

ANÁLISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DAS LOCALIDADES DE
BARRA DE SÃO FRANCISCO, BOA ESPERANÇA E SÃO MATEUS,
REGIÃO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

GENÁRIO JOSÉ DA MATA

Orientador: NILSON A. VILLA NOVA

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do Título de Doutor em
Agronomia, área de concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Mata, Genário José da

M425a Análise das disponibilidades hídricas das locali-
dades de Barra de São Francisco, Boa Esperança e
São Mateus, Região Norte do Estado do Espírito San-
to. Piracicaba, 1991.

113p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Feijão - Época de plantio 2. Irrigação - Di-
mensionamento 3. Milho - Época de plantio 4. Solo -
Balanço hídrico I. Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 631.432

ANALISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DAS LOCALIDADES DE
BARRA DE SÃO FRANCISCO, BOA ESPERANÇA E SÃO MATEUS,
REGIÃO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

GENÁRIO JOSÉ DA MATA

Aprovada em: 08.03.91

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova	ESALQ/USP
Profa. Dra. Dalva Martinelli Cury	FCA/UNESP
Prof. Dr. Hugo Ghelfi Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. José Carlos Ometto	ESALQ/USP
Dr. Mário José Pedro Júnior	IAC



Prof. Dr. NILSON AUGUSTO VILLA NOVA

Orientador

A Deus, por toda uma vida,

À saudosa memória de meu pai,

JOSÉ TEÓFILO PEREIRA,

e meu irmão,

JOVINO JOSÉ PEREIRA

À minha querida mãe, Carminda Maria,

À minha filhinha querida, Mariana,

À inesquecível Maria Joana

Aos meus irmãos e irmãs,

Aos meus sobrinhos,

Aos meus cunhados e cunhadas,

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Nilson Augusto Villa Nova, pelo estímulo, pela amizade, e pelo minucioso cuidado na orientação deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino de França, Coordenador do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, pela atenção e apoio durante o Curso de Pós-Graduação.
- Ao Prof. Dr. Décio Barbin, Presidente da Comissão de Pós-Graduação da ESALQ/USP, pelo apoio recebido.
- Ao corpo docente do Departamento de Física e Meteorologia e aos Professores do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, pelos ensinamentos recebidos.
- À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade para realização do Curso.
- Ao CNPq - Conselho Nacional de Pesquisas, pela concessão de auxílio financeiro.
- Ao Departamento de Recursos Hídricos do D.N.A.E.E., do Ministério das Minas e Energias, pela cessão dos dados.

- Ao Dr. Antonio Lourenço Guidoni, pela grande amizade, pelas sugestões e pela dedicação no processamento dos dados.
- À minha cunhada Nani Venâncio, pelo carinho e amizade, que serviram de incentivo e apoio para a realização deste trabalho.
- Ao amigo Jacques Alves, pelo agradável convívio e amizade verdadeira.
- Aos amigos de B. S. Francisco, Água Doce, Ecoporanga, Mantenópolis, Pancas, Águia Branca, São Gabriel, Vila Pavão e Mantena, pelo apoio recebido.
- Aos grupos de orações de Barra de São Francisco e Mantena, pelas orações recebidas.
- À vó Clementina e família, Diva e família, pelo carinho e amizade, durante a nossa convivência.
- A Rejane Alves e Sandra Giovanoni, pelo excelente trabalho de digitação.
- A todos que colaboraram, de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Precipitação	3
2.2. Relações água - solo	6
2.3. Relações água - planta	11
2.4. Relações água - atmosfera	12
2.5. O Sistema solo - planta - atmosfera	16
2.6. Efeito da deficiência de água	17
2.7. Irrigação	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Caracterização da região	26
3.1.1. Dados de precipitação	26
3.1.2. Solos	27
3.1.3. Culturas	28
3.2. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET _o)	30
3.3. Armazenamento e água disponível	31
3.4. Balanço de água diário no solo	32
3.5. Distribuição de probabilidade do déficit de água no solo	33
3.6. Coeficiente de cultura K _c	34
3.7. Déficit de produção	35

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Avaliação de épocas de plantio para as cultu- ras do milho (CAD = 60mm) e do feijão (CAD = 40mm), considerando-se as três localidades ...	36
4.2. Avaliação das necessidades de água através da irrigação suplementar	44
4.3. Dimensionamento do sistema de irrigação	46
4.4. Considerações finais	50
5. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE 1	64
APÊNDICE 2	69
APÊNDICE 3	103
APÊNDICE 4	107

ANÁLISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DAS LOCALIDADES DE
BARRA DE SÃO FRANCISCO, BOA ESPERANÇA E SÃO MATEUS,
REGIÃO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Autor: GENÁRIO JOSÉ DA MATA

Orientador: NILSON A. VILLA NOVA

RESUMO

Na presente pesquisa procurou-se através de um modelo de balanço hídrico diário realizado com dados climáticos obtidos junto ao DNAE - Brasília, nas regiões de Barra de São Francisco (Latitude: 18°45'; Longitude: 40°53'; Altitude 191 m), Boa Esperança (Latitude 18°31'; Longitude: 40°19'; Altitude: 180 m) e São Mateus (Latitude: 18°58'; Longitude: 40°09'; Altitude: 80 m), estimar-se o curso anual de disponibilidade hídrica destas regiões (déficit hídrico) a níveis de 40, 60, 75 e 80% de probabilidade. Tais déficits sendo, via de regra, os fatores que limitam a produtividade média destas regiões, permitiram através do estudo das suas distribuições, determinar as melhores épocas de plantio em condições naturais, as necessidades de recursos hídricos (m^3 /ha de área plantada) para irrigação, assim como elementos básicos para dimensionamento de equipamentos de irrigação.

WATER AVAILABILITY ANALYSIS IN
BARRA DE SÃO FRANCISCO, BOA ESPERANÇA AND SÃO MATEUS,
REGION NORTH OF THE ESPÍRITO SANTO STATE, BRAZIL

Author: GENÁRIO JOSÉ DA MATA

Adviser: NILSON A. VILLA NOVA

SUMMARY

It is the endeavour of this paper to set an average daily water balance hydric average model carried out with the climate data obtained at the DNAE - Brasília, for Barra de São Francisco (Latitude: 18°45'; Longitude: 40°53'; Altitude 191 m), Boa Esperança (Latitude 18°31'; Longitude: 40°19'; Altitude: 180 m) and São Mateus (Latitude: 18°58'; Longitude: 40°09'; Altitude: 80 m). It is estimated that the yearly water availability of these areas (hydric shortages) at 40, 60, 75 and 80% probability levels. Such shortages are as a rule the limits of the average productivity of these areas, rendered possible through studies of the distributions to determine the best sowing date in natural conditions, the hydric resource needs (m^3/ha of the planted area) for irrigation, as well as the basic elements for the irrigation equipment dimensioning.

1. INTRODUÇÃO

No Estado do Espírito Santo, um dos grandes problemas da agricultura em condições não irrigadas diz respeito a distribuição de chuvas devido a sua irregularidade. Para estimar-se estas irregularidades um estudo da distribuição da precipitação por si só não expressaria a condição real, desde que o solo com seu poder de armazenamento é capaz de minimizar estas variações. Assim sendo, um balanço hídrico climático capaz de estimar as condições de déficit hídrico no solo ocorrentes durante todo o ano, expressa melhor a condição do eco-sistema com relação a água disponível.

Os balanços hídricos expressos através de médias globais (normais) mascaram enormemente as condições reais de distribuição dos déficits, porque não revelam o efeito da distribuição dia a dia das precipitações pluviométricas.

Com os recursos de computação foi possível com a realização do balanço hídrico dia a dia nas regiões de Barra de São Francisco, Boa Esperança e São Mateus, as únicas com série de dados mais longos, obter-se uma distribuição bem realística dos déficits de água ao longo do ano, e

estudando a distribuição de frequências observadas, pôde-se estimar a diferentes níveis de risco e três capacidades de água disponível do solo (40, 60 e 80 mm) as melhores épocas de plantio sob condições naturais (sem irrigação), as necessidades de recursos hídricos complementares para irrigação, assim como uma boa estimativa dos parâmetros básicos iniciais para futuros projetos de irrigação.

Pretende-se que o estudo conduzido possa ser estendido à regiões vizinhas de comportamento climático similar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Precipitação

A precipitação pluvial, elemento climático de maior importância agrícola e de alta variabilidade, é a principal fonte de suprimento de água para as plantas. A sua distribuição irregular mesmo em regiões úmidas e semi-úmidas, pode causar seca agrônômica com prejuízos variados, constituindo-se uma das principais fontes de risco agrícola.

No estado do Espírito Santo as chuvas concentram-se na época mais quente do ano em torno do solstício de verão, e são escassas na época mais fria, em torno do solstício de inverno (TUBELIS & NASCIMENTO, 1980).

Nas regiões de clima úmido e semi-úmido do Brasil, em geral, a quantidade de precipitação é suficiente para o bom desenvolvimento das culturas no período chuvoso, todavia, é frequente a ocorrência de períodos de escassez de chuva durante os estádios mais críticos da cultura, resultando em perdas significativas de produção. Uma alternativa para solucionar esse problema é a irrigação suplementar como correção da distribuição irregular das precipitações (MAROUELLI & SEDIYAMA, 1987).

Segundo FRIZZONE (1979), o uso da precipitação média mensal no balanço hídrico para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação, em geral, acarreta um subdimensionamento do projeto.

O uso de tabelas de frequência para análise de dados de chuva tem sido sugerido para identificar áreas e épocas de plantio com maiores chances de sucesso para a agricultura de sequeiro, bem como verificar a conveniência do uso de irrigação. Em geral, a precipitação tem sido analisada ao nível de 75% de probabilidade de ocorrência (ROCHEDO, 1983; PEREIRA *et alii*, 1984 e SANDANIELO, 1986).

A análise da precipitação com base em curvas de distribuição de frequência, juntamente com a evapotranspiração máxima, foi utilizada por ALFONSI *et alii* (1989), para identificar melhores épocas de plantio para o milho, soja e o arroz de sequeiro, no estado de São Paulo.

Segundo THORNTHWAITE (1947), a seca fica adequadamente descrita como uma condição em que a quantidade de água perdida por evaporação e transpiração excede a água disponível no solo. Nessa condição as plantas ficam sujeitas à stresses de água em detrimento da escassez de água no solo.

Uma das maneiras utilizadas para caracterizar ou quantificar a seca em escala regional e em áreas onde informações não estão disponíveis, baseia-se na deficiência da precipitação (SCARDUA, 1979).

BLUMENSTOCK (1942) considerou que uma série de dias secos terminava no momento anterior a um período de 48 horas, durante o qual ocorrem uma precipitação maior ou igual a 2,5 mm. Para LAWRENCE (1957), o dia é seco quando a chuva foi menor ou igual a 0,1 mm. Segundo AMIR e outros (1977), o dia é considerado seco quando o valor da precipitação foi menor que 2,5 mm. SILVA e outros (1977), com base na evapotranspiração de referência média da baixada fluminense estimada em 5 mm, definiram dia seco aquele em que a chuva foi menor do que 5 mm.

MEDHI (1976), define a intensidade de seca como um período específico durante o qual o total de chuva é insuficiente para impedir ou reduzir de maneira significativa a produção da cultura considerada. Esse período corresponde a um período de 24 horas em que nenhuma precipitação tenha ocorrido. A probabilidade de ocorrência de dias secos depende das condições do dia anterior em relação ao dia considerado e, esta ocorrência segue uma distribuição geométrica.

SUBBARAMAYYA & RAO (1964), construíram histogramas de frequência de precipitação diária, com os dados agrupados em oito classes de precipitação e, determinaram uma função hiperbólica, representativa da distribuição empírica resultante, cujas constantes foram avaliadas em função da quantidade e número de dias chuvosos.

CARNEIRO SILVA (1983), estabeleceu, para o sertão da Paraíba, um modelo determinista que permite o

conhecimento do início, fim e duração do período de chuvas eficazes, baseado na experiência e necessidade real de água para as culturas.

MILDE (1983), considerando como "dia chuvoso" aquele com precipitação maior que 0,5 mm e empregando a teoria de cadeias de MARKOV de primeira ordem, determinou as probabilidades de ocorrência de dias secos e chuvosos, com dados diários de precipitação das localidades com estações pertencentes a rede agrometeorológica da CEPLAC, correspondente ao período de 1964 a 1982.

JACKSON (1977) e REICHARDT (1987) definem chuva efetiva a componente da chuva que infiltra no solo e permanece ao alcance das raízes. Para JENSEN e outros (1990), chuva efetiva é a parte da precipitação total que é utilizada no processo da evapotranspiração, atendendo a demanda atmosférica.

2.2. Relações água - solo

O armazenamento de água no solo é uma função da profundidade considerada e, para uma dada profundidade, varia com o tempo devido aos processos de ganho de água (chuva e/ou irrigação) e aos de perda (evapotranspiração e/ou drenagem interna). Para cada solo e para cada profundidade, pode-se estabelecer os limites máximo e mínimo de armazenamento, dentro dos quais uma dada cultura se desenvolve adequadamente. Esses limites entre os quais a água está disponível para as plantas têm sido identificados genericamente

como a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (GARDNER, 1965).

De acordo com KIEHL (1979), os atributos ponto de murcha permanente (PMP) e capacidade de campo (CC) foram estabelecidos por BRIGGS & SHANTZ (1912) e VEIHMEYER & HENDRICKSON (1955), respectivamente. A porcentagem de água que um solo contém quando as plantas que nele se desenvolvem adquirem um estado de murchamento permanente, não voltando à turgidez mesmo quando colocadas em ambiente saturado de água, foi caracterizada como PMP. A capacidade de campo (CC) ficou definida pela quantidade de água retida pelo solo após drenar a água gravitacional e quando o movimento descendente de água tenha decrescido substancialmente e, deverá ocorrer pouco depois de uma chuva ou irrigação.

A partir das definições de CC e PMP, segue-se que a diferença entre esses dois parâmetros representa a água que as plantas podem extrair do solo - a capacidade de água disponível no solo ou a capacidade do reservatório do solo (WINTER, 1976).

Segundo KIEHL (1979), métodos subjetivos vêm sendo utilizados na determinação direta do ponto de murcha permanente e da capacidade de campo.

Entretanto, conforme observa CAMPELO JÚNIOR (1985), o importante não é saber a quantidade de água retida no solo, mas o estado de energia da água no solo em virtude dos diferentes campos de forças aos quais está submetida. Esse estado de energia é medido em termos de potencial da

água no solo em relação à água livre (ausentes os campos de forças). A unidade comumente empregada é a da pressão atmosféricas. Os campos de forças predominantes que atuam sobre a água no solo são: os campos matricial e gravitacional.

Assim, ao invés de medidas subjetivas da capacidade de campo e do ponto de murcha permanente, pode-se utilizar medidas indiretas através do conceito de potencial da água no solo, adotando-se as pressões de 1/3 e 15 atmosferas respectivamente na caracterização desses parâmetros (REICHARDT, 1975 e WINTER, 1976).

As evidências encontradas por GARDNER (1965) e WINTER (1976), indicam que o uso de uma definição precisa para avaliar os limites de água disponível é desnecessário, uma vez que as plantas absorvem água mesmo quando o solo se encontra acima da capacidade de campo ou abaixo do ponto de murcha permanente. Os autores porém, não deixam de reconhecer a utilidade prática de tais parâmetros.

De acordo com SCARDUA (1972), é necessário estudar a capacidade de água disponível no solo para se estabelecer a frequência de irrigação. O aumento da capacidade de água disponível de um solo, não implica o aumento por si só da produção de uma cultura; o valor possível reside no aumento do intervalo de tempo entre irrigações necessárias (WINTER, 1976).

Um outro aspecto da água no sistema solo-planta-atmosfera diz respeito ao grau de disponibilidade de água para as plantas ao longo da lâmina de água no solo compreen-

dida entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente.

THORNTHWAITE & MATHER (1955) verificaram que o teor de água disponível no solo decresce exponencialmente entre a CC e o PMP, estando sujeita a planta, à paralização de seu crescimento antes que o PMP seja atingido.

PENMAN (1949), MARLATT *et alii* (1961) e HOLMES (1961) visualizaram um ponto crítico sobre a lâmina CAD do solo, acima do qual a água seria igualmente disponível, decrescendo porém, exponencialmente abaixo desse ponto até atingir o PMP.

Os estudos de GARDNER & HILLEL (1962) mostraram que o ponto crítico podia ser definido em função da demanda atmosférica e da difusividade da água no solo.

⇒ Segundo CAMPELO JÚNIOR (1985), a estimativa do consumo de água pelas plantas pode ser avaliada através do modelo matemático:

$$AD = CAD \times e^{-\left(\frac{1}{CAD}\right) \sum (P - ET_0)}$$

onde:

AD = água disponível (mm);

CAD = capacidade de água disponível (mm);

e = 2,718 (base do logaritmo neperiano);

P = precipitação (mm);

Et₀ = evapotranspiração de referência (mm).

REICHARDT (1987) ressalta a importância de se considerar o sistema solo-planta-atmosfera, quando está em

discussão o conceito de água disponível e, conclui que a água está disponível para as plantas, quando o fluxo

$$(q = -K(\theta) \text{ grad. } \psi)$$

atende a ETo ; ou seja, toda a água perdida na evapotranspiração é resposta pelo fluxo no solo.

Segundo CHANG (1968), muitos métodos para a determinação do teor de água no solo foram desenvolvidos, podendo ser divididos em duas categorias: a) medidas de tensão de água; b) medidas do teor de água.

