-428, 1984.
- EMBRAPA/EMBRATER - Sistema de Produção para o Milho (revisão), boletim nº 104, Florianópolis-SC. 1977. 72 p.
- EMBRAPA/CPATSA - Influência de Diferentes Adubações Sobre a Produção de Milho no Nordeste e Obtenção de Informações para Calibração de Análise de Solo. Petrolina, PE., 1981. 32 p. (Boletim de Pesquisa, 8).

- FRITSCHEN, L.J. & SHAW, R.H. - Evapotranspiration for Corn as Related to Pan Evapotranspiration. Agronomy Journal 53:149-150. 1960.
- GARRITY, D.P., WATTS, D.G., SULLIVAN, C.Y. & GILLEY, J.R. - Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration - Yield Relationships. Agronomy Journal 74:815-820, 1982.
- _____. - Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Effect of Genotype and Limited Irrigation Strategy. Agronomy Journal, 74:808-814, 1982.
- GERAGE, A.C., BIANCO, R., NAZARENO, N.R.X., GOMES, J., OLIVEIRA, E.L. & KARAZAWA, M. - Avaliação Estadual de Cultivares de Milho. In: IAPAR - Informe da Pesquisa-Nº 55, Jun/84. Londrina-PR, 1984.
- GRAHAM, W.G. & KING, K.M. - Fraction of Net Radiation Utilized in Evapotranspiration from a Corn Crop. Proceedings, Soil Science Society of America, 25 : 158-160, 1961.
- HOLT, R.F., TIMMONS, D.R., VOORHEES, W.B. & DOREN, C.A. VAN. - Importance of Stored Soil Moisture to the Growth of Corn in the Dry to Moist Subhumid Climatic Zone. Agronomy Journal 56:82-85. 1964.
- HOOKE, M.L. - Grain Sorghum Yield and Yield Component Response to Timing and Number of Irrigations, Agronomy Journal 77:810-812, 1985.
- IAPAR - Fundação Instituto Agrônomo do Paraná - Relatório Técnico Anual. Londrina-PR. 270 p. 1981.
- LEEPER, R.A., RUNGER, E.C.A. & WALKER, W.M. - Effect of Plant - Available Stored Soil Moisture on Corn Yields. I. Constant Climatic Conditions. Agronomy Journal 66:723-727, 1974.
- LIMA, C.A. de S., COELHO, A.M., MEDEIROS, J.B. de - Influência de Época de Plantio no Rendimento de Quatro Culti

- vares de Milho Irrigado, na Região Norte do Estado de Minas Gerais. In: XIII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo - Coletanea de Resumo. Londrina-PR., 1980. p. 72.
- LIRA, M. de A., MACIEL, G.A., TABOSA, J.N., ARAÚJO, M.R.A., SANTOS, J.P. de O., FREITAS, E.V. de., ARCOVERDE, A.S.S. - Cultivo do Milho (Zea mays L.). In: Instruções Técnicas do IPA, 6 - Secretaria da Agricultura, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife, PE. 1983.
- MARINATO, R. - Irrigação em Milho. In: Informe Agropecuário. EPAMIG. Belo Horizonte, Vol. 6, Nº 72, dez/1980.
- MILLAR, A.A. - Manejo Racional da Irrigação: Uso de Informações Básicas Sobre Diferentes Culturas. IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília-DF. Brasil. 56 p. 1984.
- MILLAR, A.A., ROJAS, M.H. & DUARTE, N. - Consideraciones Micrometeorológicas de la Pérdida de Água por Algunos Cultivos. Turrialba: Vol. 28, Nº 3. Julio - Setiembre 1978.
- MOTA, F.S. da - Meteorologia Agrícola. 7.^a ed. - São Paulo: Nobel, 1983, 376 p.
- OLIVEIRA, M.A.S. - Comportamento de Cultivares de Milho em Diferentes Épocas de Plantio em Rondonia. Porto Velho, Rondonia, 1982, 17 p. (EMBRAPA/UEPAE. Comunicado Técnico Nº 20).
- OMETTO, J.C. - Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ed. Agrônômica Ceres, 440 p. 1981.
- PACHECO, C.A.P. - Considerações Sobre Época de Semeadura para o Milho em Dourados, M.S. Dourados - MG, 9 p. 1982 (EMBRAPA/UEPAE. Comunicado Técnico Nº 10).
- PURCINO, J.R., GARRIDA, M.A.T., LIMA, C.A. de S., KAKIDA, J. & BUENDIA, J.P.L. - Efeito de Três Níveis de Umidade do Solo na Produção e Qualidade do Algodoeiro (Gossypium hirsutum, L.). EPAMIG - prof. algodão; relat. 78/79. Belo Horizonte, 1981.

- 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 Condição de Cultivo Irrigado no Submédio São Francisco. In: Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. 10.^a, Sete Lagoas, EMBRAPA. 63-65p. 1974.
- RESENDE, M., HENDERSON, D.W. & FERERES, E. - Frequência de Irrigação, Desenvolvimento e Produção do Feijão Kidney. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 16(3) : 363-370, 1981.
- ROBINS, J.S. & DOMINGO, C.E. - Some Effects of Severe Soil Moisture Deficits at Specific Growth Stages in Corn. Agronomy Journal 45:618-621. 1953.
- SAUNDERS, L.C.U. & BEZERRA, F.M.L. - Relatório do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste - PDCT/NE - 01. Fev/Dez., 1984.
- SAUNDERS, L.C.U., CASTRO, P.T. de, BARBOSA, C.E. & MATIAS, F.J. - Dinâmica da Água no Solo com a Cultura do Feijão-de-Corda (Vigna sinensis (L) Savi) em Aluvião Eutrófico. Ciên. Agron., Fortaleza, 12(1-2):141-148, 1981.
- SILVA, J.F.G. et alii. - Estrutura Agrária e Produção de Subsistência na Agricultura Brasileira. São Paulo-SP. HUCITER, 267 p., 1978.
- STEWART, J.I., MISRA, R.D., PRUITT, W.D. & HAGAN, R.M. - Irrigating Corn and Grain Sorghum with Deficient Water Supply. Trans. ASAE 18(2):270-280 p. 1975.
- STEWART, J.I., HAGAN, R.M., PRUITT, W.D., DANIELSON, W.T., FRANKLIN, J.H., RILEY, J.P. & JACKSON, E.B. - Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. Water Resources Center, Univ. of California, Davis. 190 p. 1977.
- TENNANT, D. - A Teste of a Modified Line Intersect Methods of Estimating Roat Length. J. Ecol. 63:995-1001, 1975.