No primeiro grupo são incluídos os métodos elétricos e os tensiômetros. No segundo, o método de secagem em estufa (gravimétrico) e o método de dispersão de neutrons (sonda de neutrons).

Entretanto, nenhum dos métodos disponíveis presentemente, de medida do teor de água no solo, é satisfatório para a rotina de campo usada pelo agricultor. Mesmo quando em trabalhos de pesquisa, os métodos em geral são dispendiosos e consomem muito tempo de operação e interpretação, muitas amostras são necessárias para a confiabilidade estatística.

A ASPLAN (1968), calculou para o estado do Espírito Santo, os déficits mensais e anuais de água (mm) no solo, pelo método de THORNTHWAITE & MATHER, 1955.

ORTOLANI *et alii* (1970), aplicando a metodologia de THORNTHWAITE & MATHER (1955), considerando uma capacidade de água disponível de 125 mm, determinaram o curso anual das disponibilidades médias de água nos solos para di-

ferentes localidades do estado do Espírito Santo, entre as quais encontram-se as estações aqui estudadas.

ZANGRANDE *et alii* (1978), utilizando o método desenvolvido por THORNTHWAITE & MATHER (1955), calcularam os balanços hídricos climáticos (mensais), para várias localidades do estado do Espírito Santo, considerando a capacidade da água disponível de 125 mm.

O método do balanço de água vem sendo utilizado nos últimos anos também para avaliar as necessidades de irrigação. Tais necessidades têm sido estimadas a partir de valores de deficiência de água, ou então de níveis de probabilidade de ocorrerem armazenamentos iguais ou inferiores a valores considerados críticos (MOTA, 1976; MOTA & AGENDES, 1989; ALFONSI *et alii*, 1989).

2.3. Relações água - planta

O potencial da água na planta é, da mesma forma como no solo, resultante da presença de alguns campos de forças que atuam sobre a água. Nesse caso os campos predominantes são, o potencial osmótico e o potencial de pressão. O potencial de pressão, também chamado de pressão de turgescência resulta da ação da parede celular (REICHARDT, 1987).

A evaporação da água através das células-guarda, de modo a ocasionar uma diminuição da pressão de turgescência nas folhas, resulta no fechamento dos estômatos e redução da transpiração. Entretanto, outros atributos tais como a luz, a temperatura, a água no solo e umidade do ar, o

teor de CO₂ e o estado nutricional da planta, exercem alguma influência sobre o fechamento dos estômatos (RUTTER, 1975).

O fluxo potencial máximo de água pela planta (taxa de transpiração máxima) é determinado primariamente pela diferença entre o potencial da água nas superfícies radiculares e aqueles nos pontos de evaporação dentro das folhas. O fluxo de água é reduzido em proporção às resistências existentes dentro das raízes, caules e folhas. Medidas dessas resistências individuais são difíceis, mas o valor da resistência da folha é provavelmente da mesma ordem de grandeza da resistência do caule e bem menor que a resistência radicular (WINTER, 1976).

2.4. Relações água - atmosfera

A evaporação da água do solo e a transpiração das plantas são comportamentos inerentes à interação do sistema solo-planta-atmosfera que têm como causa a demanda atmosférica.

A quantidade de energia (calor latente de evaporação) necessária à mudança de fase (líquido-vapor) provém da radiação líquida resultante do balanço de radiação global e do balanço de radiação de ondas longas. O calor sensível proveniente de áreas vizinhas é uma fonte secundária de energia para o processo (SLATYER, 1967; VILLA NOVA, 1973).

A demanda atmosférica resume as condições atmosféricas expressas pela evapotranspiração de referência

(ET_o). A ET_o representa a taxa de evapotranspiração de uma superfície extensa plantada com grama, com altura entre 8 e 15 cm, crescendo ativamente, sombreando completamente o solo sem restrição de água. A denominação evapotranspiração de referência vem sendo utilizada em substituição ao termo evapotranspiração potencial ETP (DOORENBOS E PRUITT, 1977).

Considerando o processo de evapotranspiração como um comportamento inerente ao binômio solo-planta em resposta aos atributos do clima, diversos métodos climatológicos de estimativa de evapotranspiração têm sido elaborados com base nesses atributos. Esses métodos são utilizados para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o).

Segundo TANNER (1967), a estimativa da evapotranspiração potencial ou de referência ET_o, utilizando modelos empíricos simples, em função da temperatura média do ar, não é confiável para períodos de tempo curtos; sendo recomendada a utilização de tais modelos, com razoável precisão, para períodos longos (estação de crescimento e valores anuais).

SCARDUA *et alii* (1984), correlacionando os valores de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos de Penman e de Thornthwaite com dados de normais climatológicas de quatro locais de estado do Espírito Santo, encontraram, para dois períodos distintos do ano, as equações de regressão:

$$ETP_p = 0,907 ETT_h + 0,935 - \text{julho a janeiro} \quad (A)$$

$$ETP_p = 1,116 ETT_h - 0,087 - \text{fevereiro a junho} \quad (B)$$

onde:

ETP_p = evapotranspiração de referência média mensal em mm/dia obtida pelo método de Penman.

ETI_h = evapotranspiração de referência média mensal em mm/dia obtida pelo método de Thornthwaite.

A partir das temperaturas médias mensais, estimadas por FEITOZA *et alii* (1979), foram obtidas estimativas da ETP, pelo método de Thornthwaite, para 65 outros locais do Estado (dentre os quais se encontram as localidades estudadas no presente trabalho) que, através das equações (A) e (B) foram transformadas em valores de ETP e denominados de "Evapotranspiração Potencial Ajustada ao Método de Penman". Os autores concluem que os novos valores obtidos se aproximam mais dos valores reais, devido à maior precisão do método de Penman, em relação ao de Thornthwaite.

Dos textos pertinentes aos métodos de estimativas da evapotranspiração de referência ET_0 , deduz-se que os métodos que mais se destacam são os de THORNTHWAITE (1948) e PENMAN (1948).

VILLA NOVA (1982) define evapotranspiração máxima (ET_m) ou demanda climática ideal, como a perda de água por uma cultura em qualquer estágio de crescimento, não havendo restrições de água para a mesma.

A evapotranspiração máxima ET_m está relacionada à evapotranspiração potencial de referência ET_o , através de um coeficiente de cultura K_c :

$$ET_m = K_c ET_o$$

De acordo com DOORENBOS & KASSAM *et alii* (1979) esse coeficiente é variável em função das características da planta, do estágio de desenvolvimento da planta e, com as características e propriedades da atmosfera. Para a maioria das culturas esse coeficiente cresce da emergência para o pico de desenvolvimento (quando o coeficiente é máximo), declinando na fase de maturação. O valor do K_c para o período vegetativo médio está entre 0,85 e 0,90 com exceção de algumas culturas.

Segundo esses autores, o fator (K_c) que relaciona as necessidades de água ET_m com a evapotranspiração de referência (ET_o), para a cultura do milho; é na fase inicial 0,3 - 0,5 (15-30 dias), na fase de desenvolvimento 0,7 - 0,85 (30-45 dias), no estágio intermediário de desenvolvimento 1,5 - 1,2 (30-45 dias), durante a fase final da estação 0,8 - 0,9 (10-30 dias), e na colheita de 0,55 - 0,6; para a cultura do feijão, o valor K_c , durante a fase inicial, é 0,3 - 0,4 (15 a 20 dias), na fase intermediária 1,05 - 1,2 (35 a 45 dias) e na fase final do ciclo, 0,65 - 0,75.

Entretanto, conforme BRAGA (1982) e CARAMORI & FARIA (1987b), para simplificação nos cálculos do balanço hídrico, alguns autores têm considerado o K_c com valor unitário, para toda a estação de crescimento da cultura.

2.5. O sistema solo - planta - atmosfera

Devido a diferenças de potencial total entre a água no solo e a água na raiz, caule e folhas, esta se move, geralmente, do solo para as raízes e destas para a parte aérea da planta. A distribuição e atividade radicular têm grande influência na absorção de água pelas plantas afetando a transpiração (REICHARDT, 1987).

A transpiração propriamente dita se dá na interface folha-atmosfera, onde tem lugar a passagem do vapor d'água para a atmosfera. O processo envolve energia disponível e depende ainda do gradiente de pressão de vapor, da resistência ao fluxo e da capacidade do solo e da planta em transportarem a água para os sítios de evaporação (BEGG & TURNER, 1976).

De acordo com RUTTER(1975), a resistência ao movimento da água através do "continuum" solo-planta-atmosfera é expressa pela queda do potencial da água ao longo desse continuum. Em virtude da diferença de potencial ser maior entre a folha e o ar, a maior resistência geralmente está associada com a transpiração ao invés da absorção (COWAN, 1965; WEATHERLEY,1970; RUTTER, 1975).

Quando o suprimento de água no solo é insuficiente em detrimento de uma demanda evaporativa da atmosfera alta, resulta um balanço de água negativo, ou seja, a perda de água pela planta é maior que a sua absorção (MENGEL e KIRKBY, 1982). Com a perda de turgescência, antes que o solo

esteja completamente seco, os estômatos se fecham como medida preventiva da perda de água. A planta procura então manter um equilíbrio entre absorção e transpiração. Qualquer defasagem entre os dois processos representa uma mudança no teor de água da planta durante o ajustamento às condições reinantes da atmosfera. O desequilíbrio pode-se tornar irreversível quando a planta atinge o ponto de murcha permanente (RUTIER, 1975).

De acordo com DOORENBOS & KASSAN (1979), a evapotranspiração real pode ser calculada em função da capacidade de água disponível do solo (CAD), da fração (P) da CAD, do intervalo de tempo (T) decorrido a partir do instante em que o solo se encontra na capacidade de campo e da evapotranspiração máxima (ETM) média diária nesse intervalo. A fração P da CAD varia com o tipo de cultura e com a evapotranspiração máxima, sendo o tipo de cultura classificado em quatro grupos em função de P e ETm, ou seja de acordo com a sua capacidade de extração de água no solo.

O feijão e o milho estão enquadrados nos grupos 3 e 4 respectivamente, sendo desnecessária a avaliação da capacidade de extração de água no solo por essas culturas.

2.6. Efeito da deficiência de água

Quando não são atendidas todas as necessidades de água da cultura, o déficit de água estabelecido na planta

pode chegar a um ponto em que o crescimento e o rendimento da cultura sejam afetados. A maneira com que o déficit de água afeta o crescimento e o rendimento, varia com a espécie da cultura e com o seu período vegetativo (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

As plantas, sob a ação de déficits de água, manifestam comportamentos morfológicos e fisiológicos (SHAW & LAING, 1966; SLATYER, 1969; BEGG & TURNER, 1976).

Segundo MENGEL & KIRKBY (1982), as alterações no crescimento das células são as primeiras manifestações (morfológicas) da planta com relação ao déficit de água e, são atribuídas à variação da pressão de turgor das células. Há por isso uma correlação muito próxima entre a diminuição do tamanho da célula e o grau de stress de água nos tecidos da planta. O aumento de tamanho das células resulta da ação da pressão exercida internamente pela água sobre a parede celular. A taxa de crescimento varia proporcionalmente com a pressão de turgescência, com uma constante de proporcionalidade denominada módulo de elasticidade (BEGG & TURNER, 1976).

Como a água do solo influencia o potencial da água na folha, o alongamento da folha depende também da disponibilidade de água no solo (MARC & PALMER, 1976). Assim, ACEVEDO *et alii* (1971), verificaram que o alongamento das folhas jovens de milho diminui quando a disponibilidade da água na zona radicular reduziu de -0,1 ($9,8 \times 10^{-5}$ atm) para -0,2 bária ($1,9 \times 10^{-4}$ atm). Os potenciais da água na folha

correspondentes foram -2,8 bária ($9,86 \times 10^{-4}$ atm) e -7 bária ($6,90 \times 10^{-3}$ atm), respectivamente.

Com relação a influência do déficit na divisão celular as pesquisas mostram que se o déficit for prolongado a divisão celular poderá ser inibida. Não obstante, não se sabe se o déficit, influencia diretamente o metabolismo da divisão celular ou, indiretamente através da redução do crescimento celular, impedindo o crescimento das células meristemáticas necessário à divisão celular (HSIAO, 1973; MARC & PALMER, 1976; MENGEL & KIRKBY, 1982).

Com a redução do potencial de água na folha a um valor crítico, a divisão celular declina e os níveis de algumas enzimas tais como a nitrato redutase diminuem. Os estômatos se fecham e ocasionam uma redução na transpiração e assimilação de CO_2 . Neste estágio iniciam-se as mudanças secundárias e terciárias e outras características associadas ao stress de água, como redução da respiração e translocação de fotossintatos podem ser caracterizados (BELL *et alii*, 1971; HSIAO, 1973; RUTTER, 1975; MENGEL & KIRKBY, 1982; BEGG & TURNER, 1976).

O decréscimo de fotossíntese líquida só ocorre em stress moderado a severo, porque no início há uma redução equivalente na fotossíntese e respiração, em seguida a assimilação de CO_2 passa a ser crítica (BOYER, 1970; HSIAO, 1973; O'TOOLE *et alii*, 1977 e MENGEL & KIRKBY, 1982).

Em experimentos com feijão (*Phaseolus vulgaris*) O'TOOLE *et alii* (1977) encontraram altas taxas de

absorção de CO_2 e transpiração para um potencial de água na folha de -3 bária ($2,98 \times 10^{-3}$ atm). Para um potencial mais baixo, -9 bária ($8,8 \times 10^{-3}$ atm), a absorção de CO_2 e a transpiração foram praticamente inibidas.

BREVEDAN & HODGES (1973), em experimento com milho (*Zea mays*) em condições de campo, mostraram que a taxa da assimilação de CO_2 foi inibida, quando o potencial da água na folha variou de -17 bária (0,01 atm) para -22 bária (0,021 atm). Os autores constataram ainda uma redução na taxa de translocação de fotossintatos das folhas para outras partes da planta.

Acredita-se que a translocação de fotossintatos responde mais sensivelmente ao stress de água do que a fotossíntese (BREVEDAN & HODGES, 1973; MENGEL & KIRKBY, 1982). O efeito da deficiência de água sobre a translocação de fotossintetizados é provocado pela redução na fotossíntese (Fonte) ou crescimento de órgãos consumidores (Dreno), não havendo efeito direto sobre o sistema condutor (BEGG & TURNER, 1976).

Observa-se através da literatura que as plantas respondem de maneira diferenciada ao stress de água, uma vez que existem variedades que respondem satisfatoriamente em regiões sujeitas a deficiência de água, sendo esse comportamento denominado de resistência à seca (SHAW & LAING, 1965; SLATYER, 1969 e BLUM, 1982).

Segundo LEVITT (1972) & BLUM (1982) a resistência a seca é atribuída a mecanismos de escape ou de tolerância.

Destacam-se como mecanismos de escape a redução do ciclo, o armazenamento de água nos tecidos e a elevada resistência da cutícula em relação à transpiração. Os comportamentos de tolerância podem ser de natureza morfológica e fisiológica. O desenvolvimento preferencial nas raízes, a diminuição do crescimento das folhas, a senescência precoce, a orientação, o enrolamento e a formação de estruturas que aumentam o albedo das folhas são mecanismos morfológicos de tolerância. O fechamento dos estômatos e o ajustamento osmótico são mecanismos fisiológicos de tolerância (BEGG & TURNER, 1976).

O déficit hídrico pode ocasionar diferentes efeitos sobre as plantas, como também sobre uma mesma variedade, dependendo da época de ocorrência em relação ao ciclo da planta. Segundo DENMEAD & SHAW (1960) e SLATYER (1969), a ocorrência de períodos de desenvolvimento de maior ou menor sensibilidade ao déficit se deve ao fato do efeito ser mais pronunciado em tecidos e órgãos que estão em formação.

O milho parece ser relativamente tolerante aos déficits de água durante o período vegetativo (1) e o de maturação (4). A maior diminuição do rendimento pode ocorrer nos períodos de floração e formação de grãos. Esses períodos são também os mais sensíveis a deficiência de água, para a cultura do feijão (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

Considerando o sistema solo-planta-atmosfera, a deficiência de água pode ser quantificada pelo número de dias sob *stress* (DALE & SHAW, 1965a) ou pela relação entre a evapotranspiração real E_{Tr} e evapotranspiração máxima E_{Tm} . Os valores de E_{Tr} e E_{Tm} podem ser quantificados para a maioria das culturas e diferentes condições climáticas (DOORENBOS & KASSAM, 1979). Segundo TANNER (1968), o déficit de água na planta expresso por E_{Tr}/E_{Tm} é uma medida da resistência do continuum solo-planta-atmosfera ao transporte de vapor d'água.

Quando o suprimento de água não atende as necessidades da cultura, ou seja $E_{Tr} < E_{Tm}$, as respostas aos déficits variam de cultura para cultura. Em algumas culturas observa-se um aumento da eficiência de uso da água, em outras (o milho por exemplo), a eficiência diminui com o aumento do déficit de água (DOORENBOS & KASSAM, 1979).

Para comparar rendimentos em diferentes condições de déficits, DOORENBOS & KASSAM (1979) & BEGG & TURNER (1976) recomendam o uso de coeficiente de rendimento ou a eficiência de uso da água respectivamente.

A cultura do milho, apesar de ser tida como exigente em água (500 a 800 mm), é uma das culturas mais eficientes no uso da água, isto é, produz um grande acúmulo de matéria seca por unidade de água absorvida (REICHARDT, 1987).