TOLEDO, J.M. & MOLESTINA, C.J.- Efecto de Varios Volúmenes Totales y Frecuencias de Riego en el Cultivo del Maiz (Zea mays), en la Costa Central del Perú. Turrialba: Vol. 17, num. 1, enero-marzo 1967.

VAN BAVEL, C.H.M. & HARRIS, D.G. - Evapotranspiration Rates from Bermudagrass and Corn at Raleigh, North Carolina. Agronomy Journal, 54:319-322, 1962.

WARRINGTON, I.J. & KANEMASU, E.T. - Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod I. Seedling Emergence, Tassal Initiation, and Authesis. Agronomy Journal 75 : 749-754, 1983.

_____. - Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod II. Leaf - Initiation and Leaf - Appearance Rates. Agronomy Journal 75:755-761, 1983.

_____. - Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod III. Leaf Number. Agronomy Journal 75:762-766, 1983.

A N E X O "A"

DADOS DE PRODUÇÃO DA CULTURA

TABELA AI - Dados médios de produção (kg/ha) de espigas completas (X_1) dos híbridos AG-162(C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (ψ_m), Média de 2 repetições.

ψ_m	-0,27atm(I_1)				-0,41atm(I_2)				-0,54atm(I_3)				-0,77atm(I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	9291	9852	10000	8864	9802	9891	6850	8427	8104	8158	8077	6961	8464	8420	6368	7368	8428
E_2	10670	11086	8760	11750	11042	11076	8393	10524	11166	12746	11166	11150	12434	11661	9280	11960	10925
E_3	9146	10572	8914	9257	11372	8793	8669	10356	10010	10195	10464	7862	9540	9946	7929	8192	9451
E_4	10161	9661	11076	9469	9368	10286	11163	9118	10803	11008	10686	10280	10558	10377	9331	12104	10341
Média	9817	10823	9688	9835	10396	10014	8769	9606	10021	10527	10098	9063	10249	10101	8199	9906	9786

TABELA AII-Dados médios de produção (kg/ha) de grãos (X_2) das cultivares AG-162(C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (ψ_m). Média de 2 repetições.

ψ_m	-0,27atm(I_1)				-0,41atm(I_2)				-0,54atm(I_3)				-0,77atm(I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E ₁	6074	6595	6511	5382	6219	5950	4420	5533	5254	4958	5284	3983	5731	5314	4027	3886	5320
E ₂	6756	6087	5237	6904	6424	7082	5271	6329	7005	7977	7012	6397	7832	6770	5439	7432	6622
E ₃	6471	7175	6057	5718	7835	5842	5650	7412	7328	7687	7029	4783	6719	6672	5072	5708	6447
E ₄	5657	5798	6410	5422	5876	6578	6363	5412	6182	6222	6393	6020	6390	6131	5630	7267	6109
Média	6240	6414	6054	5857	6589	6363	5426	6172	6442	6711	6430	5296	6668	6222	5042	6073	6125

TABELA AIII-Dados médios de produção (kg/ha) de sabugo (X_3) dos híbridos AG-162(C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (ψ_m). Média de 2 repetições.

ψ_m	-0,27atm(I_1)				-0,41atm(I_2)				-0,54atm(I_3)				-0,77atm(I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	1791	1177	1698	1876	1859	1966	1079	1469	1486	1398	1277	1338	1341	1442	1029	1190	1464
E_2	1395	1240	941	1039	1247	1133	945	1210	1388	1506	1092	1385	1422	1345	988	1281	1222
E_3	1213	1274	941	1405	1217	988	998	1213	904	1277	1254	1008	1234	1039	1509	1025	1156
E_4	1291	1257	1418	1217	1291	1392	1378	1553	1499	1351	1304	1536	1489	1197	1250	1573	1375
Média	1423	1237	1250	1384	1404	1370	1100	1361	1319	1383	1232	1317	1372	1256	1194	1267	1304

TABELA AIV- Dados médios de produção (kg/ha) de palha (X_4) dos híbridos AG-162(C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (ψ_m). Média de 2 repetições.

ψ_m	-0,27atm(I_1)				-0,41atm(I_2)				-0,54atm(I_3)				-0,77atm(I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	1425	1829	1792	1608	1724	2000	1351	1425	1365	1802	1516	1640	1392	1664	1261	2291	1630
E_2	2619	3758	2582	3805	3371	3785	2375	3247	2773	3264	3062	3368	3180	3546	2793	3247	3173
E_3	1462	2121	1916	2135	2319	1960	2020	1731	1778	1862	2178	2071	1587	2235	1348	1459	1886
E_4	3213	2605	3247	2830	2202	2948	3422	2047	3123	3435	2988	2726	2558	3049	2450	3264	2882
Média	2180	2579	2384	2595	2404	2673	2292	2113	2260	2591	2436	2451	2179	2624	1963	2565	2393

TABELA AV - Peso médio de 100 sementes (X_5) (g) dos híbridos AG-102(C_1), AG-301(C_2), AG-352 (C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições.

Ψ_m	-0,27 atm (I_1)				-0,41 atm (I_2)				-0,54 atm (I_3)				-0,77 atm (I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	30,8	29,0	29,9	25,7	28,5	28,0	27,7	25,7	29,1	27,03	27,9	25,7	30,2	26,4	26,9	27,8	27,9
E_2	30,7	29,8	30,1	27,2	32,7	28,5	28,9	26,6	33,1	30,5	31,5	28,0	35,5	31,3	32,9	28,94	30,4
E_3	29,7	29,0	31,2	28,6	32,7	30,2	30,8	28,2	32,6	30,3	31,9	27,1	33,5	32,9	32,8	28,7	30,6
E_4	30,4	29,0	30,4	27,6	30,1	30,1	31,7	27,5	33,3	29,3	30,1	27,4	31,4	29,7	30,7	27,9	29,8
Média	30,4	29,2	30,4	27,3	31,0	29,2	29,8	27,0	32,1	29,3	30,4	27,1	32,6	30,0	30,8	28,2	29,7

TABELA AVI-Percentual de grãos (X_G) na produção de espigas completas dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições.

Ψ_m	-0,27 atm (I_1)				-0,41 atm (I_2)				-0,54 atm (I_3)				-0,77 atm (I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	65,4	66,9	65,1	60,7	63,5	60,2	64,5	65,6	64,8	60,8	65,4	57,2	67,7	63,1	63,8	52,7	63,0
E_2	63,3	54,9	59,8	58,7	58,2	63,9	62,8	60,1	62,7	62,6	62,8	57,4	63,0	58,1	59,0	62,1	60,6
E_3	70,8	67,8	68,0	61,8	68,9	63,4	65,2	72,3	73,2	75,4	67,2	60,8	70,4	67,1	64,0	69,7	67,9
E_4	55,7	60,0	57,9	57,3	62,3	64,0	57,0	59,4	57,2	56,5	59,8	58,6	60,5	59,1	60,8	60,0	59,1
Média	63,8	62,4	62,7	59,6	63,3	62,9	62,9	64,3	64,5	63,8	63,7	58,4	65,4	61,8	61,8	61,2	62,6

TABELA AVII-Percentual de palha (X_7) na produção de espigas completas das cultivares AG-162(C_1), AG-301(C_2), AG-352(C_3) e AG-401(C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis de potencial matricial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições.

Ψ_m	-0,27 atm (I_1)				-0,41 atm (I_2)				-0,54 atm (I_3)				-0,77 atm (I_4)				Média
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	
E_1	15,3	18,6	17,9	18,1	17,6	20,2	19,7	16,91	16,8	22,1	18,8	23,6	16,5	19,8	20,0	31,1	19,6
E_2	24,6	33,9	29,5	32,4	30,5	34,2	28,3	30,85	24,8	25,6	27,4	30,2	25,6	30,4	30,3	27,2	29,1
E_3	16,0	20,1	21,5	23,1	20,4	22,3	23,3	16,7	17,8	18,3	20,8	26,3	16,6	22,5	17,0	17,8	20,0
E_4	31,6	27,0	29,3	30,0	23,5	28,7	30,7	22,5	28,9	31,2	28,0	26,5	24,2	20,4	26,3	27,0	27,8
Média	21,9	24,9	24,6	25,9	23,0	26,8	25,5	21,73	22,1	24,3	23,7	26,7	20,7	25,5	23,4	25,6	24,12

TABELA AVIII-Percentual de sabugo (X_8) na produção de espigas completas dos híbridos AG-162 (C_1), AG-301 (C_2), AG-352 (C_3) e AG-401 (C_4) cultivados em diferentes épocas do período de estiagem sob diferentes níveis do potencial da água do solo (Ψ_m). Média de 2 repetições.

Ψ_m	-0,27 atm (I_1)				-0,41 atm (I_2)				-0,54 atm (I_3)				-0,77 atm (I_4)				
Época Plantio	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	C_1	C_2	C_3	C_4	Média
E_1	19,3	12,0	17,0	21,2	19,0	20,0	15,8	17,4	19,3	17,1	15,8	19,2	15,8	17,1	16,3	16,1	17,3
E_2	13,1	11,2	10,7	8,8	11,3	10,2	11,3	11,5	12,3	11,8	9,8	12,4	11,4	11,5	10,7	10,7	11,2
E_3	13,3	12,1	10,6	15,2	10,7	11,3	11,5	13,3	9,0	12,5	12,0	12,8	12,9	10,5	19,0	15,5	12,6
E_4	12,7	13,0	12,8	12,9	13,8	13,5	12,3	17,0	13,9	12,3	12,2	14,9	14,1	11,5	13,4	13,0	13,3
Média	14,6	12,1	12,8	14,5	13,7	13,7	12,7	14,8	13,4	13,4	12,4	14,9	13,6	12,5	14,9	13,8	13,6

A N E X O "B"

ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

x₃, x₄, x₅, x₆, x₇ e x₈

B - ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS \underline{X}_3 , \underline{X}_4 , \underline{X}_5 , \underline{X}_6 , \underline{X}_7 e \underline{X}_8

Neste anexo estão apresentados os intervalos e classificação das médias das variáveis produções de palha (X_3), de sabugo (X_4), peso de 100 sementes (X_5) e percentuais de grãos (X_6), de palha (X_7) e de sabugo (X_8) na espiga completa. Isto para os casos em que a análise de variância mostrou ser rejeitada as hipóteses de igualdade dos tratamentos.

B.1 - Efeito da época de plantio na produção de palha

Os intervalos com 95% de confiança para as produções médias (kg/ha) de palha, em cada época de plantio, estão apresentadas na TABELA BI.

Pelo Teste de Tukey, as médias ficaram classificadas em ordem crescente como:

$$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$$

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais ao nível de 5% de significância.

Neste caso, independente dos outros fatores, as épocas E_2 e E_4 são iguais entre si e apresentam maior produção que as épocas E_1 e E_3 que também são iguais entre si. A época E_2 mostrou-se melhor e a época E_1 mais fraca, não havendo diferença estatística entre as épocas E_2 e E_4 e entre as épocas E_3 e E_1 .

Na FIGURA BI é mostrada a produção de palha por época de plantio e na FIGURA 3 em conjunto com a produ

TABELA BI - Intervalos com 95% de confiança para as produções médias de palha em cada época de plantio.

Intervalo das médias (kg/ha)	Épocas de plantio
1.637 ± 184	12/julho (E ₁)
3.174 ± 184	26/julho (E ₂)
1.886 ± 184	09/agosto (E ₃)
2.889 ± 184	23/agosto (E ₄)