De acordo com BOUCHET *et alii* (1963), qualquer variação na pressão de turgescência das células em virtude

do desequilíbrio entre a oferta e a demanda (ETo) de água das plantas, ocasiona uma redução na quantidade de matéria seca produzida pela cultura. O aumento do rendimento desejado pode ser obtido controlando-se a demanda atmosférica ou aumentando a oferta.

2.7. Irrigação

Obviamente a maneira mais usual de se corrigir as deficiências de água no solo e evitar o *stress* de água é por irrigação (MENGEL & KIRKBY, 1982). Assim, para evitar problemas de *stress* de água, deve-se sempre irrigar quando o potencial da água no solo atinge valores próximos de 3 atm (REICHARDT, 1987).

É bom lembrar que a irrigação artificial deve ser vista apenas como alternativa para não permitir que a cultura sofra *stress* de água em dada fase crítica (WINTER, 1976).

De acordo com PADURARIU *et alii* (1969), o potencial de água na folha durante o período principal de crescimento do milho, não deve ser menor do que -6 bária ($5,9 \times 10^{-3}$ atm) a -7 bária ($6,9 \times 10^{-3}$ atm).

As necessidades de água das culturas diferem entre os estádios de crescimento. O milho, é particularmente sensível ao *stress* de água no estágio de florescimento. Irrigação nesse estágio tem um efeito substancial na produção de grãos em condições onde o suprimento de água no solo é escasso (MENGEL & KIRKBY, 1982 e REICHARDT, 1987).

De acordo com JACKSON (1977) e DOORENBOS & KASSAM (1979), os estádios de crescimento mais sensíveis à déficits de água, nos cereais, são o florescimento e a formação de órgãos reprodutores.

Quase todos os projetos de irrigação desenvolvidos no Brasil são dimensionados em termos de irrigação total, ou seja, logrando suprir toda a demanda de água da cultura, sem levar em conta a precipitação pluvial. Entretanto, isso é válido para regiões áridas e semiáridas, como é o caso de algumas regiões do nordeste. Para regiões úmidas e semi-úmidas, tal prática resulta num superdimensionamento dos sistemas de irrigação.

JENSEN (1974), propõe um modelo que utiliza a precipitação pluvial efetiva, no nível de probabilidade desejado, e a evapotranspiração de referência, também para um nível de probabilidade fixado, para dimensionar sistemas de irrigação.

De acordo com SAAD & SCALOPPI (1988b), a grande variabilidade dos parâmetros meteorológicos durante o período de máxima exigência de água das culturas irrigadas, ocasiona considerável dispersão dos valores calculados da evapotranspiração, sugerindo uma análise de distribuição de probabilidade dos valores estimados, para fins de dimensionamento de sistemas de irrigação.

Depreende-se da análise dos textos consultados, a necessidade de mais pesquisas sobre um melhor conhecimento da ação dos atributos do clima e solo, incluindo-se

o fator externo água, a fim de desenvolver a cultura escolhida, explorando os recursos locais existentes da forma mais eficiente e portanto, da maneira mais lucrativa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da região

3.1.1. Dados de precipitação

Foram utilizados dados de precipitação pluvial diária de três localidades do Norte do Estado do Espírito Santo. As coordenadas locais e número de anos das séries estudadas estão reunidas na Tabela 3.1. Essas observações foram obtidas do banco de dados da Divisão de Controle de Recursos Hídricos do D.N.A.E.E. do Ministério das Minas e Energia.

Tabela 3.1 - Localidades estudadas com suas respectivas coordenadas geográficas e período de observações.

NOME DA ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PERÍODO
Est. 1 = Barra seca (São Mateus)	18°58' S	40°09' W	80m	1947/77
Est. 2 = Alegria (Boa Esperança)	18°31' S	40°19' W	180m	1947/84
Est. 3 = B. S. Francisco (Sede)	18°45' S	40°53' W	191m	1947/88

3.1.2. Solos

Os grandes grupos de solos predominantes nas três regiões estudadas, obtidos através da carta de levantamento e reconhecimento dos solos do Espírito Santo, da Divisão de Pesquisas Pedológicas do Ministério da Agricultura, estão apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Solos considerados nas três regiões.

LOCAL	S O L O
Est. 1 - Barra Seca (São Mateus)	PV4 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrupto A proeminente e moderado, textura arenosa/ argilosa fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado (platôs litorâneos).
Est. 2 - Alegria (Boa Esperança)	LVd11 - LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO coeso A moderado, textura argilosa fase floresta subperenifólia, relevo plano e suave ondulado (platôs litorâneos).
Est. 3 - B.S. Francisco (Sede)	LVd5 - LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado, textura argilosa fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.
	PV3 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO A moderado, textura argilosa fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso.

3.1.3. Culturas

As culturas estudadas no presente trabalho foram o milho (*Zea mays*, L.) e o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), considerando-se as três localidades.

O plantio do feijão nessa região, em condições de precipitação natural, é feito nos meses de setembro-outubro (1ª safra) e janeiro-fevereiro (2ª safra), sendo a colheita efetuada 85 a 95 dias após o plantio. Em condições de irrigação, o plantio é feito nos meses de março-abril e nos meses de inverno (junho-julho), fazendo-se a colheita 80 a 100 dias após o plantio, dependendo da variedade. Todavia, a produção com irrigação é significativa apenas na região de São Mateus.

O milho é semeado nos meses de setembro, outubro ou novembro (única safra), em condições naturais, realizando-se a colheita 120 dias após o plantio, conforme Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Dados de produção e épocas de plantio relativos às culturas estudadas.

REGIÃO	CULTURA	ÉPOCA DE PLANTIO (Meses)	COLHEITA (Dias)	PRODUÇÃO (ton)	RENDIMENTO (kg/ha)
Est. 1 (São Mateus)	FEIJÃO	Set. Out. (1ª safra)	85-95	1.386	660
		Jan. Fev. (2ª safra)	85-95	475	930
		A partir de março (3ª safra)*	80-100	375	1.500
	MILHO	Set. Out. Nov. (única safra)	120	672	1.680
Est. 2 (Boa Esperança)	FEIJÃO	Set. Out. (1ª safra)	85-95	120	400
		Jan. Fev. (2ª safra)	85-95	Insign.	Insign.
		A partir de março (3ª safra)*	80-100	-	-
	MILHO	Set. Out. Nov. (única safra)	120	450	1.500
Est. 3 (B. São Francisco)	FEIJÃO	Set. Out. (1ª safra)	85-95	540	300
		Jan. Fev. (2ª safra)	85-95	150	300
		A partir de março (3ª safra)*	80-100	-	-
	MILHO	Set. Out. Nov. (única safra)	120	2.250	750

FONTE: EMATER, ES (1990).

* Plantio feito só com irrigação.

3.2. Estimação da evapotranspiração de referência (ET_o)

Para estimar a ET_o média diária foi usada a ET_o média mensal ajustada ao método de Penman (mm/dia) para as três estações conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Evapotranspiração de referência média mensal diária para as três estações (mm/dia).

MÊS	ESTAÇÃO 1	ESTAÇÃO 2	ESTAÇÃO 3
Janeiro	5.26	5.45	5.35
Fevereiro	5.07	5.30	5.18
Março	4.56	4.75	4.01
Abril	3.57	3.75	3.26
Maio	2.62	2.75	2.17
Junho	2.18	2.25	1.89
Julho	2.63	2.69	2.43
Agosto	2.90	2.98	2.89
Setembro	3.50	3.62	3.32
Outubro	4.18	4.39	4.06
Novembro	4.60	4.84	4.48
Dezembro	4.93	5.19	4.82

FONTE: SCARDUA *et alii* (1984).

As equações da ET_o mensal estimada em função dos meses, para facilidades computacionais, foram as seguintes:

Estação 1

$$ET_o = 6.2506 - 0.6782\text{mês} - 7.1509\text{semestre} + 1.1720\text{mês*semestre}$$

$$R^2 = 97.09\%$$

Estação 2

$$ET_o = 6.5066 - 0.7042\text{mês} - 7.6714\text{semestre} + 1.2428\text{mês*semestre}$$

$$R^2 = 96.93\%$$

Estação 3

$$ETo = 6.3513 - 0.7737\text{mês} - 7.4238\text{semestre} + 1.2725\text{mês*semestre}$$

$$R2 = 97.58\%$$

A variável semestre assume valores 0 e 1 conforme seja primeiro ou segundo. Mês assume valores (1, 2, ..., 12).

Para estimar a ETo diária a variável mês foi substituída por $[(\text{mês}-1) + (\text{dia do mês})]/(\text{número de dias do mês})$, sendo que número de dias do mês é igual a:

31 se mês = 1, 3, 5, 7, 8, 10 ou 12

30 se mês = 4, 6, 9, 11

29 se mês = 2

28 se mês = 2 e ano = 1948, 1952, 1956, 1960,

1964, 1968, 1972,

1976, 1980, 1988.

3.3. Armazenamento e água disponível

Devido à grande variabilidade das características e propriedades do sistema solo-planta-atmosfera e, diferentes interações entre esses atributos, bem como a variação da profundidade de exploração das raízes durante o estabelecimento e desenvolvimento das culturas, adotou-se como representativo da região estudada 3 níveis de armazenamento máximo: 40, 60 e 80 mm. Considerou-se pelas mesmas razões

expostas acima, como água disponível para as plantas o teor de água no solo submetido a valores de potencial matricial variando de 0,33 a 15 atmosferas.

Para calcular a variação do armazenamento em função da precipitação e da evapotranspiração de referência ETo foi utilizado o modelo matemático preconizado por THORNTHWAITE & MATHER (1955) e equacionado por CAMPELO JÚNIOR (1985), apresentado à seguir:

$$ARM = CAD \times e^{-\frac{1}{CAD} \sum (P - ETo)}$$

onde:

ARM = Armazenamento Calculado (mm);

CAD = Armazenamento Máximo ou Capacidade de Água Disponível (mm);

P = Precipitação (mm);

ETo = Evapotranspiração de Referência (mm);

e = 2,718 (Base do Logarítmo Neperiano).

3.4. Balanço de água diário no solo

A partir dos valores diários de ETo juntamente com os valores diários de Precipitação calculou-se o balanço de água no solo seguindo a recomendação de THORNTHWAITE & MATHER (1955), ajustado por CAMPELO JÚNIOR (1985). Os cálculos foram feitos para cada um dos valores de CAD: 40, 60 e 80 mm. Para tanto, foi desenvolvido um programa em linguagem Pascal conforme Apêndice 1.

3.5. Distribuição de probabilidade do déficit^{*1} de água no solo

Os valores dos déficits de água no solo expressos em % e mm correspondentes às localidades estudadas, foram resumidos em tabelas de frequências com 10 classes de mesmo comprimento.

Na tabela de frequências foi determinado para cada classe:

- a frequência relativa percentual da classe;
- a frequência relativa acumulada percentual;
- o tempo de retorno em anos (inverso da frequência acumulada);
- o índice de risco (100 - frequência relativa acumulada).

Posteriormente, aos níveis de probabilidade percentuais de 40, 60, 75 e 80%, foram calculados os déficits correspondentes.

Todos os cálculos necessários foram feitos usando-se o pacote de análise estatística "Statistical Analysis System" (SAS), exceto o cálculo do balanço hídrico diário que foi feito usando-se um programa construído em linguagem Pascal.

A partir desse raciocínio, considerando-se as frequências esperadas de 40, 60, 75 e 80%, determinou-se os níveis máximos e mínimos de déficits de água no solo.

$$(*) = D\% = \left[1 - \frac{ETc}{ETm} \right] \times 100$$

3.6. Coeficiente de cultura K_c

Para a maioria das culturas o valor de K_c para o período vegetativo total está entre 0,85 e 0,9. DOORENBOS & KASSAM *et alii* (1979), recomendam valores de K_c igual a 1 para os períodos de florescimento e formação da produção. Neste trabalho foi adotado um coeficiente de cultura K_c médio igual a 1 para todo o ciclo da cultura, de sorte que a evapotranspiração máxima ET_m igualizou-se à evapotranspiração de referência ET_o .

Entretanto, na escolha das melhores épocas de plantio e avaliação das necessidades de água de irrigação, os valores de K_c dos diferentes estádios de desenvolvimento foram considerados, corrigindo-se assim, os déficits hídricos para K_c diferentes de 1.

Para tal, utilizou-se do modelo a seguir:

$$D' = D - ET_o(1 - K_c)$$

onde:

D' = déficit (mm) para qualquer valor de K_c ;

D = déficit (mm) obtido para $K_c = 1$;

ET_o = evapotranspiração de referência do período (mm);

K_c = coeficiente de cultura.

Em seguida, calculou-se o déficit (%) dividindo-se D' pela demanda do período considerado.

3.7. Déficit de produção

A partir dos dados de ETa e evapotranspiração máxima resultantes do cálculo do balanço hídrico, calculou-se o déficit de produção segundo o modelo de DOORENBOS e KASSAM (1979), descrito a seguir:

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right)$$

onde:

$1 - \frac{Y_a}{Y_m}$ = déficit de produção relativo, em que Y_a se refere à produção obtida e Y_m à produção esperada ou ideal;

K_y = fator que quantifica a variação (queda) da produção em relação ao *stress* de água na planta devido ao déficit de água no solo. O valor de K_y é obtido pressupondo que a variação do déficit de produção em função do déficit de água no solo seja linear e válido para deficiência de água até 50%;

$1 - \frac{ET_a}{ET_m}$ = déficit hídrico relativo, em que ET_a se refere à evapotranspiração real e ET_m à evapotranspiração máxima.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação de épocas de plantio para as culturas do milho (CAD = 60mm) e do feijão (CAD = 40mm), considerando-se as três localidades

Os resultados relativos aos déficits (mm e %), valores diários e mensais, calculados aos níveis de 40, 60, 75 e 80% de probabilidade, considerando-se os armazenamentos máximos de 40, 60 e 80 mm, representativos das três localidades, estão apresentados na Tabela 1 do Apêndice 2. Esses cálculos foram feitos para um valor de K_c igual a 1 e constante ao longo do ciclo da cultura.

A partir desses dados, procedeu-se ao cálculo da demanda de água pela cultura do milho (CAD = 60 mm) em função da variação do K_c nas diferentes fases da planta, conforme procedimento descrito na pág. 34. Os resultados provenientes desses cálculos estão arrolados na Tabela 2 do Apêndice 2.

A Tabela 3 do Apêndice 2, com base nos dados da Tabela 2, mostra uma simulação de épocas de plantio para a cultura do milho, na região de São Mateus, em função da ocorrência de déficits (%) nas fases de florescimento e

formação da produção da planta e as perdas de produção correspondentes.

Através desses resultados, adotando-se como critério para escolha de épocas de plantio, o florescimento, pode-se sugerir ao nível de 80% de probabilidade, para a localidade estudada em condições sem irrigação, o mês de outubro seguido do mês de setembro como as melhores épocas de plantio, uma vez que a ocorrência de déficits na fase de florescimento relativa a esses meses foi de 54% e 56%, respectivamente. Considerando-se que o fator K_y , que quantifica a resposta da planta à deficiência de água, preconizado por DOORENBOS & KASSAM (1979), é de 1,5, os decréscimos máximos de produção decorrentes são iguais a 81% para o mês de outubro e 84% para o mês de setembro, com relação ao valor da produção potencial. Esses valores representam, respectivamente, produções mínimas esperadas de 19% e 16% da produção potencial para aquelas épocas de plantio.

Em contrapartida, o plantio nos meses de novembro e dezembro deve ser questionado, pelo fato de que os decréscimos de produção decorrentes da ocorrência de déficits máximos de 75% e 80% na fase de florescimento, terem sido de 100% da produção potencial, o que ocasionaria estimativas de produções mínimas iguais a zero.

Não obstante, tendo em vista que os valores de K_y foram obtidos experimentalmente, acredita-se que a avaliação do efeito do stress de água na planta através do coeficiente K_y , mesmo acima do seu limite de definição, para

escolha de épocas de plantio mais favoráveis pode ser apreciada, admitindo-se que seja possível a obtenção de estimativas desse parâmetro para valores de déficits maiores que 50% (conforme obtidos neste trabalho).

Por outro lado, admitindo-se que o déficit de 54% (plantio em outubro) ao invés de ocorrer na floração, ocorra no estágio de formação de grão, o decréscimo de produção resultante seria de 27% do valor da produção potencial, três vezes menos portanto, quando comparado com o estágio de florescimento pois, o fator K_y para aquele período é de 0,5. A produção mínima esperada, neste caso, seria de 73% em referência ao valor potencial.

Todavia, as épocas de plantio menos favoráveis para São Mateus (Tabela 3, Apêndice 2), para essa fase do ciclo (formação de grão) são os meses de setembro e novembro, implicando perdas de produção de 28% e 37,5%, respectivamente, supondo-se que os déficits de 56% (plantio em setembro) e 75% (plantio em novembro), ocorram na fase de formação de grão ($K_y = 0,5$), ao invés de ocorrerem no florescimento. As produções mínimas esperadas para esses meses são de 72% e 62,5% da produção potencial.

Entretanto, deve-se optar pela fase de florescimento da cultura como critério de escolha de épocas de plantio, devido à maior sensibilidade dessa fase do ciclo da planta à deficiência de água no solo, bem como a sua menor duração (20 dias) quando comparada à fase de formação de grãos, que dura em média 40 dias.

Por outro lado, como os valores dos déficits na fase de florescimento relativos aos meses de setembro e outubro de 56% e 54%, respectivamente, praticamente se coincidem, deve se observar as diferenças entre os déficits correspondentes na fase de formação da produção. Neste caso, apesar da maior tolerância da planta com relação a déficits durante esta fase de crescimento ($K_y = 0,5$), mas considerando-se as diferenças marcantes entre os déficits ocorridos nessa fase do ciclo (45% e 71%), relativos aos meses em questão, pode se transferir o plantio para setembro (45%).

A Tabela 4 do Apêndice 2 mostra as probabilidades de ocorrência de déficits (%) de água no solo em função das classes de deficiências (10, 20, ..., 100%) para cada CAD e mês fixados, considerando-se as três localidades.

Com base nesses resultados, adotando-se o modelo citado, um déficit máximo de 40% durante a fase de florescimento da cultura do milho ($K_y = 1,5$) que ocasiona uma queda de produção de até 60%, tem uma probabilidade de ocorrência de 51,5%, no mês de janeiro, na região de São Mateus (Est. 1).

Dessa maneira, a probabilidade de ocorrer uma queda na produção de até 60%, devido a um déficit de água no solo durante a fase de florescimento da cultura do milho (CAD = 60 mm) de, no máximo 40%, é de 51,5%. Isso quer dizer que no intervalo de 2 anos, em média, pelo menos em 1 ano ocorrerá uma produção mínima de 40%.

Depreende-se dessa avaliação, que é possível determinar as melhores épocas de plantio em função das probabilidades de ocorrência de déficits hídricos ao longo dos meses durante a fase de florescimento das culturas, conforme ilustram as Tabelas 5 e 6 do Apêndice 2.

Para a cultura do feijão (CAD = 40 mm) - Tabela 6 do Apêndice 2, o déficit hídrico de referência utilizado foi de 50%, com decréscimo de produção de até 55%. A produção mínima esperada é de 45%, com relação à produção potencial.

Deve-se acrescentar que este critério de avaliação de épocas de plantio é mais justificável em relação aquele que se baseia em níveis fixos de probabilidades (no caso 80%), uma vez que os déficits calculados ao nível de 80%, por exemplo, na maioria das vezes estão acima de 50%, o que foge às restrições impostas quanto à utilização do modelo preconizado por DOORENBOS & KASSAM (1979).

Deve-se ressaltar que o uso da precipitação média em programações agrícolas ou de qualquer outra natureza pode não ser o melhor parâmetro, devido à assimetria na distribuição de frequência de chuvas (BURCHINAL & DICKERSON, 1961 e CASTRO *et alii*, 1981).

Mas, o teorema do limite central estabelece que a distribuição dos valores médios de um número suficiente de observações de qualquer população tende a se aproximar de uma distribuição normal.

De maneira que os valores médios das várias deficiências de água no solo seguem uma distribuição normal, sendo também possível o emprego de tal procedimento, na avaliação de épocas de plantio.

A Tabela 7 do Apêndice 2 mostra uma simulação de plantio de milho com base nos valores médios dos déficits, considerando os meses do ano mais favoráveis ao plantio na região de São Mateus e os estádios de floração e formação de grão da cultura.

Tomando-se por base a fase de florescimento, os resultados são favoráveis ao plantio no mês de outubro, em condições naturais de precipitação, para a região, com queda de produção de 52% e, produção média esperada correspondente de 48%, com relação ao valor potencial. Em seguida, o mês de setembro com queda de produção de 54% (em média), e produção média esperada correspondente de 46% e por último os meses de novembro e dezembro com decréscimos de produção de 73% e 78%, respectivamente e produções médias correspondentes esperadas de 27% e 22%, sendo portanto, as épocas menos favoráveis ao plantio.

Todavia, devido ao fato dos valores dos déficits durante essa fase do ciclo serem praticamente da mesma magnitude, deve-se observar os déficits referentes à fase de enchimento de grãos. Nestas circunstâncias, um déficit médio de 22% em setembro ocasiona uma queda de produção de 11%, menor, em relação a um déficit de 38% durante o mês de outubro, com queda de produção de 19%. As produções médias

esperadas são de 89% (setembro) e 81% (outubro) da produção potencial. Obviamente, estas evidências permitem sugerir o mês de setembro como o mais favorável ao plantio de milho, na região.

Para as localidades de Boa Esperança (Tabela 7.1 do Apêndice 2) e de Barra de São Francisco (Tabela 7.2 do apêndice 2), o plantio, com base nos valores médios, deve ser feito no mês de outubro, porque as diferenças com relação à queda de produção em decorrência de déficits durante a fase de florescimento foram bastante significativas. Essas diferenças são maiores para Boa Esperança - 61% no mês de outubro em relação a 70% no mês de setembro.

Deve-se observar também, que a ocorrência de déficit hídrico menor que 50%, durante as fases críticas da cultura, proporciona estimativas (médias) mais confiáveis de produção, sendo um elemento favorável quanto à adoção do critério de avaliação de épocas de plantio que se baseia nos valores médios totais.

No entanto, esses resultados, para outros propósitos que serão analisados posteriormente, devem ser vistos com certa cautela, pelo fato de não se poder precisar o grau de confiabilidade dos mesmos, quando comparados com aqueles obtidos com um nível de probabilidade pré-fixado.

Nesse contexto, deve-se considerar que o cálculo do balanço hídrico mensal como costumeiramente é feito, em função dos totais médios mensais (valores normais), deve ser questionado, em virtude desses dados não terem distri-

buição normal, devendo ser substituído pelo balanço hídrico diário com posterior cálculo dos valores médios mensais, os quais passam a ter distribuição normal.

Além do mais, os dados normais não caracterizam com o rigor necessário a distribuição dos déficits ao longo do período considerado, podendo, não raramente, delimitar períodos que não apresentam deficiência de água no solo, não refletindo então, a distribuição real dos déficits no período.

Pelos resultados apresentados nas Tabelas 3.1 e 3.2 do Apêndice 2 (déficit ao nível de 80% de probabilidade), deduz-se que o mês de outubro é também o mais favorável ao plantio de milho, nas regiões de Boa Esperança e Barra de São Francisco.

Quanto ao plantio de feijão (CAD = 40 mm), Tabelas 8, 8.1 e 8.2 do Apêndice 2 (ao nível de 80% de probabilidade), o plantio em São Mateus, relativo a 1ª safra (setembro-outubro), deve ser no mês de outubro, enquanto que, para as outras 2 regiões, pode ser em outubro ou novembro, uma vez que as deficiências hídricas durante as fases de florescimento e formação de grão praticamente se coincidiram.

Para as regiões de São Mateus e B. São Francisco, o plantio relativo a 2ª safra (janeiro-fevereiro), pode ser feito em janeiro ou fevereiro, enquanto que, na região de Boa Esperança, o plantio deve ser feito no mês de fevereiro.

Quanto à 3ª safra (março-abril), plantio com irrigação, será analisada posteriormente, quando forem tratados os problemas relacionados à irrigação.

Analisando-se os resultados apresentados nas Tabelas 9, 9.1 e 9.2 do Apêndice 2, os quais ilustram uma simulação de plantio de feijão, com base nos valores médios das deficiências de água no solo, durante os estádios de florescimento e enchimento de grãos, para as três localidades consideradas, deduz-se que as épocas de plantio mais favoráveis à cultura, avaliadas por este método coincidem com aquelas indicadas utilizando-se níveis de probabilidade pré-estabelecidos.

4.2. Avaliação das necessidades de água através da irrigação suplementar

Admitindo-se que a irrigação seja viável economicamente, os déficits de água no solo poderão ser anulados através de lâminas de água equivalentes a esses déficits, de modo que, incrementos de produção correspondentes aos decréscimos de produção causados pelos respectivos déficits, poderão ser obtidos.

A irrigação complementar ou suplementar, como o próprio nome indica, visa complementar a precipitação insuficiente, de modo a atender as necessidades hídricas da cultura.

A Tabela 1 do Apêndice 3 mostra os valores do déficit hídrico ao nível de 80% de probabilidade, os valores médios mensais diários e os valores máximos diários, assim como as necessidades de água em m^3/ha de área plantada equivalentes aos valores dos déficits respectivos, correspondentes às irrigações suplementares, considerando as CAD de 40mm e 60mm, para a localidade de São Mateus.

Deve-se informar que esses dados foram obtidos para valores de K_c igual a 1, ou seja, admitindo-se que a evapotranspiração máxima seja igual à evapotranspiração de referência, procedimento esse que vem sendo adotado por muitos pesquisadores, devido a simplificação nos cálculos do balanço hídrico, conforme se deduz em BRAGA (1982) e CARAMORI & FARIA (1978b).

Todavia, isso não implica a impossibilidade de se considerar as diferenças existentes entre as distintas fases do ciclo da cultura, com relação à demanda atmosférica, conforme será visto posteriormente. As diferentes demandas de água pelas plantas durante a estação de crescimento podem ser quantificadas levando-se em conta os coeficientes de cultura correspondentes. Neste caso, a quantidade de água para fins de irrigação suplementar (m^3/ha de área plantada), é determinada pela soma das quantidades de água exigidas pela cultura, nas diferentes fases, ponderando-se os níveis de risco adotados.

4.3. Dimensionamento do sistema de irrigação

Uma vez que as necessidades de água (m^3/ha de área plantada por ciclo) para fins de irrigação foram calculadas, pode-se dimensionar o sistema de irrigação para atender as necessidades hídricas da planta, corrigindo-se assim, a precipitação insuficiente no período.

Entretanto, há um consenso por parte dos pesquisadores, entre os quais WINTER (1976), de que a irrigação suplementar deve ser vista apenas como alternativa para impedir que a cultura sofra *stress* de água em dada fase crítica.

Assim sendo, o dimensionamento do equipamento do sistema de irrigação deve ser projetado com base nesses períodos de desenvolvimento da cultura, para garantir o fornecimento de água para a planta durante essas fases críticas. Como foi dito em páginas anteriores, as fases mais sensíveis a déficits de água no solo, para os cereais, são as fases de florescimento e formação de grãos.

Tendo em vista os resultados ilustrados na Tabela 1 do Apêndice 3, que mostra as necessidades hídricas suplementares equivalentes às deficiências de precipitações ao longo dos meses, na região de São Mateus, pode-se avaliar as lâminas de referências necessárias ao dimensionamento do sistema de irrigação para suprir as necessidades de água das culturas, admitindo-se um coeficiente de cultura igual a 1 e constante durante o ciclo.

Para a região em questão, admitindo-se que o déficit hídrico seja o único fator limitante em termos de avaliação de épocas de plantio e, considerando-se os armazenamentos máximos de 40 mm e 60 mm, valores esses representativos da maioria das culturas de ciclo curto, as lâminas suplementares de referências são de $1490 \text{ m}^3/\text{ha}$ (CAD = 40 mm) e de $1300 \text{ m}^3/\text{ha}$ (CAD = 60 mm), correspondentes aos déficits calculados ao nível de 80% de probabilidade relativos ao mês de janeiro. Obviamente, esses valores referenciais dizem respeito à hipótese de se efetuar o plantio em todos os meses do ano.

Em se tratando das regiões de Boa Esperança e Barra de São Francisco (Tabelas 1.1 e 1.2 do Apêndice 3), o dimensionamento do equipamento deve basear-se nas lâminas de referência de $1.610 \text{ m}^3/\text{ha}$ e $1.435 \text{ m}^3/\text{ha}$, respectivamente, correspondentes ao mês de janeiro, supondo-se as mesmas considerações anteriores.

Os resultados apresentados no Apêndice 4, relativos ao plantio de feijão e milho, de janeiro a dezembro, considerando-se o coeficiente de cultura variável ao longo do ciclo, indicam as lâminas suplementares (déficits máximos) necessárias a atender às solicitações climáticas nos diferentes estádios de crescimento da planta, bem como as lâminas suplementares de referências correspondentes ao período de floração, necessárias ao dimensionamento do sistema de irrigação.

Desse modo, as lâminas suplementares (déficits máximos) de referências para se dimensionar o sistema de irrigação para atender as exigências em água das culturas de milho e feijão (Tabelas 1 e 2), na região de São Mateus, são de $1.665\text{m}^3/\text{ha}$ e $1.857\text{ m}^3/\text{ha}$ de área plantada (floração), respectivamente. O mês correspondente à essas lâminas suplementares são novembro (milho) e dezembro (feijão).

Havendo implicações de ordem econômica ou limitação dos recursos mananciais de água, possibilitando a condução das culturas em apenas 2 meses do ano, como por exemplo, junho e julho, os déficits (irrigações suplementares) de referências correspondentes à floração, neste caso, são de $1.040\text{ m}^3/\text{ha}$ (Tabela 1) e $890\text{ m}^3/\text{ha}$ (Tabela 2) de área plantada, para São Mateus, considerando-se o milho e o feijão, respectivamente.

Para a região de Boa Esperança (Tabelas 3 e 4 do Apêndice 4), com o plantio do milho e feijão sendo efetuado durante todo o ano, as lâminas suplementares de referências são de $1.810\text{ m}^3/\text{ha}$ (Tabela 3) - novembro - e $1.990\text{ m}^3/\text{ha}$ (Tabela 4) - dezembro, relativas a fase de florescimento, respectivamente.

Para Barra de São Francisco (Tabelas 5 e 6 do Apêndice 4), nas mesmas condições, as lâminas de referências são de $1.800\text{ m}^3/\text{ha}$ (novembro) e $1.980\text{ m}^3/\text{ha}$ (dezembro), respectivamente.

Com relação ao dimensionamento do equipamento de irrigação, levando-se em conta a rotação de culturas, a

lâmina de referência deve ser aquela correspondente ao maior valor de déficit de água no solo durante a fase de floração, relativo à cultura em questão. Neste caso, para a região de São Mateus (Tabelas 1, 2 do Apêndice 4), a lâmina de referência para se dimensionar o equipamento de irrigação para suprir as necessidades de água das culturas do milho e feijão, é de 185,7 mm (1857 m³/ha de área plantada).

Um detalhe que deve ser apreciado com relação a esses resultados diz respeito aos métodos de determinação do teor de água no solo. Ratificando o que foi dito anteriormente, a determinação dos déficits hídricos através de curvas de distribuição de probabilidades mostra-se mais eficiente em comparação com o método que utiliza os totais médios diários, uma vez que, a um nível de risco desejado os déficits de água no solo são computados de maneira acumulativa, o que possibilita avaliar melhor a distribuição real do teor de água no solo.

Entretanto, deve-se observar que apesar dos valores médios obtidos do cálculo do balanço hídrico diário serem menos representativos das condições reais das quantidades de água no solo, quando comparado à técnica que agrupa os déficits em classes, aqueles se aproximam mais da distribuição real do teor de água no solo em relação aos resultados obtidos utilizando-se os totais médios mensais (normais) de precipitação e evapotranspiração potencial, devendo portanto, o método do balanço hídrico mensal ser preterido em relação ao método do balanço hídrico diário.

O que se depreende das considerações pertinentes às necessidades de água pelas culturas equivalentes às lâminas de irrigações suplementares, bem como os parâmetros necessários ao dimensionamento de equipamentos de irrigação, é o fato de se considerar todas as fases da planta ou apenas a sua fase mais crítica com relação à demanda de água. A escolha de uma ou de outra alternativa depende dos recursos hídricos disponíveis, assim como das condições econômicas do produtor.

4.4. Considerações Finais

Devido à variação natural da precipitação e conseqüentemente à variação do déficit de água no solo no decurso do tempo, esses eventos devem ser estudados em termos de probabilidade de ocorrência e período de recorrência ou tempo de retorno.

Ao se fixar o nível de 80% de probabilidade de ocorrência de déficit hídrico (D), $P(D \leq x) = 80\%$, ou seja, um tempo de recorrência $\left\{ \frac{1}{P} \right\}$ igual a 1,25 anos, o risco assumido ao se esperar que dentro desse período não ocorrerá nenhum déficit maior que D , é de 20%.

Assim, reportando-se aos resultados ilustrados na Tabela 3, Apêndice 2, um déficit máximo de 56% ($D \leq 56\%$), na floração, plantio em setembro, tem uma probabilidade de ocorrência de 80%, o quer dizer, que de cada 10 anos da série estudada, em 8 anos (em média), o déficit $D \leq 56\%$ poderá

ocorrer, mas não necessariamente com o valor de 56%. A probabilidade de não ocorrer (risco = $1 - P$) nenhum déficit maior que 56%, no intervalo de tempo considerado (1,25 anos), é de 20%.

Entende-se que essas observações, quanto à magnitude dos déficits de água no solo, são importantes uma vez que, não raramente, os resultados podem sugerir interpretações equívocas, podendo até mesmo configurar as regiões estudadas como áreas inadequadas ou inviáveis do ponto de vista agrícola.

Para propósito de irrigação (dimensionamento de equipamento), deve-se avaliar os custos do projeto em função do tempo de recorrência. Obviamente, à medida que aumenta o tempo de recorrência $\left[\frac{1}{P} \right]$, diminuem os custos. Em Contrapartida, o risco ($1 - P$) das necessidades hídricas das plantas serem subestimadas, aumenta.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as análises decorrentes do balanço hídrico seriado diário, conduzido em função dos dados climáticos diários das regiões de Barra de São Francisco (Latitude: 18°45'; Longitude: 40°53'; Altitude: 191m), Boa Esperança (Latitude, 18°31'; Longitude: 40°19'; Altitude: 180 m) e São Mateus (Latitude 18°58'; Longitude: 40°09'; Altitude: 80 m), pode-se concluir que:

Para as regiões estudadas é possível estimar-se em função dos déficits hídricos ocorrentes a determinado nível de risco as seguintes proposições:

- 1) A melhor época de plantio em condições sem irrigação:
 - a) Para cultura de ciclo de 4 meses, setembro, na região de São Mateus e outubro, na região de Boa Esperança e de Barra de São Francisco;
 - b) Para cultura de ciclo de 3 meses, outubro (1ª safra), na região de São Mateus, e outubro ou novembro, nas regiões de Boa Esperança e de Barra de São Francisco, fevereiro (2ª safra), na região de Boa Esperança e janeiro ou fevereiro, nas regiões de São Mateus e de Barra de São Francisco.