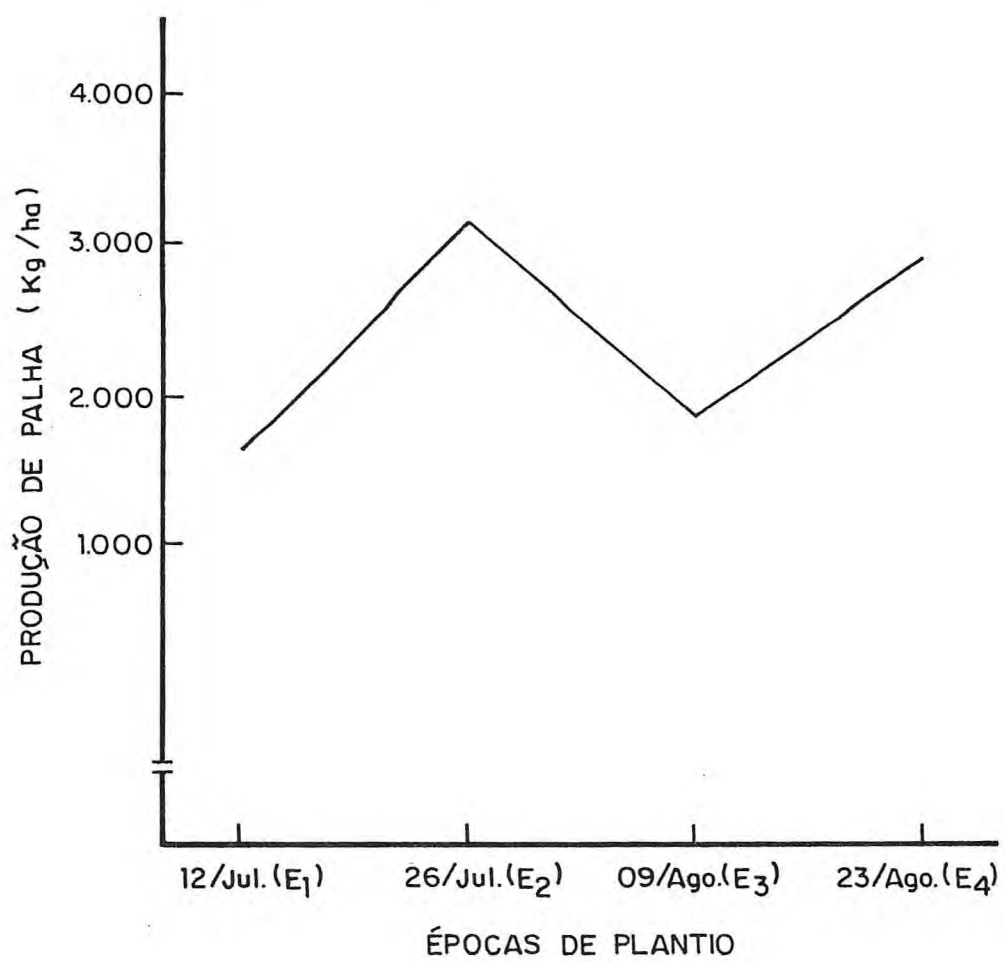


FIGURA BI - Produção de palha por época de plantio (E).
Médias de 4 cultivares.

ção de espigas completas, grãos e sabugo.

B.2 - Efeito da época de plantio na produção de sabugo

O efeito da época de plantio não foi significativo para a produção de sabugo. Contudo, a análise de variância mostrou ser significativo o efeito da interação época de plantio x níveis de irrigação.

Os intervalos com 95% de confiança para a produção média de sabugo por época de plantio e por nível de irrigação são mostrados na TABELA BII.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$\underline{E_2 E_3 E_4 E_1}$ para o nível de irrigação I_1

$\underline{E_3 E_2 E_4 E_1}$ para o nível de irrigação I_2

$\underline{E_3 E_2 E_1 E_4}$ para o nível de irrigação I_3

$\underline{E_3 E_1 E_2 E_4}$ para o nível de irrigação I_4

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

Os testes indicam igualdade dos níveis dos fatores em quase todos os casos, logo a significância da interação pode ser devida ao pouco número de observações em cada parcela.

A FIGURA BII mostra a produção média de sabugo por época de plantio e nível de irrigação.

TABELA BII - Intervalos com 95% de confiança para a produção média de sabugo em cada época de plantio e nível de irrigação (kg/ha).

Irrigação \ Época	Época				
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	\bar{I}
I ₁	1.673±137	1.154±137	1.208±137	1.296±137	1.333±137
I ₂	1.593±137	1.137±137	1.104±137	1.403±137	1.309±137
I ₃	1.375±137	1.343±137	1.111±137	1.423±137	1.313±137
I ₄	1.250±137	1.259±137	1.202±137	1.377±137	1.272±137
\bar{E}	1.473±137	1.222±137	1.156±137	1.375±137	1.307±137

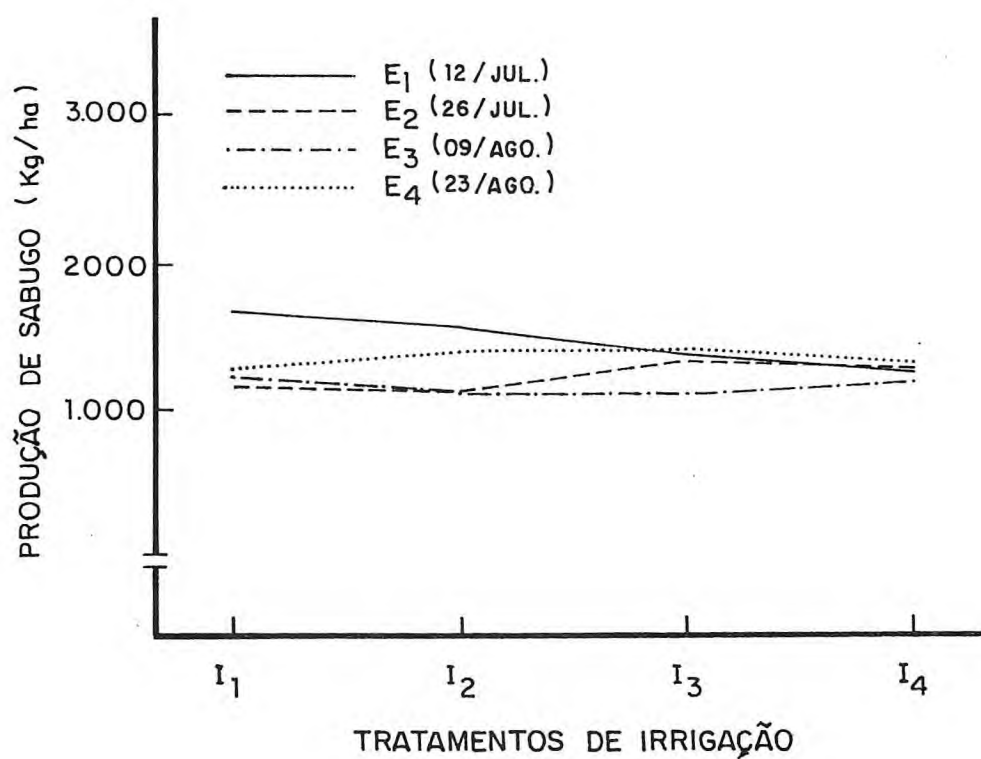


FIGURA BII - Produção de sabugo por época de plantio (E) e nível de irrigação (I). Médias de 4 culti vares.

B.3 - Efeito de época de plantio no peso de 100 sementes

Pela análise de variância rejeita-se a hipótese de igualdade da época de plantio no peso de 100 sementes. Pelo fato da interação época de plantio x irrigação ter sido significativa, a classificação das médias será feita por nível de irrigação.

A TABELA BIII mostra os intervalos para as médias do peso de 100 sementes por época de plantio e por nível de irrigação.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$\underline{E_1 E_4 E_3 E_2}$ para o nível de irrigação I_1

$\underline{E_1 E_2 E_4 E_3}$ para o nível de irrigação I_2

$\underline{E_1 E_4 E_3 E_2}$ para o nível de irrigação I_3

$\underline{E_1 E_4 E_3 E_2}$ para o nível de irrigação I_4

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

A classificação das médias mostra a inferioridade da época E_1 com relação ao peso de 100 sementes. A época E_2 foi a que apresentou sementes mais pesadas, embora não diferindo estatisticamente das épocas E_3 e E_4 .

A FIGURA BIII mostra o peso médio de 100 sementes para as épocas de plantio por níveis de irrigação.

TABELA BIII -Intervalo com 95% de confiança para o peso médio de 100 sementes em cada nível e época de plantio (Dados em grama).

Época Irrigação	Época				
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	\bar{I}
I ₁	28,84±0,83	29,44±0,83	29,63±0,83	29,34±0,83	29,31±0,83
I ₂	27,40±0,83	29,15±0,83	30,45±0,83	29,80±0,83	29,20±0,83
I ₃	27,09±0,83	30,76±0,83	30,50±0,83	29,63±0,83	29,50±0,83
I ₄	27,48±0,83	32,16±0,83	31,94±0,83	29,88±0,83	30,37±0,83
\bar{E}	27,70±0,83	30,38±0,83	30,63±0,83	29,66±0,83	-

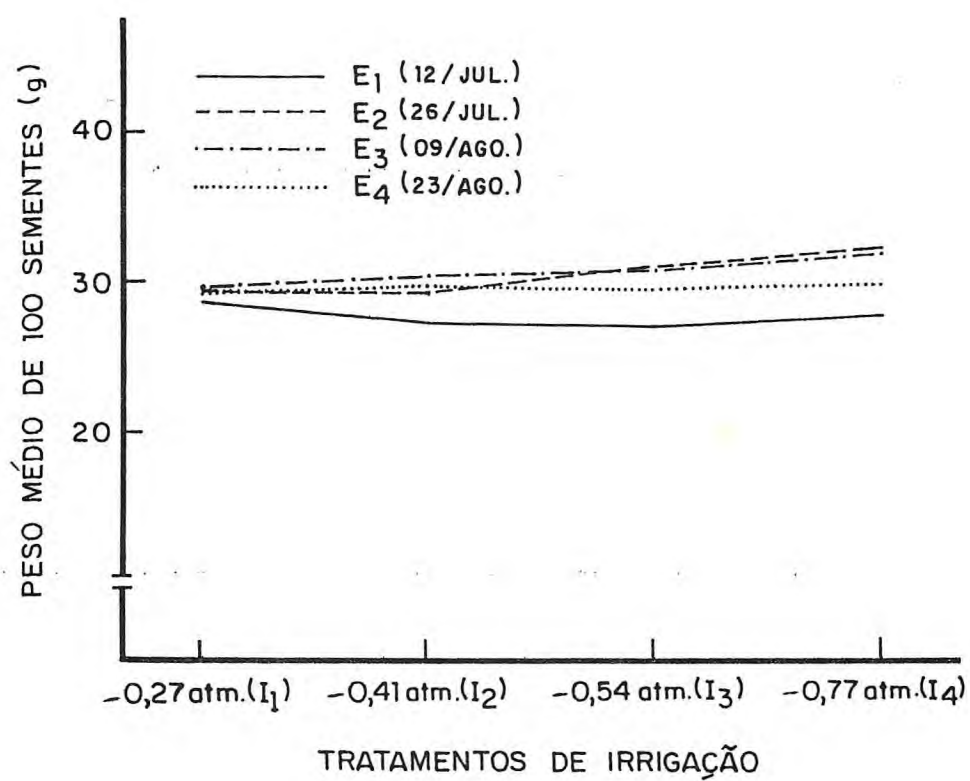


FIGURA BIII - Peso médio de 100 sementes para cada época de plantio e nível de irrigação. Médias de 4 cultivares.

B.4 - Efeito da época de plantio nos percentuais de grãos, palha e sabugo na espiga completa

Para a variável percentual de grãos na espiga completa a hipótese de igualdade entre épocas de plantio é rejeitada.

Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$$\underline{E_4 E_2 E_1 E_3}$$

onde as médias sobre mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância. Esta classificação mostra que as épocas E_3 e E_1 produziram maior peso de grãos por espiga e que as épocas E_4 , E_2 e E_1 não diferiram estatisticamente entre si.

B.5 - Efeito da época de plantio sobre o percentual de palha na espiga completa

Tendo sido rejeitado a hipótese de igualdade entre as épocas de plantio para esta variável, classificaram-se as médias pelo Teste de Tukey e o resultado é:

$$\underline{E_1 E_3 E_4 E_2}$$

onde as médias sobre mesmo traço não diferiram significativamente ao nível de 5%. Este resultado é coerente com o resultado do efeito da época de plantio sobre o percentual de grão.

A FIGURA BIV mostra os percentuais de grão, palha e sabugo sobre o peso de espigas completas. Nota-se que as