- 2) A produção mínima esperada com relação ao valor potencial, em condições sem irrigação.
- 3) A produção média esperada em condições sem irrigação.
- 4) Os recursos hídricos necessários para fins de irrigação complementar por cada ciclo (m^3/ha de área plantada), em diferentes épocas de plantio, a diferentes níveis de risco $(1-P)$.
- 5) Parâmetros para dimensionamento dos equipamentos de irrigação por hectare de área plantada, a diferentes níveis de risco $(1-P)$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, E.; HSIAO, T.C. & HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to exchanges in water status. *Plant Physiol.*, **48**: 631-636, 1971.

ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de.; CHIAVEGATTO, O.M.D.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. & BRUNINI, O. Simulação de épocas de plantio baseadas no atendimento da demanda hídrica para culturas de soja, milho e arroz de sequeiro no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, Maceió, 1989. Anais. Maceió, INPE/SBA/UFAL, 1989. p.34-8.

ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de.; CHIAVEGATTO, O.M.D.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. & BRUNINI, O. Níveis de probabilidade de seca, como subsídio à irrigação no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, Maceió, 1989. Anais. Maceió, INPE/SBA/UFAL, 1989. p.34-8.

AMIR, I.; ARNOL, J.B. & BILANSKI, W.K. A procedure for determining probabilities of dry and wet days. *Canadian Agricultural Engineering*, Ottawa, **19**: 2-5, 1977.

ASSESSORIA DE PLANEJAMENTO/ASPLAN, SÃO PAULO. Plano de Diversificação e Desenvolvimento Agrícola do Estado do Espírito Santo. S.1. 1968. (Estudos para o Desenvolvimento Econômico do Estado do Espírito Santo).

- BEGG, J.E. & TURNER, N.C. Crop water deficits. *Advances in Agronomy*, 28: 161-217. 1976.
- BELL, O.T.; KOEPPE, D.E. & MILLER, R.J. The effects of drought stress on respiration of isolated corn mitochondria. *Plant Physiol.*, 48: 413-415. 1971.
- BLUM, A. Evidence for genetic variability in drought resistance and its implications in plant breeding. In: *Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice*. IRRO; Phillipines, p.53-70. 1982.
- BLUMENSTOCK, G. Drought in the United States analysed by means of the theory of probability. *Technical Bulletin of the United States, Department of Agriculture, Washington*, nº 819, 63p. 1942.
- BOUCHET, R.J.; PERCEVAUX, S. de. & ARNOUX, J. Amélioration du rendement des végétaux par abaissement de l'évapotranspiration potentielle. *Ann. Agron.*, 14(5): 825-834. 1963.
- BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn soybean, and sunflower at various leaf potentials. *Plant Physiol.*, 46: 233-235. 1970.
- BRAGA, H.J. Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul do Estado de Santa Catarina. Piracicaba, 1982. 157p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BREVEDAN, E.R. & HODGES, H.F. Effects of moisture deficits on ¹⁴C translocation in corn (*Zea mays* L.). *Plant Physiol.*, 52: 436-439. 1973.

- BRIGGS, L.J. & SHANTZ, L. The wilting coefficient for different plants and its determination. U.S. Dept. Agr. Bur. of Plant Industry. *Bull.* 230. 1912.
- BURCHINAL, J.C. & DICKERSON, W.H. Rainfall probability and its applications. West Virginia University, 1961, 26p. (Agricultural Experiment Station Bulletin, 454D).
- CAMPELO JÚNIOR, J.H. Avaliação da capacidade de extração da água do solo pelo arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) sob diferentes doses de nitrogênio. Piracicaba, 1985. 127p. (Doutor - ESALQ).
- CARAMORI, P.H. & FARIA, R.T. de. Frequência de períodos de 10 dias consecutivos com deficiência hídrica (veranicos) para Londrina e Ponta Grossa. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. Londrina, 1987b. 24p. (IAPAR. Boletim Técnico, 20).
- CARNEIRO SILVA, A.G. Avaliação das características do período de chuvas eficazes para a região sertaneja da Paraíba. Tese de Mestrado - UFPb, Campina Grande, 1983.
- CASTRO, L.L.F. de.; SEDIYAMA, G.C. & GUIDONI, A.L. Probabilidade de precipitação mensal e anual para o Estado do Espírito Santo. Cariacica - ES, EMCAPA, 1981. 84p. (EMCAPA - Boletim Técnico, 7).
- CHANG, C.C. Carbon dioxide in the open atmosphere and in a field of sugarcane at Taiwan. *Research Report.*, 1: 1-18, 1968.
- COWAN, I.R. Transport of water in the soil-plant-atmosphere system. *Journal of Applied Ecology*, 2: 221-239. 1965.

- DALE, R.F. & SHAW, R.H. The climatology of soil moisture atmospheric evaporative demand and resulting moisture stress days for corn at Ames, Yowa. *Journal of Applied Meterology*, 4: 661-668, 1965a.
- DALE, R.F. & SHAW, R.H. Effect on corn yield of moisture stress and stand at two fertility levels. *Agronomy Journal*, 57: 475-479, 1965b.
- DENMEAD, O.T. & SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on development and yield of corn. *Agronomy Journal*, 52: 272-274, 1960.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper nº 24. Roma. 179p. 1977.
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. Yeld response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper nº 33. Roma. 193p. 1979.
- FEITOZA, L.R.; SCARDUA, J.A.; SEDIYAMA, G.C.; OLIVEIRA, L.M. & VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias mensais e anual do Estado do Espírito Santo. *Centro Cien. Rur.*, Santa Maria - RS, 9(3): 279-91, 1979.
- FRIZZONE, J.A. Análise de cinco modelos para cálculo da distribuição e frequência de precipitações na região de Viçosa, MG. Viçosa, 1979. 100p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- GARDNER, W.R. Soil water movement and root adsorption. In: *Plant Environment and Efficient Water Use*. Amer. Soc. Agron. e Soil Science Soc. Amer. p.127-149. 1965.
- GARDNER, W.R. & HILLEL, D.I. The relation of external evaporative conditions to the dryng of soil. *Journal of Geophysical Research*, 67(11): 4319-4325. 1962.

- HOLMES, R.M. Discussion of "A comparison of computed and measured soil moisture under snap beans". *J. Geophys. Res.*, 66: 3620-3622. 1961.
- HSIAO, T.C. Plant response to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24: 519-570. 1973.
- JACKSON, I.J. Climate, water and agriculture in the tropics. Longman Group, 1977. 248p.
- JENSEN, M.E. Consumptive use of water and irrigation water requirements. New York, ASCE, 1974. 215p.
- JENSEN, M.E.; BURMAN, M.E. & ALLEN, R.G., ed. Evapotranspiration and irrigation water requirements. New York, Amer. Soc. of Civil Engin., 1990. 332p.
- KIEHL, E.J. Manual de Edafologia. Relações Solo-Planta. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 263p. 1979.
- LAWRENCE, E.N. Estimation of the frequency of runs of dry days (part I). *Meteorological Magazine*, London, 86(1023): 257-69. 1957.
- LEVITT, J. Response of plants to environmental stress. Academic Press. New York. 697p. 1972.
- MARC, J.J. & PALMER, H. Relationship between water potential and leaf inflorescence initiation in *Helianthus annuus*. *Physiol. Plant*, 36: 101-104. 1976.
- MARLATT, W.E.; HAVENS, A.V.; WILLITS, N.A. & BRILL, G.D. A comparison of computed and measured soil moisture under snap beans. *J. Geophys. Res.*, 66: 535-541. 1961.

- MARQUELLI, W.A. & SEDIYAMA, G.C. Balanço hídrico visando ao máximo a precipitação natural. In: SEDIYAMA, G.C. **Necessidade de água para os cultivos**. Brasília, ABEAS, 1987. p.86-127.
- MEDHI, J. A Markov chain model for the occurrences of dry and wet days. **Indian Journal of Meteorology, Hydrology and Geophysics**, New Delhi, 27(4): 431-5. 1976.
- MENGEL, K. & KIRBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**, IPI. Bern. 655p. 1982.
- MILDE, L.C.E. Estudo da precipitação diária: Regimes Pluviométricos e modelos de distribuição para região cacauzeira do sudeste da Bahia. Tese de Mestrado - UFPb. Campina Grande, 1983.
- MOTA, F.S. da. Análise agroclimatológica das necessidades de irrigação em Pelotas. Rio Grande do Sul. **Ciência e Cultura**, 28(12): 1475-82. 1976.
- MOTA, F.S. da. & AGENDES, M.O. de O. Informação climática para planejamento da irrigação da soja no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6. Anais. Maceió, 1989. p.348-354.
- MOTA, J.F.A.S. da. Informação agroclimática para planejamento da irrigação das pastagens na fronteira Sul e Litoral do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6. Anais. Maceió, 1989. p.89-95.
- ORTOLANI, A.A.; SILVEIRA PINTO, O.H.; PEREIRA, A.R.; ALFONSI, R.R. Parâmetros climáticos e a cafeicultura. São Paulo, IBC, 1970. 20p. (Relatório).

- O'TOOLE, J.C.; OZBUN, J.L. & WALLACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant*, **40**: 111-114. 1977.
- PADURARIU, A.; HOROVITZ, C.T.; PALTINEANU, R. & NEGOMIREANU. On the relationship between soil moisture and osmotic potential in maize and sugar beet plants. *Plant Physiol.*, **22**: 850-860. 1969.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. *Roy Soc. London Proc. Ser. A*, **193**: 120-146, 1948.
- PENMAN, H.L. The dependence of transpiration on weater and soil conditions. *J. Soil Sci.*, **1**: 74-89. 1949.
- PEREIRA, F.A.M.; FONSECA, F. das C.E.; BRITO, R.A.L. & MEDINA, B.F. Prognóstico de chuvas para a região do seridó - RN: Sugestões para o manejo da água na agricultura de sequeiro. Natal, EMPARN, 1984. 42p. (EMPARN. Boletim de Pesquisa, 10).
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 3ª ed. CENA-USP-CNEN. Fundação Cargill. 288p. 1975.
- REICHARDT, K. A água nos sistemas agrícolas. São Paulo, Manole, 1987. 188p.
- ROCHEDO, P.R.C. Aplicação dos dados de chuva efetiva na lavoura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11, Brasília, 1981. Anais. Brasília, Editerra, 1983. p.929-38.
- RUTTER, A.J. The hidrological cycle in vegetation. In: *Vegetation and the Admosphere*. J.L. Monteith ed. pg. 111-154. 1975.

- SAAD, J.C.C. & SCALOPPI, E.J. Frequência de distribuição de evapotranspiração de referência para dimensionamento de sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8, Florianópolis, ABID, 1988b. v.2, p.1037-52.
- SANDANIELO, A. Probabilidade de chuvas em Cáceres, MT. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, EMPA, MT, 1986. 18p. (EMPA, MT. Documentos, 3).
- SCARDUA, J.A. Ocorrência de dias secos consecutivos na região de Cachoeiro do Itapemirim, Estado do Espírito Santo. Piracicaba, 1979. 78p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SCARDUA, J.A.; FEITOZA, L.R. & CASTRO, L.L.F. de. Estimativas da evapotranspiração potencial para o estado de Espírito Santo. Cariacica - ES, EMCAPA, 1984, 42p. (EMCAPA - Boletim de pesquisa, 6).
- SCARDUA, R. Porosidade livre de água de dois solos do município de Piracicaba, SP. Piracicaba, 1972. 83p. (Magister - Scientiae).
- SHAW, R.H. & LAING, D.R. Moisture stress and plant response. In: Plant Environment and Efficient Water Use. Amer. Soc. Agronomy. Soil Science Soc. Amer., p.73-94. 1966.
- SILVA, M.M.P.; ARAÚJO, M.I.M. de. & ANDRADE, A.M.P.A. Probabilidade de ocorrência de verânicos na baixada campista. Saneamento, Rio de Janeiro, 51(1/2): 26-33. 1977.
- SLATYER, R.O. Plant water relationships. Academic Press. New York. 366p. 1967.

- SLATYER, R.O. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: *Physiological Aspects of Crop Yield*. Amer. Soc. Agronomy e Crop Science Soc. Amer. p.53-88. 1969.
- SUBBARAMAYYA, I. & RAO, N.J. The frequency distribution of rainfall of diferent intensities. *J. Meteorological Soc. Japan, Tokyo*, 42: 277-284, 1964.
- TANNER, C.B. Measurement of evapotranspiration. *Agronomy*, 11: 534-574, 1967.
- TANNER, C.B. Evaporation of water from plants and soil. In: *Water Deficits and Plant Growth*, T.T. Kozlowsky ed. p.74-106, 1968.
- THORNTHWAITE, C.W. Climate and moisture conservation. *Annals of the Association of American Geographers, Washington*, 37: 87-100, 1947.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38: 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: *Water U.S. Dep. Agr. Yearbook*, p.346-357. 1955.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. *Meteorologia descritiva; fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo, Nobel, 1980. 374p.
- VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Does transpiration decrease as the soil moisture decreases? *Amer. Geophys. Union Trans.*, 36: 425-448, 1955.

VILLA NOVA, N.A. Estudos sobre o balanço de energia em cultura de arroz. Tese de Livre-Docência. ESALQ/USP. Piracicaba. 1973. 89p.

VILLA NOVA, N.A. Principais métodos climáticos de estimativa de aplicação de água de irrigação. Piracicaba, ESALQ/USP, 1982. 20p. (Apostila).

WEATHERLEY, P.E. Some aspects of water relations. *Adv. Bot. Res.*, 3: 171-206. 1970.

WINTER, E.G. A água, o solo e a planta. EPU-EDUSP, São Paulo. 170p. 1976.

ZANGRANDE, M.B.; FEITOZA, L.R. & VALLE, S.S. Balanço hídrico do Estado do Espírito Santo, Cariacica - ES, EMCAPA, 1978. 36p.

A P E N D I C E 1

PROGRAMA PARA DETERMINAR O BALANÇO HÍDRICO DIÁRIO
EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO, ET₀ DIÁRIA E DA CAD

```

var
  arm_a, na_a, CAD, v1, v2, v3,
  p, etp, na, arm, alt, er, def, exc, dr : extended;
  arqin, arqout : text;
  i, nlinhas : word;
  nomearqin   : string[63];
  nomearqout  : string[63];
begin
  Write ('Nome do arquivo de entrada: ');
  ReadLn (nomearqin);
  Write ('Nome do arquivo de saída: ');
  ReadLn (nomearqout);
  Assign (arqin, nomearqin);
  Reset (arqin);
  Assign (arqout, nomearqout);
  Rewrite (arqout);
  Write ('Numero de linhas: ');
  ReadLn (nlinhas);
  Write ('CAD: ');
  ReadLn (CAD);

  arm_a := CAD;
  na_a  := 0;

  for i:=1 to nlinhas do
  begin
    ReadLn (arqin, v1, v2, v3, p, etp);
    if arm_a < CAD then
    begin
      if (p-etp) = 0 then
      begin
        na := na_a;
        arm := arm_a;
      end
    end
  end

```

```

alt := 0;
er := etp;
def := 0;
exc := 0;
dr := 0;
end
else
  if (p-etp < 0) then
    begin
      na := -(Abs (na_a) + Abs (p-etp));
      arm := CAD * Exp (-(Abs(na/CAD)));
      if arm > CAD then
        arm := CAD;
      alt := - (Abs (arm_a - arm));
      er := p + Abs (alt);
      def := etp - er;
      exc := 0;
      dr := (1 - er/etp) * 100;
    end
  else
    if (p-etp > 0) then
      begin
        arm := arm_a + p - etp;
        if arm > CAD then
          arm := CAD;
        na := -(CAD * (Ln (CAD) - Ln (arm)));
        alt := arm - arm_a;
        er := etp;
        def := 0;
        if arm < CAD then
          exc := 0
        else
          if arm = CAD then
            exc := p-etp - alt;
          dr := 0;
        end;
      end;
    end;

```

```
end
else
  if arm_a = CAD then
    begin
      if (p-etp < 0) then
        begin
          na := p-etp;
          arm := CAD * Exp (-(Abs(p-etp)/CAD));
          if arm > CAD then
            arm := CAD;
          alt := -(CAD - arm);
          er := p + Abs (alt);
          def := etp - er;
          exc := 0;
          dr := (1 - er/etp) * 100;
        end
      else
        if (p-etp > 0) then
          begin
            na := 0;
            arm := CAD;
            alt := 0;
            er := etp;
            def := 0;
            exc := p - etp;
            dr := 0;
          end
        else
          if (p-etp = 0) then
            begin
              na := 0;
              arm := CAD;
              alt := 0;
              er := etp;
              def := 0;
              exc := 0;
            end
          end
        end
      end
    end
  end
end
```

```
        dr := 0;
    end;
end;
arm_a := arm;
na_a := na;

Write (argout, v1:4:0, v2:4:0, v3:4:0, p:10:4, etp:10:4);
Write (argout, p-etp:10:4, na:10:4, arm:10:4, alt:10:4, er
WriteLn (argout, def:10:4, exc:10:4, dr:10:4);

Write (p:7:2, etp:7:2);
Write (p-etp:7:2, na:7:2, arm:7:2, alt:7:2, er:7:2);
WriteLn (def:7:2, exc:7:2, dr:7:2);

end;
```

A P E N D I C E 2

Tabela 1 - Ocorrência de déficit hídrico (% e mm)*, valores diários e mensais aos níveis de 40, 60, 75 e 80% de probabilidade, para as 3 regiões, considerando-se os valores de CAD de 40, 60 e 80 mm.