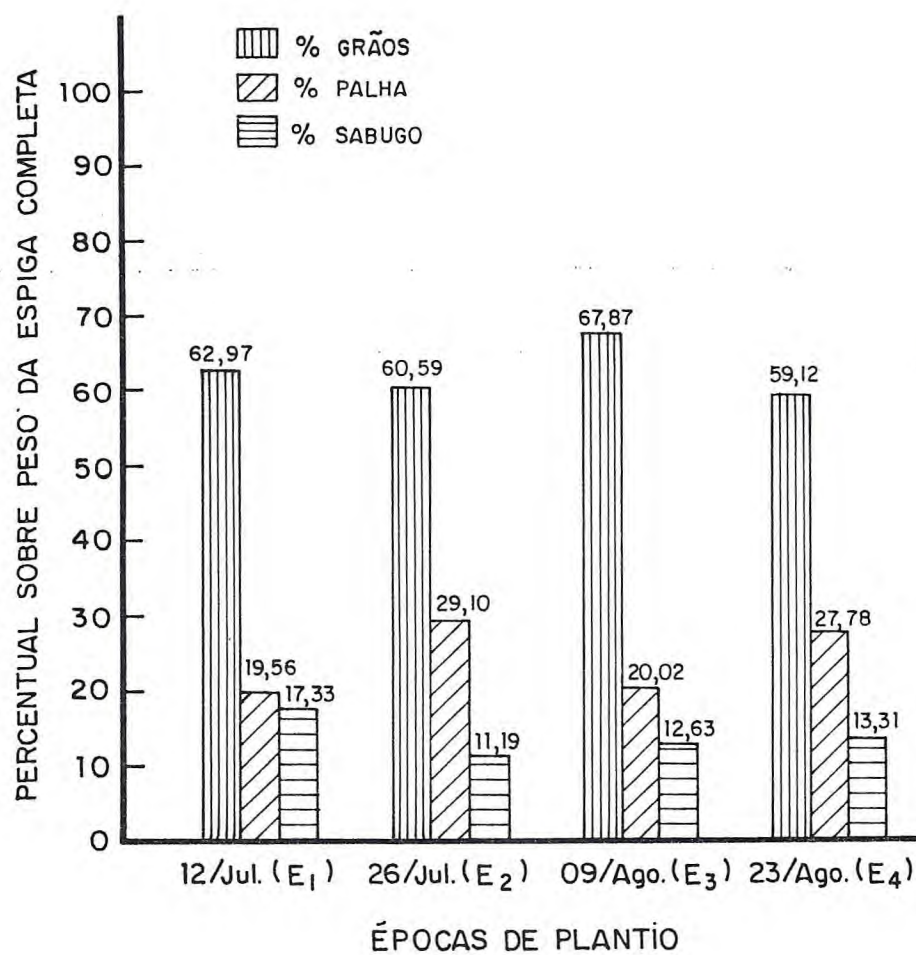


FIGURA BIV - Percentuais de grãos, palha e sabugo na espiga completa em cada época de plantio.

Épocas de plantio E_1 e E_3 foram relativamente mais eficientes que as épocas E_2 e E_4 na produção de grãos por terem produzido menores percentuais de palha. Resalta-se que o efeito época de plantio não foi significativo para o percentual de sabugo na espiga completa.

B.6 - Efeito dos níveis de irrigação no peso de 100 sementes

Como o efeito de interação irrigação x época de plantio foi também significativo, a classificação das médias foi realizada por época de plantio.

Na TABELA BIII foram mostrados os intervalos de confiança para os pesos médio de 100 sementes dos níveis de irrigação em cada época de plantio. Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey Tem-se:

$\underline{I_3 I_2 I_4 I_1}$ para a época E_1

$\underline{I_2 I_1 I_3 I_4}$ para a época E_2

$\underline{I_1 I_2 I_3 I_4}$ para a época E_3

$\underline{I_1 I_3 I_2 I_4}$ para a época E_4

onde as médias estão dispostas em ordem crescente e as que estão sobre o mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

Verificando-se a TABELA BIII, vista anteriormente, e o resultado da classificação das médias, nota-se que os tratamentos de menor umidade do solo produziram sementes mais pesadas principalmente nas épocas E_2 e E_3 . Este resultado, não esperado, é explicado pelo fato das espigas de

milho produzidas sob estes tratamentos terem apresentado espigas com grãos falhados. Contudo, os grãos formados eram de maior peso que grãos de espigas normais conforme discutido no item 4.2. deste trabalho.

B.7 - Efeito de interação níveis de irrigação x época de plantio na produção de sabugo

Os intervalos de confiança para as produções médias de sabugo foram mostrados na TABELA BII. Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$\underline{I_4 I_3 I_2 I_1}$ para a época E_1

$\underline{I_1 I_2 I_4 I_3}$ para a época E_2

$\underline{I_2 I_3 I_4 I_1}$ para a época E_3

$\underline{I_1 I_4 I_2 I_3}$ para a época E_4

onde as médias estão em ordem crescente e as que estão sobre o mesmo traço não diferem significativamente a nível de 5%.

Com esta classificação e ilustração da FIGURA BII, vista anteriormente, nota-se que os níveis de irrigação foram praticamente iguais em quase todas as épocas de plantio. A rejeição da hipótese de igualdade foi devido apenas à época E_1 onde o nível I_1 elevou a produção de sabugo enquanto o nível I_4 baixou-a.

B.8 - Efeito cultivar na produção de sabugo

A TABELA BIV mostra os intervalos com 95% de confiança para as produções médias de sabugo em cada cultivar. Pelo teste de Tukey as médias são classificadas em ordem crescente como:

$$\underline{C_3 C_2 C_4 C_1}$$

onde as médias, sobre mesmo traço, são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

A FIGURA BV mostra o comportamento das cultivares na produção de sabugo.

B.9 - Efeito cultivar na produção de palha

A TABELA BV mostra os intervalos, com 95% de confiança, para as produções médias de palha das cultivares. Pelo Teste de Tukey as médias são classificadas em ordem crescente como:

$$\underline{C_1 C_3 C_4 C_2}$$

onde todas são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

Na FIGURA BVI estão ilustradas as produções médias de palha.

TABELA BIV - Intervalo com 95% de confiança para as produções médias de sabugo da cada cultivar.

Intervalos das médias (kg/ha)	Cultivar
1.379 ± 155	AG-162 (C ₁)
1.321 ± 155	AG-301 (C ₂)
1.194 ± 155	AG-352 (C ₃)
1.332 ± 155	AG-401 (C ₄)

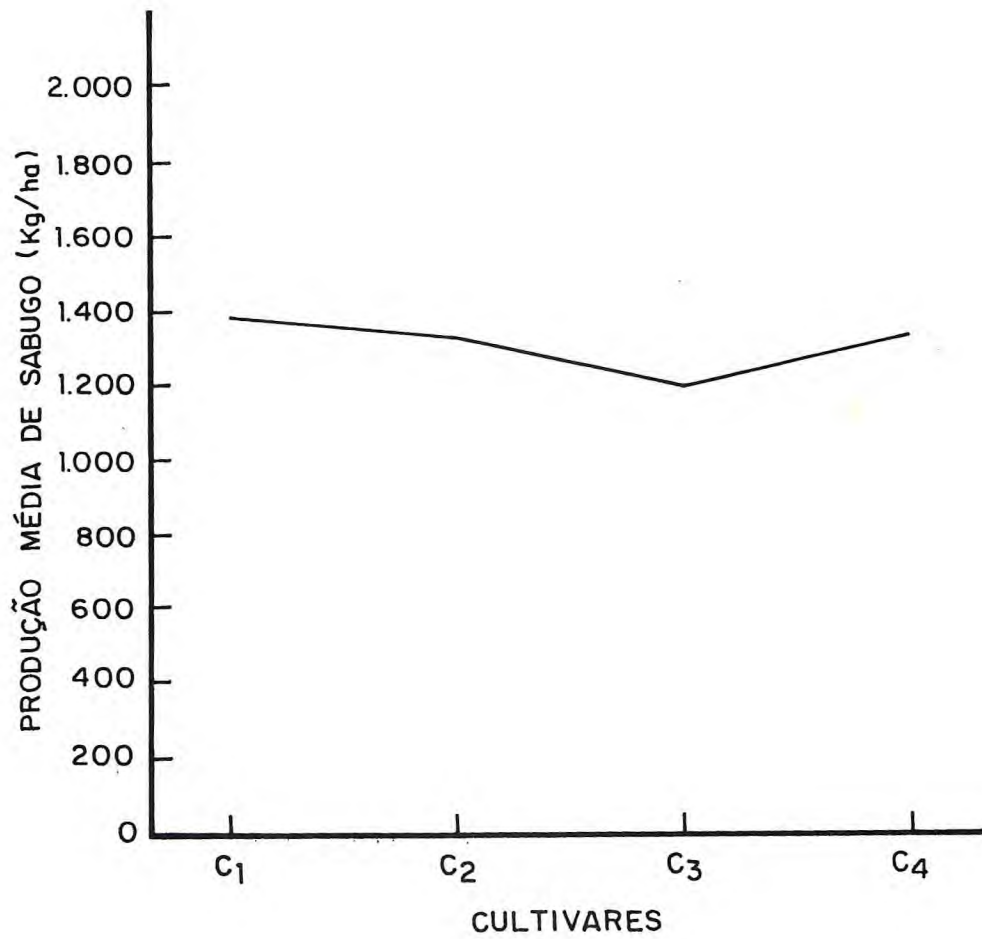


FIGURA BV - Produções médias de sabugo das cultivares AG-162 (C₁); AG-301 (C₂); AG-352 (C₃) e AG-401 (C₄). Médias de 4 épocas de plantio.

TABELA BV - Intervalo com 95% de confiança para as produções médias de palha de cada cultivar.

Intervalo de confiança (kg/ha)	Cultivares
2.263 ± 193	AG-162 (C ₁)
2.628 ± 193	AG-301 (C ₂)
2.269 ± 193	AG-352 (C ₃)
2.431 ± 193	AG-401 (C ₄)

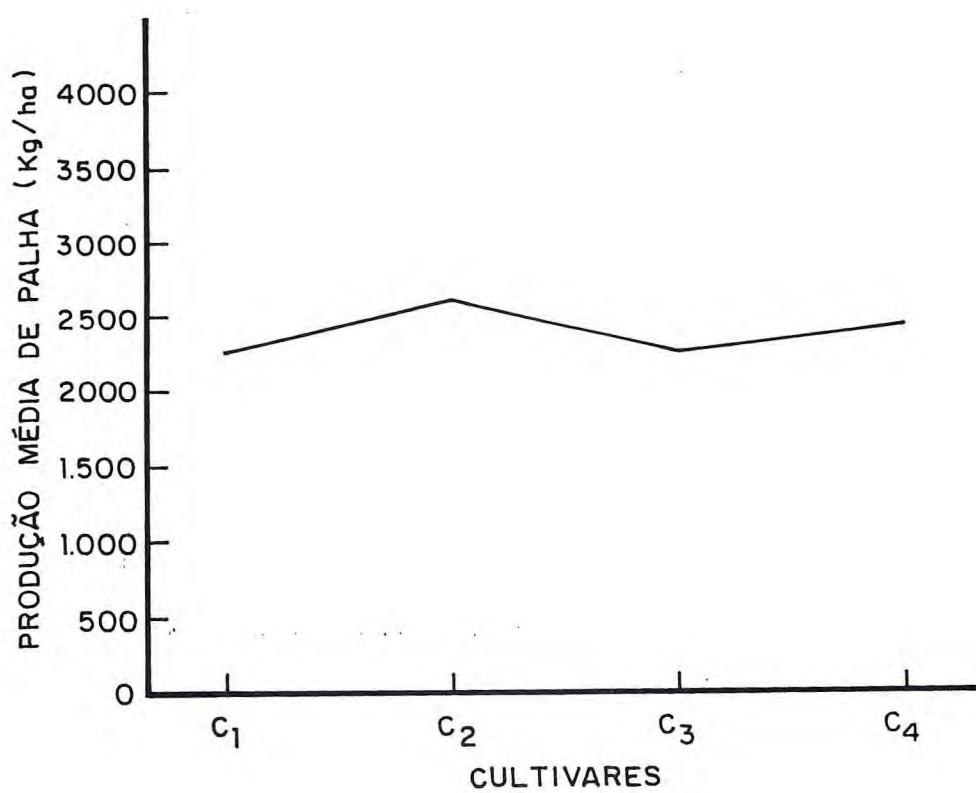


FIGURA BVI - Produção média de palha das cultivares AG-162 (C₁); AG-301 (C₂); AG-352 (C₃) e AG-401 (C₄). Médias de 4 épocas de plantios.

B.10 - Efeito cultivar no peso de 100 sementes

Os intervalos de confiança dos pesos médios de 100 sementes são mostrados na TABELA BVI. O Teste de Tukey classifica as médias em ordem crescente como:

$$C_4 \underline{C_2 C_3} C_1$$

onde as médias sobre o mesmo traço, são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

A cultivar C_1 , caracterizou-se por produzir sementes mais pesadas, enquanto que a cultivar C_4 foi a que produziu sementes de menor peso. As cultivares C_2 e C_3 ficaram com valores intermediários sem diferirem significativamente entre si.

A FIGURA BVII mostra o peso médio de 100 sementes das cultivares testadas. Médias de 4 épocas de plantio e 4 níveis de potencial da água do solo.

B.11 - Efeito cultivar no percentual de grãos

A análise de variância mostra efeito significativo de cultivar no percentual de grãos na espiga completa.

A classificação das médias pelo Teste de Tukey, em ordem crescente, é:

$$\underline{C_4 C_2 C_3} C_1$$

onde as médias sobre o mesmo traço são consideradas iguais a nível de 5% de significância.

TABELA BVI - Intervalo com 95% de confiança para os pesos médios de 100 sementes de cada cultivar.