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=40 mm -----

	D40P	D 60P	D 75P	D 80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	31.38	60.69	76.76	81.61	57.41	111.01	140.41	149.29
Fevereiro	34.31	63.10	78.60	83.59	50.16	92.25	114.91	122.21
Marco	26.76	62.64	80.99	84.90	37.69	88.24	114.08	119.59
Abril	28.78	53.64	70.71	75.71	33.38	62.21	82.00	87.79
Mai	55.74	75.06	84.34	87.04	55.08	74.17	83.34	86.00
Junho	44.42	70.52	82.17	84.78	33.43	53.07	61.84	63.81
Julho	20.30	45.10	62.07	70.18	14.58	32.41	44.60	50.43
Agosto	45.26	67.93	79.25	82.45	39.45	59.21	69.09	71.88
Setembro	62.70	80.74	87.94	90.34	62.19	80.08	87.22	89.60
Outubro	27.14	55.05	74.32	81.88	31.97	64.84	87.55	96.45
Novembro	9.67	29.27	50.17	57.93	12.46	37.71	64.63	74.62
Dezembro	9.27	29.51	48.46	55.00	13.76	43.80	71.93	81.63

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=40 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	31.38	60.69	76.76	81.61	1.85	3.58	4.52	4.81
Fevereiro	34.31	63.10	78.60	83.59	1.79	3.29	4.10	4.36
Marco	26.76	62.64	80.99	84.90	1.21	2.84	3.68	3.85
Abril	28.78	53.64	70.71	75.71	1.11	2.07	2.73	2.92
Mai	55.74	75.06	84.34	87.04	1.77	2.39	2.68	2.77
Junho	44.42	70.52	82.17	84.78	1.11	1.76	2.06	2.12
Julho	20.30	45.10	62.07	70.18	0.47	1.04	1.43	1.62
Agosto	45.26	67.93	79.25	82.45	1.27	1.91	2.22	2.31
Setembro	62.70	80.74	87.94	90.34	2.07	2.66	2.90	2.98
Outubro	27.14	55.05	74.32	81.88	1.03	2.09	2.82	3.11
Novembro	9.67	29.27	50.17	57.93	0.41	1.25	2.15	2.48
Dezembro	9.27	29.51	48.46	55.00	0.44	1.41	2.32	2.63

(*) P e MD = porcentagem e milímetros diário, respectivamente.

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	25.15	51.01	66.34	71.22	46.00	93.31	121.35	130.29
Fevereiro	31.06	56.97	71.69	76.08	45.41	83.29	104.81	111.23
Marco	22.61	55.06	74.57	79.19	31.85	77.56	105.04	111.55
Abril	23.03	44.93	61.25	67.08	26.71	52.10	71.02	77.79
Mai	48.84	67.06	76.46	79.41	48.26	66.26	75.55	78.47
Junho	41.84	66.89	78.31	81.38	31.49	50.34	58.94	61.25
Julho	18.05	42.95	59.46	68.20	12.97	30.86	42.73	49.01
Agosto	39.42	60.89	73.10	76.39	34.36	53.08	63.72	66.59
Setembro	56.15	75.39	83.11	85.22	55.69	74.78	82.43	84.53
Outubro	24.93	52.23	70.45	76.78	29.37	61.52	82.99	90.45
Novembro	9.16	23.52	40.62	47.65	11.80	30.31	52.33	61.39
Dezembro	8.75	22.87	38.95	45.42	12.99	33.94	57.80	67.42

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	25.15	51.01	66.34	71.22	1.48	3.01	3.91	4.20
Fevereiro	31.06	56.97	71.69	76.08	1.62	2.97	3.74	3.97
Marco	22.61	55.06	74.57	79.19	1.02	2.50	3.38	3.59
Abril	23.03	44.93	61.25	67.08	0.89	1.73	2.36	2.59
Mai	48.84	67.06	76.46	79.41	1.55	2.13	2.43	2.53
Junho	41.84	66.89	78.31	81.38	1.04	1.67	1.96	2.04
Julho	18.05	42.95	59.46	68.20	0.41	0.99	1.37	1.58
Agosto	39.42	60.89	73.10	76.39	1.10	1.71	2.05	2.14
Setembro	56.15	75.39	83.11	85.22	1.85	2.49	2.74	2.81
Outubro	24.93	52.23	70.45	76.78	0.94	1.98	2.67	2.91
Novembro	9.16	23.52	40.62	47.65	0.39	1.01	1.74	2.04
Dezembro	8.75	22.87	38.95	45.42	0.41	1.09	1.86	2.17

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	21.81	43.90	58.10	62.89	39.90	80.30	106.27	115.04
Fevereiro	28.80	51.94	66.95	71.81	42.10	75.94	97.88	104.99
Marco	21.48	51.81	69.27	74.50	30.26	72.98	97.58	104.95
Abril	21.08	39.45	56.21	62.08	24.45	45.74	65.18	71.99
Mai	43.82	60.77	70.95	74.14	43.30	60.04	70.11	73.26
Junho	41.36	64.06	74.86	77.70	31.13	48.21	56.34	58.48
Julho	18.22	42.89	60.51	66.07	13.09	30.82	43.48	47.48
Agosto	36.09	55.95	68.83	72.55	31.46	48.78	60.00	63.24
Setembro	51.81	71.30	79.54	81.87	51.39	70.72	78.89	81.20
Outubro	27.12	51.67	69.09	74.89	31.95	60.87	81.39	88.22
Novembro	8.67	21.20	37.14	44.03	11.17	27.32	47.84	56.72
Dezembro	8.28	19.31	33.85	38.91	12.29	28.66	50.25	57.75

----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	21.81	43.90	58.10	62.89	1.28	2.59	3.42	3.71
Fevereiro	28.80	51.94	66.95	71.81	1.50	2.71	3.49	3.74
Marco	21.48	51.81	69.27	74.50	0.97	2.35	3.14	3.38
Abril	21.08	39.45	56.21	62.08	0.81	1.52	2.17	2.39
Mai	43.82	60.77	70.95	74.14	1.39	1.93	2.26	2.36
Junho	41.36	64.06	74.86	77.70	1.03	1.60	1.87	1.94
Julho	18.22	42.89	60.51	66.07	0.42	0.99	1.40	1.53
Agosto	36.09	55.95	68.83	72.55	1.01	1.57	1.93	2.04
Setembro	51.81	71.30	79.54	81.87	1.71	2.35	2.62	2.70
Outubro	27.12	51.67	69.09	74.89	1.03	1.96	2.62	2.84
Novembro	8.67	21.20	37.14	44.03	0.37	0.91	1.59	1.89
Dezembro	8.28	19.31	33.85	38.91	0.39	0.92	1.62	1.86

----- ESTACAO = 2 Boa Esperanca CAD=40 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	37.55	64.27	79.63	84.63	71.53	122.43	151.70	161.21
Fevereiro	42.32	71.67	86.27	90.17	64.29	108.88	131.06	136.97
Marco	32.02	59.38	78.25	85.65	47.05	87.25	114.98	125.85
Abrilro	40.07	66.04	82.96	87.56	48.45	79.84	100.30	105.86
Maioreiro	55.50	74.31	85.65	89.59	57.26	76.67	88.37	92.43
Junho	52.54	76.52	85.93	88.63	41.28	60.12	67.51	69.64
Julho	29.80	54.63	72.25	77.33	21.64	39.67	52.47	56.16
Agosto	54.59	75.77	85.95	88.94	48.76	67.69	76.79	79.45
Setembro	74.05	88.80	93.43	94.74	76.10	91.26	96.01	97.36
Outubro	48.05	74.77	89.04	91.62	58.96	91.74	109.26	112.41
Novembro	21.07	49.68	72.34	79.90	28.45	67.09	97.69	107.89
Dezembro	12.24	40.20	63.89	71.85	19.11	62.77	99.75	112.17

----- ESTACAO 2 = Boa Esperanca CAD=40 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	37.55	64.27	79.63	84.63	2.30	3.94	4.89	5.20
Fevereiro	42.32	71.67	86.27	90.17	2.29	3.88	4.68	4.89
Marco	32.02	59.38	78.25	85.65	1.51	2.81	3.70	4.05
Abril	40.07	66.04	82.96	87.56	1.61	2.66	3.34	3.52
Mai	55.50	74.31	85.65	89.59	1.84	2.47	2.85	2.98
Junho	52.54	76.52	85.93	88.63	1.37	2.00	2.25	2.32
Julho	29.80	54.63	72.25	77.33	0.69	1.27	1.69	1.81
Agosto	54.59	75.77	85.95	88.94	1.57	2.18	2.47	2.56
Setembro	74.05	88.80	93.43	94.74	2.53	3.04	3.20	3.24
Outubro	48.05	74.77	89.04	91.62	1.90	2.95	3.52	3.62
Novembro	21.07	49.68	72.34	79.90	0.94	2.23	3.25	3.59
Dezembro	12.24	40.20	63.89	71.85	0.61	2.02	3.21	3.61

----- ESTACAO 2 = Boa Esperanca CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	31.44	55.48	69.98	75.46	59.89	105.70	133.30	143.74
Fevereiro	38.24	63.97	79.97	84.67	58.09	97.19	121.48	128.63
Março	26.92	51.16	71.44	78.86	39.56	75.17	104.98	115.88
Abril	34.19	58.12	75.90	81.65	41.33	70.26	91.77	98.71
Maiο	50.36	68.60	80.59	84.36	51.96	70.77	83.15	87.04
Junho	51.22	70.64	80.07	83.45	40.24	55.50	62.91	65.57
Julho	29.38	53.38	71.58	75.45	21.34	38.77	51.98	54.80
Agosto	50.71	68.48	80.20	83.30	45.30	61.17	71.65	74.42
Setembro	69.21	83.68	90.78	92.62	71.12	86.00	93.29	95.19
Outubro	44.50	69.88	85.55	90.18	54.60	85.74	104.98	110.64
Novembro	17.29	43.20	67.81	74.29	23.35	58.34	91.57	100.32
Dezembro	10.42	32.43	52.46	61.73	16.26	50.63	81.89	96.37

----- ESTACAO 2 = Boa Esperanca CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	31.44	55.48	69.98	75.46	1.93	3.40	4.30	4.63
Fevereiro	38.24	63.97	79.97	84.67	2.07	3.47	4.33	4.59
Março	26.92	51.16	71.44	78.86	1.27	2.42	3.38	3.73
Abril	34.19	58.12	75.90	81.65	1.37	2.34	3.05	3.29
Maiο	50.36	68.60	80.59	84.36	1.67	2.28	2.68	2.80
Junho	51.22	70.64	80.07	83.45	1.34	1.85	2.09	2.18
Julho	29.38	53.38	71.58	75.45	0.68	1.25	1.67	1.76
Agosto	50.71	68.48	80.20	83.30	1.46	1.97	2.31	2.40
Setembro	69.21	83.68	90.78	92.62	2.37	2.86	3.10	3.17
Outubro	44.50	69.88	85.55	90.18	1.76	2.76	3.38	3.56
Novembro	17.29	43.20	67.81	74.29	0.77	1.94	3.05	3.34
Dezembro	10.42	32.43	52.46	61.73	0.52	1.63	2.64	3.10

----- ESTAÇÃO 2 = Boa Esperança CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	27.32	50.20	64.06	68.81	52.05	95.64	122.03	131.09
Fevereiro	34.91	58.81	75.07	80.51	53.03	89.34	114.04	122.30
Marco	24.06	46.27	67.16	74.53	35.36	68.00	98.68	109.52
Abril	30.29	52.46	69.64	76.38	36.62	63.42	84.20	92.35
Maiο	46.81	63.77	76.03	79.88	48.30	65.79	78.45	82.42
Junho	47.69	66.98	77.37	80.82	37.47	52.63	60.79	63.50
Julho	27.51	54.84	69.32	72.80	19.98	39.83	50.34	52.87
Agosto	48.17	64.19	75.79	79.84	43.03	57.34	67.71	71.33
Setembro	65.29	80.50	86.46	88.45	67.10	82.73	88.85	90.89
Outubro	43.62	67.75	82.37	86.74	53.53	83.13	101.06	106.43
Novembro	14.55	39.68	65.25	71.92	19.65	53.59	88.12	97.12
Dezembro	9.52	27.32	46.79	54.90	14.86	42.66	73.04	85.70

----- ESTACAO 2 = Boa Esperança CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	27.32	50.20	64.06	68.81	1.67	3.08	3.93	4.22
Fevereiro	34.91	58.81	75.07	80.51	1.89	3.19	4.07	4.36
Marco	24.06	46.27	67.16	74.53	1.14	2.19	3.18	3.53
Abril	30.29	52.46	69.64	76.38	1.22	2.11	2.80	3.07
Maiο	46.81	63.77	76.03	79.88	1.55	2.12	2.53	2.65
Junho	47.69	66.98	77.37	80.82	1.24	1.75	2.02	2.11
Julho	27.51	54.84	69.32	72.80	0.64	1.28	1.62	1.70
Agosto	48.17	64.19	75.79	79.84	1.38	1.84	2.18	2.30
Setembro	65.29	80.50	86.46	88.45	2.23	2.75	2.96	3.02
Outubro	43.62	67.75	82.37	86.74	1.72	2.68	3.26	3.43
Novembro	14.55	39.68	65.25	71.92	0.65	1.78	2.93	3.23
Dezembro	9.52	27.32	46.79	54.90	0.47	1.37	2.35	2.76

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=40 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	27.01	62.59	82.08	87.33	49.84	115.49	151.46	161.15
Fevereiro	46.39	72.98	88.82	91.65	67.26	105.79	128.75	132.85
Marco	41.48	74.45	88.92	91.54	56.64	101.65	121.41	124.99
Abril	58.75	78.92	90.44	92.35	63.98	85.95	98.50	100.58
Mai	70.40	83.76	91.31	93.05	62.36	74.19	80.88	82.41
Junho	72.85	84.50	90.90	92.72	45.52	52.80	56.80	57.94
Julho	67.01	79.99	87.07	89.42	45.25	54.01	58.79	60.38
Agosto	79.07	87.34	92.46	93.97	65.62	72.48	76.73	77.98
Setembro	86.19	92.68	95.42	96.34	82.13	88.31	90.92	91.80
Outubro	43.19	77.59	92.05	93.64	49.20	88.39	104.86	106.67
Novembro	15.79	45.01	68.65	75.97	19.77	56.36	85.97	95.13
Dezembro	12.25	40.73	64.08	70.92	17.75	59.00	92.82	102.72

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=40 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	27.01	62.59	82.08	87.33	1.60	3.72	4.88	5.19
Fevereiro	46.39	72.98	88.82	91.65	2.40	3.77	4.59	4.74
Marco	41.48	74.45	88.92	91.54	1.82	3.27	3.91	4.03
Abril	58.75	78.92	90.44	92.35	2.13	2.86	3.28	3.35
Mai	70.40	83.76	91.31	93.05	2.01	2.39	2.60	2.65
Junho	72.85	84.50	90.90	92.72	1.51	1.76	1.89	1.93
Julho	67.01	79.99	87.07	89.42	1.45	1.74	1.89	1.94
Agosto	79.07	87.34	92.46	93.97	2.11	2.33	2.47	2.51
Setembro	86.19	92.68	95.42	96.34	2.73	2.94	3.03	3.06
Outubro	43.19	77.59	92.05	93.64	1.58	2.85	3.38	3.44
Novembro	15.79	45.01	68.65	75.97	0.65	1.87	2.86	3.17
Dezembro	12.25	40.73	64.08	70.92	0.57	1.90	2.99	3.31

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	20.51	52.11	71.77	77.94	37.84	96.15	132.42	143.81
Fevereiro	38.44	64.85	81.92	87.57	55.72	94.01	118.75	126.95
Marco	35.44	66.98	83.31	87.60	48.40	91.46	113.76	119.61
Abril	52.75	73.33	84.26	87.81	57.46	79.86	91.77	95.63
Maiο	65.22	79.84	87.88	90.49	57.77	70.72	77.84	80.15
Junho	71.20	81.95	87.59	89.48	44.49	51.21	54.74	55.91
Julho	66.25	78.13	85.61	88.08	44.73	52.75	57.81	59.47
Agosto	75.57	83.86	88.47	90.00	62.71	69.59	73.41	74.69
Setembro	83.17	91.44	94.65	95.72	79.24	87.13	90.18	91.20
Outubro	42.81	75.99	91.53	93.22	48.77	86.57	104.26	106.19
Novembro	12.89	41.01	63.90	71.56	16.14	51.35	80.02	89.61
Dezembro	10.80	31.84	54.02	61.35	15.64	46.12	78.24	88.86

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=60 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	20.51	52.11	71.77	77.94	1.22	3.10	4.27	4.63
Fevereiro	38.44	64.85	81.92	87.57	1.99	3.35	4.24	4.53
Marco	35.44	66.98	83.31	87.60	1.56	2.95	3.66	3.85
Abril	52.75	73.33	84.26	87.81	1.91	2.66	3.05	3.18
Maiο	65.22	79.84	87.88	90.49	1.86	2.28	2.51	2.58
Junho	71.20	81.95	87.59	89.48	1.48	1.70	1.82	1.86
Julho	66.25	78.13	85.61	88.08	1.44	1.70	1.86	1.91
Agosto	75.57	83.86	88.47	90.00	2.02	2.24	2.36	2.40
Setembro	83.17	91.44	94.65	95.72	2.64	2.90	3.00	3.04
Outubro	42.81	75.99	91.53	93.22	1.57	2.79	3.36	3.42
Novembro	12.89	41.01	63.90	71.56	0.53	1.71	2.66	2.98
Dezembro	10.80	31.84	54.02	61.35	0.50	1.48	2.52	2.86

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MM	D60MM	D75MM	D80MM
Janeiro	17.26	45.01	64.92	71.43	31.86	83.04	119.79	131.81
Fevereiro	33.89	57.94	76.18	81.92	49.12	83.99	110.43	118.76
Marco	32.48	62.23	79.48	84.02	44.35	84.98	108.53	114.73
Abril	48.28	69.59	79.72	83.92	52.58	75.80	86.82	91.40
Mai	61.75	76.49	84.31	86.67	54.69	67.74	74.67	76.77
Junho	69.29	79.15	85.06	86.97	43.30	49.46	53.15	54.35
Julho	65.82	76.92	84.11	86.56	44.44	51.94	56.79	58.44
Agosto	73.14	82.01	86.60	88.13	60.70	68.05	71.86	73.13
Setembro	81.47	88.40	92.93	94.34	77.63	84.23	88.55	89.89
Outubro	45.80	74.85	90.93	92.74	52.18	85.26	103.59	105.65
Novembro	11.78	38.72	64.19	71.47	14.76	48.49	80.38	89.49
Dezembro	9.37	28.28	47.81	55.73	13.58	40.97	69.25	80.72

----- ESTACAO 3 = Barra Sao Francisco CAD=80 mm -----

MES	D40P	D60P	D75P	D80P	D40MD	D60MD	D75MD	D80MD
Janeiro	17.26	45.01	64.92	71.43	1.02	2.67	3.86	4.25
Fevereiro	33.89	57.94	76.18	81.92	1.75	2.99	3.94	4.24
Marco	32.48	62.23	79.48	84.02	1.43	2.74	3.50	3.70
Abril	48.28	69.59	79.72	83.92	1.75	2.52	2.89	3.04
Mai	61.75	76.49	84.31	86.67	1.76	2.18	2.40	2.47
Junho	69.29	79.15	85.06	86.97	1.44	1.64	1.77	1.81
Julho	65.82	76.92	84.11	86.56	1.43	1.67	1.83	1.88
Agosto	73.14	82.01	86.60	88.13	1.95	2.19	2.31	2.35
Setembro	81.47	88.40	92.93	94.34	2.58	2.80	2.95	2.99
Outubro	45.80	74.85	90.93	92.74	1.68	2.75	3.34	3.40
Novembro	11.78	38.72	64.19	71.47	0.49	1.61	2.67	2.98
Dezembro	9.37	28.28	47.81	55.73	0.43	1.32	2.23	2.60

Tabela 2 - Ocorrência de déficit hídrico (mm e %)*, ao nível de 80% de probabilidade em função da variação do coeficiente de cultura (milho), CAD = 60 mm, nas 3 regiões.

DÉFICITE (mm) ----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=60 mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05	D80M08	D80M12	D80M10
Janeiro	182.91	130.20	38.74	93.61	166.78	130.20
Fev	146.19	111.16	38.06	81.92	140.39	111.16
Marco	140.86	111.29	40.85	83.11	139.46	111.29
Abril	115.96	77.70	19.71	54.50	100.89	77.70
Mai	98.81	78.43	29.02	58.66	98.19	78.43
Junho	75.26	61.20	23.56	46.14	76.25	61.20
Julho	71.86	48.98	13.04	34.60	63.35	48.98
Agosto	87.17	66.34	22.75	48.90	83.77	66.34
Setembro	99.18	84.30	34.70	64.46	104.13	84.30
Outubro	117.79	90.21	31.31	66.65	113.76	90.21
Novembro	128.82	61.20	0.00	35.43	86.96	61.20
Dezembro	148.41	67.27	0.00	37.58	96.95	67.27

DÉFICIT (%) ----- ESTACAO 1 = São Mateus CAD=60 mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05P	D80M08P	D80M12P	D80M10P
Janeiro	182.91	130.20	0.42	0.63	0.75	0.71
Fev	146.19	111.16	0.52	0.70	0.80	0.76
Marco	140.86	111.29	0.58	0.73	0.82	0.79
Abril	115.96	77.70	0.34	0.58	0.72	0.67
Mai	98.81	78.43	0.58	0.74	0.82	0.79
Junho	75.26	61.20	0.62	0.76	0.84	0.81
Julho	71.86	48.98	0.36	0.60	0.73	0.68
Agosto	87.17	66.34	0.52	0.70	0.80	0.76
Setembro	99.18	84.30	0.69	0.81	0.87	0.84
Outubro	117.79	90.21	0.53	0.70	0.80	0.76
Novembro	128.82	61.20	0.00	0.34	0.56	0.47
Dezembro	148.41	67.27	0.00	0.31	0.54	0.45

(*) D80 mm e DM08, DM12, DM12, DM10 = déficit hídrico no mês (a 80% de probab.) e os déficits relativos aos valores de K_c , nas 4 fases da cultura, respectivamente.

DÉFICITE (mm) ----- ESTACAO 2 = Boa Esperança CAD=60 mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05	D80M08	D80M12	D80M10
Janeiro	190.49	143.53	48.28	105.43	181.62	143.53
Fev	151.90	128.52	52.56	98.13	158.90	128.52
Marco	146.93	115.63	42.16	86.24	145.01	115.63
Abril	120.90	98.70	38.24	74.51	122.88	98.70
Mai	103.17	86.80	35.21	66.16	107.43	86.80
Junho	78.57	65.40	26.11	49.68	81.11	65.40
Julho	72.62	54.56	18.24	40.03	69.08	54.56
Agosto	89.33	74.40	29.73	56.53	92.26	74.40
Setembro	102.76	95.10	43.71	74.54	115.65	95.10
Outubro	122.69	110.36	49.01	85.82	134.89	110.36
Novembro	135.03	100.20	32.68	73.19	127.20	100.20
Dezembro	156.11	96.10	18.04	64.87	127.32	96.10

DÉFICIT (%) ----- ESTACAO 2 = Boa Esperança CAD=60 mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05P	D80M08P	D80M12P	D80M10P
Janeiro	190.49	143.53	0.50	0.69	0.79	0.75
Fev	151.90	128.52	0.69	0.80	0.87	0.84
Marco	146.93	115.63	0.57	0.73	0.82	0.78
Abril	120.90	98.70	0.63	0.77	0.84	0.81
Mai	103.17	86.80	0.68	0.80	0.86	0.84
Junho	78.57	65.40	0.66	0.79	0.86	0.83
Julho	72.62	54.56	0.50	0.68	0.79	0.75
Agosto	89.33	74.40	0.66	0.79	0.86	0.83
Setembro	102.76	95.10	0.85	0.90	0.93	0.92
Outubro	122.69	110.36	0.79	0.87	0.91	0.89
Novembro	135.03	100.20	0.48	0.67	0.78	0.74
Dezembro	156.11	96.10	0.23	0.51	0.67	0.61

DEFICIT (mm) ----- ESTACAO 3 = B. São Francisco CAD=60mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05	D80M08	D80M12	D80M10
Janeiro	184.51	143.53	51.27	106.62	180.43	143.53
Fev	144.95	126.84	54.36	97.84	155.83	126.84
Marco	136.54	119.35	51.07	92.04	146.65	119.35
Abril	108.91	95.40	40.94	73.61	117.18	95.40
Mai	88.57	79.98	35.69	62.26	97.69	79.98
Junho	62.49	55.80	24.55	43.30	68.29	55.80
Julho	67.52	59.21	25.44	45.70	72.71	59.21
Agosto	82.98	74.40	32.90	57.80	90.99	74.40
Setembro	95.28	91.20	43.55	72.14	110.25	91.20
Outubro	113.91	106.02	49.06	83.23	128.80	106.02
Novembro	125.22	89.40	26.78	64.35	114.44	89.40
Dezembro	144.84	88.66	16.23	59.69	117.62	88.66

DEFICIT (%) ----- ESTACAO 3 = B. São Francisco CAD=60 mm -----

MES	ETP	D80MM	D80M05P	D80M08P	D80M12P	D80M10P
Janeiro	184.51	143.53	0.55	0.72	0.81	0.77
Fev	144.95	126.84	0.75	0.84	0.89	0.87
Marco	136.54	119.35	0.74	0.84	0.89	0.87
Abril	108.91	95.40	0.75	0.84	0.89	0.87
Mai	88.57	79.98	0.80	0.87	0.91	0.90
Junho	62.49	55.80	0.78	0.86	0.91	0.89
Julho	67.52	59.21	0.75	0.84	0.89	0.87
Agosto	82.98	74.40	0.79	0.87	0.91	0.89
Setembro	95.28	91.20	0.91	0.94	0.96	0.95
Outubro	113.91	106.02	0.86	0.91	0.94	0.93
Novembro	125.22	89.40	0.42	0.64	0.76	0.71
Dezembro	144.84	88.66	0.22	0.51	0.67	0.61

Tabela 3 - Ocorrência de déficit de água no solo, (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial em relação à cultura do milho (CAD = 60mm), em função da época de plantio, na região de São Mateus (Est. 1), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{E_a}{E_{Tm}}$	Florescimento	0,560	0,540	0,750	0,800
	Formação de Grão	0,450	0,710	0,750	0,780

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,840	0,810	1,000	1,000
	Formação de Grão	0,225	0,355	0,380	0,390

PRODUÇÃO MÍN. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,160	0,190	zero	zero
	Formação de Grão	0,775	0,645	0,620	0,610

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 3.1 - Ocorrência de déficit de água nos solo (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do milho (CAD = 60mm) em função da época de plantio na região de Boa Esperança (Est. 2), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$1 - \frac{E_a}{E_{Tm}}$	Florescimento	0,780	0,680	0,790	0,900
	Formação de Grão	0,610	0,710	0,750	0,780

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$1 - \frac{y_a}{\bar{y}_m}$	Florescimento	1,000	1,000	1,000	1,000
	Formação de Grão	0,300	0,370	0,420	0,390

PRODUÇÃO MÍN. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{y_a}{\bar{y}_m}$	Florescimento	zero	zero	zero	zero
	Formação de Grão	0,700	0,630	0,580	0,610

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 3.2 - Ocorrência de déficit de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grãos e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do milho (CAD = 60mm) em função da época de plantio na região de Barra de São Francisco (Est. 3), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{E_{ta}}{ET_m}$	Florescimento	0,760	0,670	0,810	0,890
	Formação de Grão	0,610	0,770	0,870	0,870

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{Y_a}{\bar{Y}_m}$	Florescimento	1,000	1,000	1,000	1,000
	Formação de Grão	0,300	0,380	0,430	0,430

PRODUÇÃO MÍN. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{Y_a}{\bar{Y}_m}$	Florescimento	zero	zero	zero	zero
	Formação de Grão	0,700	0,620	0,570	0,570

(*). Segundo os critérios de DOORENBOS E KASSAM (1979).

Tabela 4 - Probabilidade de ocorrência de déficit menor ou igual a x ($x = 10, 20, \dots, 100\%$), para cada CAD e mês fixados, com relação as 3 estações (E).

-----CAD=40 MES=1 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	28.4	33.8	39.0	46.0	52.6	59.5	68.4	78.7	89.2	100
2	25.2	29.1	35.3	41.6	48.5	56.1	65.3	75.7	85.4	100
3	31.3	36.2	41.6	47.1	52.9	58.4	65.3	73.5	82.6	100
-----CAD=40 MES=2 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	26.9	32.2	37.5	43.2	49.5	57.1	66.6	76.9	86.9	100
2	24.2	29.0	33.0	38.7	44.4	51.8	58.8	67.5	80.0	100
3	22.2	26.5	31.5	36.6	42.0	48.3	57.1	67.5	76.3	100
-----CAD=40 MES=3 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	29.8	35.7	42.1	48.0	53.1	58.4	64.9	74.0	86.9	100
2	26.7	32.8	38.6	46.0	53.1	60.6	69.4	76.3	83.3	100
3	22.8	28.1	33.3	39.3	44.2	50.0	57.1	64.1	76.9	100
-----CAD=40 MES=4 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	26.2	33.1	40.9	49.5	56.8	65.7	74.6	84.7	91.7	100
2	21.9	28.4	34.2	40.0	47.3	54.9	63.6	71.9	83.3	100
3	15.2	19.2	24.4	29.8	34.8	40.8	49.7	61.3	74.0	100
-----CAD=40 MES=5 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	17.1	20.8	25.5	30.9	35.8	43.1	52.9	67.1	86.2	100
2	16.9	21.3	24.8	29.2	35.3	44.0	54.3	68.0	80.6	100
3	12.4	15.3	18.7	21.8	25.9	31.3	39.5	53.4	71.4	100

-----CAD=40 MES=6 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	22.1	26.9	31.6	36.9	44.0	50.2	59.5	70.9	90.0	100
2	17.8	22.7	27.7	32.5	38.6	44.4	52.6	64.1	82.6	100
3	13.9	15.8	17.9	19.6	22.5	28.0	36.1	50.0	72.9	100

-----CAD=40 MES=7 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	31.5	39.8	48.3	55.5	64.5	74.0	80.0	89.2	97.0	100
2	28.2	33.7	40.1	47.6	56.1	64.9	72.9	82.6	96.1	100
3	12.9	14.5	17.9	22.0	26.8	33.0	43.1	60.2	81.3	100

-----CAD=40 MES=8 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	18.5	23.8	29.7	36.1	43.6	52.0	62.1	76.3	92.5	100
2	15.8	19.6	24.5	30.6	36.4	44.2	53.1	65.3	81.9	100
3	9.5	10.5	12.3	14.6	17.9	22.6	29.1	41.1	67.1	100

-----CAD=40 MES=9 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	16.9	20.7	25.2	28.8	32.3	37.7	46.5	58.4	79.3	100
2	12.5	15.4	18.8	22.0	25.4	30.2	36.1	45.8	62.1	100
3	8.3	9.7	12.0	14.8	17.0	20.6	24.8	31.4	45.4	100

-----CAD=40 MES=10 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	27.9	34.6	42.1	48.7	55.8	64.5	72.4	78.7	86.9	100
2	20.2	24.5	29.8	34.9	41.3	49.2	56.1	64.5	76.3	100
3	20.7	25.1	31.3	38.1	44.0	49.5	55.5	61.7	68.9	100

-----CAD=40 MES=11 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	41.4	51.5	60.9	69.4	75.1	81.9	86.9	92.5	96.1	100
2	32.2	39.3	46.0	53.4	60.2	67.1	73.5	80.6	88.4	100
3	35.9	43.1	50.0	56.8	63.2	69.4	76.3	83.3	89.2	100

----- CAD=40 MES=12 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	43.2	51.8	60.6	68.4	76.3	84.0	89.2	95.2	98.0	100
2	38.3	46.0	53.4	59.8	66.6	72.9	79.3	85.4	92.5	100
3	38.1	46.5	52.9	59.8	65.3	71.9	80.0	86.2	92.5	100
----- CAD=60 MES=1 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	29.7	35.8	44.0	51.5	59.1	68.4	79.3	88.4	98.0	100
2	25.1	31.7	39.0	46.0	55.5	64.1	75.1	84.7	96.1	100
3	31.9	39.6	46.5	52.6	58.8	65.7	74.0	81.9	89.2	100
----- CAD=60 MES=2 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	27.2	33.3	39.2	46.9	53.7	62.8	73.5	84.7	92.5	100
2	24.2	29.4	35.0	41.1	48.5	56.4	65.7	75.1	86.2	100
3	22.4	28.1	34.0	41.1	47.8	55.8	64.5	73.5	82.6	100
----- CAD=60 MES=3 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	30.0	38.1	45.4	50.7	57.1	62.8	70.4	81.3	93.4	100
2	27.3	34.8	42.3	51.0	59.1	67.5	74.0	81.3	87.7	100
3	23.0	29.4	36.9	42.7	49.5	55.2	62.5	71.4	83.3	100
----- CAD=60 MES=4 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	28.7	37.1	46.7	55.8	64.5	74.0	82.6	89.2	93.4	100
2	23.8	31.3	37.1	44.0	53.7	61.7	69.9	78.7	87.7	100
3	16.0	20.3	25.7	31.5	38.0	45.4	55.5	69.4	83.3	100
----- CAD=60 MES=5 -----										
E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	17.6	22.2	27.7	34.0	40.8	50.2	64.1	81.3	95.2	100
2	17.4	21.5	25.7	31.2	39.6	50.2	61.7	74.6	87.7	100
3	11.8	14.8	18.4	23.1	28.4	35.4	44.2	60.2	79.3	100

-----CAD=60 MES=6 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	20.7	25.5	30.8	38.6	46.5	52.9	63.2	77.5	97.0	100
2	18.3	23.8	29.2	34.7	39.2	45.8	59.1	75.1	90.0	100
3	13.6	14.8	16.5	18.5	23.2	29.2	38.0	54.9	81.9	100

-----CAD=60 MES=7 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	33.4	41.6	48.7	57.1	67.1	75.7	81.3	92.5	98,0	100
2	28.0	34.1	40.4	48.7	57.8	64.9	72.9	86.2	98,0	100
3	13.1	15.0	17.2	20.3	25.8	33.0	44.2	63.6	84,0	100

-----CAD=60 MES=8 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	18.1	25.3	32.8	40.4	49.7	59.1	70.4	86.2	98.0	100
2	16.3	20.4	25.7	32.2	39.3	49.7	62.1	75.1	90.9	100
3	9.1	10.5	12.4	14.5	17.6	22.1	30.7	47.6	80.0	100