Intervalo das médias (g)	Cultivares
31,50 ± 0,45	AG-162 (C ₁)
29,35 ± 0,45	AG-301 (C ₂)
30,24 ± 0,45	AG-352 (C ₃)
27,28 ± 0,45	AG-401 (C ₄)

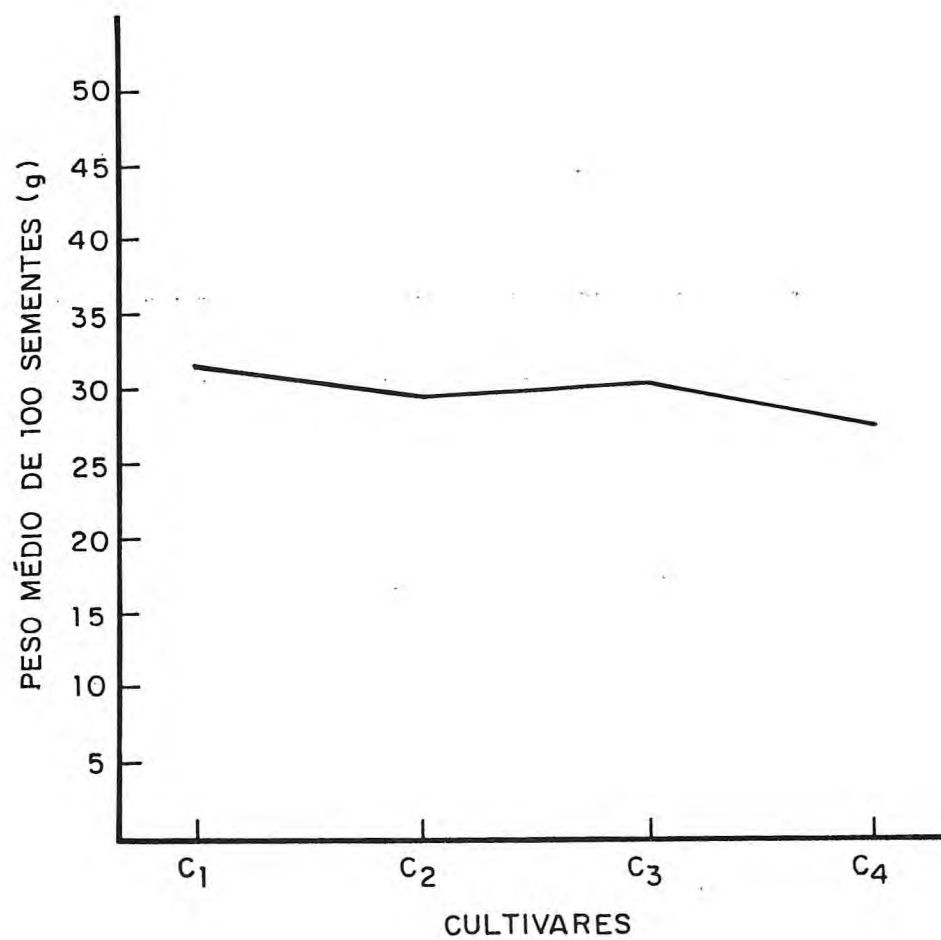


FIGURA BVII - Peso médio de 100 sementes das cultivares AG-102 (C₁) AG-301 (C₂); AG-352 (C₃) e AG-401 (C₄). Médias de 4 épocas de plantios.

Apesar da análise de variância mostrar efeito significativo de cultivar no percentual de sabugo, o Teste de Tukey não faz diferença entre as médias.

B.12 - Efeito cultivar no percentual de palha

Pela análise de variância rejeita-se a hipótese de igualdade entre as cultivares no percentual de palha na espiga completa. Classificando-se as médias pelo Teste de Tukey tem-se:

$$\underline{C_1 C_3 C_4 C_2}$$

onde as médias sobre mesmo traço não diferem a nível de 5% de significância.

A FIGURA BVIII mostra o conjunto: percentuais de palha, de sabugo e de grãos na espiga completa. Nota-se que as cultivares são praticamente iguais nestes parâmetros. Isto mostra que as cultivares testadas mostram a mesma eficiência relativa de grãos, palha e sabugo na espiga completa.

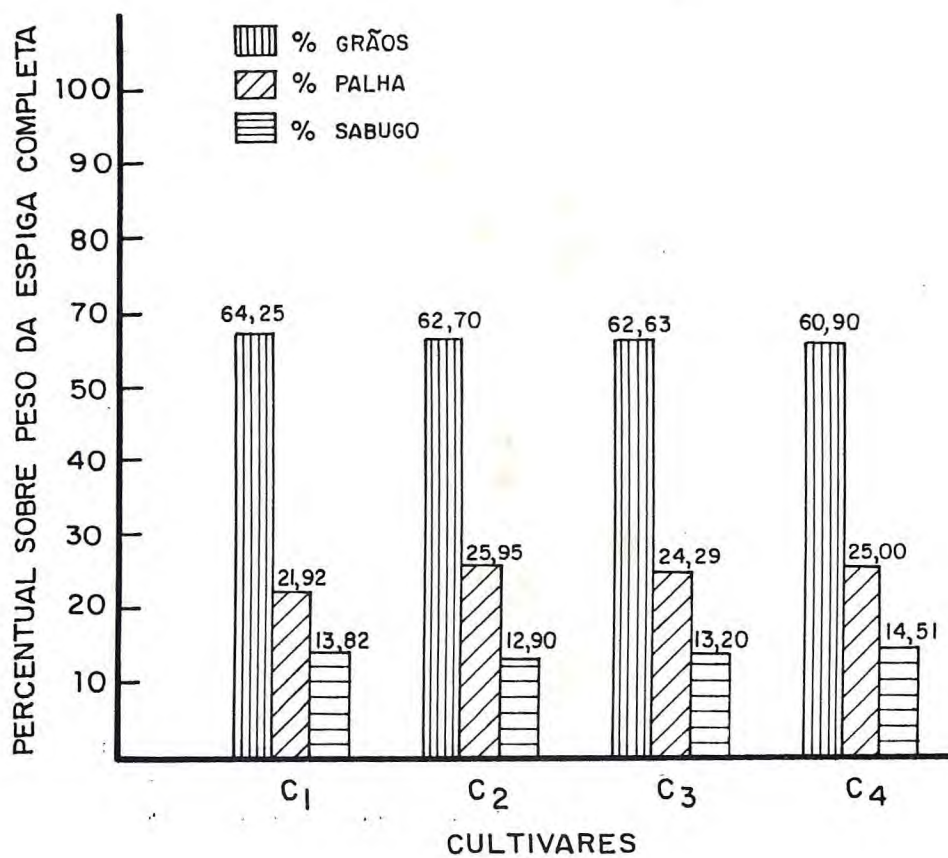


FIGURA BVIII - Percentuais de grãos, de palha e de sabugo na espiga completa das cultivares AG-162 (C₁); AG-301 (C₂); AG-352 (C₃) e AG-401 (C₄). Médias de 4 épocas de plantios.