-----CAD=60 MES=9 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	17.1	21.6	26.4	30.4	36.2	42.5	51.2	68.0	91.7	100
2	12.4	15.6	18.9	22.7	27.2	32.3	40.8	52.6	72.9	100
3	8.2	9.3	11.5	14.5	17.1	21.4	26.8	33.8	53.4	100

-----CAD=60 MES=10 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	29.4	36.6	43.6	51.0	58.4	66.2	75.1	82.6	91.7	100
2	20.4	25.8	30.5	36.7	44.0	51.5	60.2	69.4	80.0	100
3	21.1	25.4	31.4	38.4	44.2	50.2	56.1	62.8	70.9	100

-----CAD=60 MES=11 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	43.6	56.8	66.2	74.6	81.9	86.9	91.7	95.2	98.0	100
2	33.0	42.7	50.7	58.1	64.1	69.4	76.9	84.7	92.5	100
3	37.5	46.0	53.1	59.5	65.7	72.4	79.3	86.2	89.2	100

----- CAD=60 MES=12 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	45.8	57.1	67.5	76.3	84.0	90.0	94.3	98.0	99.0	100
2	39.6	50.5	58.1	66.6	74.0	79.3	85.4	90.9	97.0	100
3	39.2	50.2	59.1	65.3	72.4	79.3	85.4	90.0	96.1	100

----- CAD=80 MES=1 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	30.2	38.6	46.9	56.4	65.7	77.5	86.9	95.2	100.0	100
2	25.9	34.1	42.1	50.2	59.8	70.9	81.3	91.7	98.0	100
3	33.0	42.7	50.0	56.4	63.6	71.4	79.3	86.2	91.7	100

----- CAD=80 MES=2 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	28.5	33.8	40.9	49.5	58.1	68.4	78.1	89.2	97.0	100
2	24.9	31.0	36.9	43.4	51.0	61.3	70.9	80.0	91.7	100
3	23.9	29.4	36.9	45.0	52.3	62.1	70.4	78.1	88.4	100

----- CAD=80 MES=3 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	31.7	39.0	46.0	52	58.8	66.2	75.7	85.4	97.0	100
2	29.3	36.9	44.8	54	63.6	70.4	76.9	84.0	91.7	100
3	24.0	30.2	38.4	45	52.0	58.1	67.1	75.7	86.9	100

----- CAD=80 MES=4 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	28.5	38.9	50.0	60.6	69.9	78.7	86.9	91.7	95.2	100
2	24.6	32.6	39.8	48.3	58.1	66.6	75.7	83.3	90.0	100
3	16.2	21.1	27.1	33.6	41.4	50.0	60.6	75.7	87.7	100

----- CAD=80 MES=5 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	17.8	23.3	29.6	36.6	45.6	59.1	73.5	89.2	97.0	100
2	17.9	21.8	26.5	33.7	43.1	55.8	67.5	80.6	92.5	100
3	11.8	14.0	17.6	23.2	30.8	38.1	49.2	66.2	87.7	100

----- CAD=80 MES=6 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	20.9	25.8	32.0	38.9	47.6	55.8	66.6	84.7	99.0	100
2	17.8	23.7	30.2	35.3	41.4	50.2	64.5	79.3	93.4	100
3	13.5	14.2	16.1	18.2	22.6	30.4	40.8	62.1	88.4	100

----- CAD=80 MES=7 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	33.2	41.4	49.7	57.1	67.5	74.6	84.0	94.3	99.0	100
2	27.9	34.3	42.0	50.7	57.1	63.2	76.3	90.9	99.0	100
3	13.0	15.5	17.9	20.8	24.6	33.0	45.2	66.6	87.7	100

----- CAD=80 MES=8 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	19.0	25.9	35.4	43.1	53.4	64.5	76.9	90.9	100.0	100
2	17.0	21.3	26.5	32.7	41.6	54.3	68.0	80.6	96.1	100
3	9.1	10.6	12.1	14.4	17.8	22.0	33.8	53.4	86.2	100

----- CAD=80 MES=9 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	16.5	21.9	26.6	32.3	38.9	45.4	57.8	76.3	99.0	100
2	12.4	15.9	18.8	23.4	28.4	35.0	44.4	58.8	84.0	100
3	8.0	9.3	11.5	14.3	17.0	21.9	27.1	35.8	64.9	100

----- CAD=80 MES=10 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	28	34.4	42.3	50.7	58.8	66.6	76.3	84.7	96.1	100
2	20	25.0	30.7	37.4	44.6	52.3	62.5	72.4	84.0	100
3	21	25.7	31.1	37.1	42.1	48.5	56.1	64.5	72.4	100

----- CAD=80 MES=11 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	46.2	58.8	68.9	77.5	84.0	89.2	92.5	96.1	98.0	100
2	35.4	45.6	53.4	60.2	65.7	71.4	78.7	86.9	93.4	100
3	38.4	47.6	55.5	60.9	67.1	72.4	79.3	86.2	89.2	100

----- CAD=80 MES=12 -----

E	D10	D20	D30	D40	D50	D60	D70	D80	D90	D100
1	48.3	60.9	71.4	81.3	88.4	94.3	97.0	99.0	100	100
2	42.0	53.1	62.8	70.9	77.5	83.3	89.2	94.3	98	100
3	42.7	52.6	61.7	69.9	76.9	82.6	87.7	91.7	97	100

Tabela 5 - Probabilidade de ocorrência de um déficit de produção $\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right)$ de até 60% na cultura do milho (CAD = 60 mm) em função do déficit hídrico $\left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$ corrigido na fase de florescimento ($K_y = 1,5$) de 40%.

ÉPOCA DE OCORRÊNCIA DO FLORESCIMENTO	SÃO MATEUS (ESTAÇÃO 1) PROBAB. (%)	BOA ESPERANÇA (ESTAÇÃO 2) PROBAB. (%)	B. SÃO FRANCISCO (ESTAÇÃO 3) PROBAB. (%)
Janeiro	51.50	46.00	52.50
Fevereiro	47.00	41.00	41.00
Março	50.50	51.00	42.50
Abril	56.00	44.00	31.50
Maiο	34.00	31.00	23.00
Junho	38.50	34.50	18.50
Julho	57.00	49.00	20.50
Agosto	40.50	32.50	14.50
Setembro	30.50	22.50	14.50
Outubro	51.00	37.00	38.50
Novembro	74.50	58.00	59.50
Dezembro	76.50	66.50	65.50

Tabela 6 - Probabilidade de ocorrência de um déficit de produção $\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right)$ de até 55% na cultura do feijão (CAD = 40 mm) em função do déficit hídrico $\left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)$ corrigido na fase de florescimento ($K_y = 1,1$) de 50%.

EPOCA DE OCORRÊNCIA DO FLORESCIMENTO	SÃO MATEUS (ESTAÇÃO 1) PROBAB. (%)	BOA ESPERANÇA (ESTAÇÃO 2) PROBAB. (%)	B. SÃO FRANCISCO (ESTAÇÃO 3) PROBAB. (%)
Janeiro	52.50	48.50	53.00
Fevereiro	49.50	44.50	42.00
Março	53.00	53.00	44.50
Abril	57.00	47.50	35.00
Maiο	36.00	35.50	26.00
Junho	44.00	38.50	22.50
Julho	64.50	56.00	27.00
Agosto	43.50	36.50	18.00
Setembro	32.50	25.50	17.00
Outubro	56.00	41.50	44.00
Novembro	75.00	60.00	63.50
Dezembro	76.50	66.50	65.50

Tabela 7 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do milho (CAD = 60mm) em função da época de plantio, (EST. 1) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{E_a}{E_{Tm}}$	Florescimento	0,360	0,350	0,480	0,520
	Formação de Grão	0,220	0,380	0,420	0,400

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,540	0,520	0,720	0,780
	Formação de Grão	0,110	0,190	0,210	0,200

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,460	0,480	0,280	0,220
	Formação de Grão	0,890	0,810	0,790	0,800

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 7.1 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do milho (CAD = 60mm) em função da época de plantio, na região de Boa Esperança (Estação 2) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{E_a}{E_{Tm}}$	Florescimento	0,460	0,410	0,510	0,560
	Formação de Grão	0,290	0,420	0,470	0,410

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{Y_a}{\bar{Y}_m}$	Florescimento	0,700	0,610	0,765	0,840
	Formação de Grão	0,145	0,210	0,235	0,200

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{Y_a}{\bar{Y}_m}$	Florescimento	0,300	0,390	0,235	0,160
	Formação de Grão	0,855	0,790	0,765	0,800

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 7.2 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do milho (CAD = 60mm) em função da época de plantio, na região de Barra de São Francisco (Estação 3) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{E_a}{E_{Im}}$	Florescimento	0,450	0,410	0,500	0,570
	Formação de Grão	0,290	0,400	0,480	0,490

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,675	0,615	0,750	0,860
	Formação de Grão	0,145	0,200	0,240	0,245

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊNCIA	ÉPOCA DE PLANTIO			
		SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Florescimento	0,325	0,385	0,250	0,140
	Formação de Grão	0,855	0,800	0,760	0,755

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 8 - Ocorrência de déficit de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio na região de São Mateus (Est. 1), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{E_{ta}}{E_{tm}}$	Floresc.	0,860	0,870	0,790	0,890	0,850	0,640	0,620	0,840
	Formação de Grão	0,810	0,690	0,830	0,800	0,470	0,430	0,760	0,790

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,940	0,960	0,870	0,980	0,930	0,710	0,680	0,930
	Formação de Grão	0,600	0,520	0,620	0,600	0,350	0,320	0,570	0,590

PRODUÇÃO MÍN. ESPERADA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,060	0,040	0,130	0,020	0,070	0,290	0,320	0,070
	Formação de Grão	0,400	0,480	0,380	0,400	0,650	0,680	0,430	0,410

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS E KASSAM (1979).

Tabela 8.1 - Ocorrência de déficit de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio na região de Boa Esperança (Est. 2), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{E_{la}}{ET_m}$	Floresc.	0,910	0,870	0,890	0,910	0,930	0,830	0,760	0,870
	Formação de Grão	0,810	0,840	0,870	0,850	0,740	0,640	0,800	0,870

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	1,000	0,960	0,980	1,000	1,000	0,910	0,840	0,950
	Formação de Grão	0,610	0,630	0,650	0,640	0,560	0,480	0,600	0,650

PRODUÇÃO MÍN. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	zero	0,040	0,020	zero	zero	0,090	0,160	0,050
	Formação de Grão	0,390	0,370	0,350	0,360	0,440	0,520	0,400	0,350

(*). Segundo os critérios de DOORENBOS E KASSAM (1979).

Tabela 8.2 - Ocorrência de déficit de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio na região de Barra de São Francisco (Est. 3), em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{E_{ia}}{ET_m}$	Floresc.	0,920	0,925	0,930	0,940	0,940	0,800	0,750	0,890
	Formação de Grão	0,890	0,900	0,910	0,910	0,700	0,630	0,830	0,890

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	1,020	1,030	1,030	1,040	1,040	0,880	0,830	0,980
	Formação de Grão	0,670	0,675	0,680	0,680	0,520	0,470	0,620	0,670

PRODUÇÃO MÍN. ESPERADA	FASE REL. DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	zero	zero	zero	zero	zero	0,120	0,170	0,020
	Formação de Grão	0,330	0,325	0,320	0,320	0,480	0,530	0,380	0,330

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS E KASSAM (1979).

Tabela 9 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio, na região de São Mateus (Estação 1) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 -	$\frac{E_{ta}}{E_{tm}}$ Floresc.	0,550	0,530	0,510	0,630	0,520	0,400	0,390	0,530
	Formação de Grão	0,300	0,270	0,450	0,380	0,100	0,080	0,300	0,310

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 -	$\frac{Y_a}{Y_m}$ Floresc.	0,610	0,590	0,560	0,690	0,570	0,440	0,420	0,590
	Formação de Grão	0,225	0,200	0,340	0,290	0,076	0,065	0,228	0,235

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,390	0,410	0,440	0,310	0,430	0,560	0,580	0,410
	Formação de Grão	0,775	0,800	0,660	0,710	0,924	0,935	0,772	0,765

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 9.1 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio, na região de Boa Esperança (Estação 2) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{E_{ta}}{E_{Tm}}$	Floresc.	0,600	0,540	0,570	0,640	0,620	0,490	0,450	0,560
	Formação de Grão	0,320	0,360	0,460	0,450	0,240	0,170	0,340	0,390

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,660	0,600	0,630	0,700	0,680	0,540	0,490	0,610
	Formação de Grão	0,240	0,270	0,340	0,330	0,180	0,130	0,250	0,290

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,340	0,400	0,370	0,300	0,320	0,360	0,510	0,590
	Formação de Grão	0,760	0,730	0,660	0,770	0,820	0,870	0,750	0,710

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 9.2 - Ocorrência de déficits de água no solo (valores médios) durante os estádios de florescimento e formação de grão e seus efeitos sobre a produção potencial* em relação à cultura do feijão (CAD = 40mm) em função da época de plantio, na região de Barra de São Francisco (Estação 3) em condições sem irrigação.

DÉFICIT DE ÁGUA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{E_{ta}}{ET_m}$	Floresc.	0,610	0,600	0,650	0,710	0,620	0,470	0,450	0,540
	Formação de Grão	0,410	0,480	0,570	0,590	0,210	0,180	0,310	0,420

DÉFICIT DE PRODUÇÃO	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1 - $\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,670	0,660	0,720	0,780	0,680	0,520	0,490	0,590
	Formação de Grão	0,300	0,360	0,430	0,440	0,150	0,130	0,230	0,320

PRODUÇÃO MÉD. REL. ESPERADA	FASE DE OCORRÊN.	ÉPOCA DE PLANTIO							
		JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
$\frac{Y_a}{Y_m}$	Floresc.	0,330	0,340	0,280	0,220	0,320	0,480	0,510	0,410
	Formação de Grão	0,700	0,640	0,570	0,560	0,850	0,870	0,770	0,680

(*) Segundo os critérios de DOORENBOS & KASSAM (1979).

APENDICE 3

Tabela 1 - Ocorrência de déficits de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) DSOP, valores médios mensais (DM) e os valores médios diários máximos (DMAXd), considerando-se as CAD de 40mm e 60mm com $K_c=1$, para a região de São Mateus (Est. 1).

MESES	CAD = 40mm					
	DSOP (mm)	QSOP (m ³ /ha)*	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	149,00	1.490,00	81,00	810,00	5,80	58,00
Fevereiro	122,00	1.220,00	68,00	680,00	5,50	55,00
Março	119,50	1.195,00	62,50	625,00	4,50	45,00
Abril	88,00	880,00	48,50	485,00	4,20	42,00
Mai	86,00	860,00	56,00	560,00	3,50	35,00
Junho	64,00	640,00	38,50	385,00	2,80	28,00
Julho	50,50	505,00	25,50	255,00	2,40	24,00
Agosto	72,00	720,00	44,50	445,00	3,00	30,00
Setembro	89,50	895,00	59,00	590,00	3,40	34,00
Outubro	96,50	965,00	50,00	500,00	4,00	40,00
Novembro	74,50	745,00	36,50	365,00	4,50	45,00
Dezembro	81,50	815,00	40,00	400,00	4,80	48,00

MESES	CAD = 60mm					
	DSOP (mm)	QSOP (m ³ /ha)	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	130,00	1.300,00	70,50	705,00	5,50	55,00
Fevereiro	111,00	1.110,00	62,50	625,00	5,40	54,00
Março	111,50	1.115,00	57,50	575,00	4,40	44,00
Abril	77,50	775,00	42,50	425,00	4,00	40,00
Mai	78,50	785,00	50,00	500,00	3,30	33,00
Junho	61,00	610,00	37,00	370,00	2,80	28,00
Julho	49,00	490,00	24,50	245,00	2,30	23,00
Agosto	66,50	665,00	40,50	405,00	2,90	29,00
Setembro	84,50	845,00	55,20	552,00	3,30	33,00
Outubro	90,00	900,00	47,50	475,00	3,90	39,00
Novembro	61,00	610,00	30,00	300,00	4,50	45,00
Dezembro	67,50	675,00	33,00	330,00	4,60	46,00

(*) Lâmina suplementar correspondente.

Tabela 1.1 - Ocorrência de déficits de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) D80P, valores médios mensais (DM) e os valores médios diários máximos (DMAXd), considerando-se as CAD de 40mm e 60mm com $K_c=1$, para a região de Boa Esperança (Est. 2).

CAD = 40mm						
MESES	D80P (mm)	Q80P (m ³ /ha)*	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	161,00	1.610,00	91,00	910,00	6,40	64,00
Fevereiro	137,00	1.370,00	78,50	785,00	5,70	57,00
Março	126,00	1.260,00	67,50	675,00	5,00	50,00
Abril	106,00	1.060,00	60,00	600,00	4,30	43,00
Mai	92,50	925,00	59,00	590,00	3,60	36,00
Junho	69,50	695,00	44,00	440,00	2,90	29,00
Julho	56,00	560,00	30,00	300,00	2,50	25,00
Agosto	79,50	795,00	51,00	510,00	3,10	31,00
Setembro	97,50	975,00	70,00	700,00	3,60	36,00
Outubro	112,50	1.125,00	67,00	670,00	4,20	42,00
Novembro	108,00	1.080,00	53,50	535,00	4,70	47,00
Dezembro	112,00	1.120,00	53,50	535,00	5,20	52,00

CAD = 60mm						
MESES	D80P (mm)	Q80P (m ³ /ha)	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	143,50	1.435,00	80,50	805,00	6,20	62,00
Fevereiro	128,50	1.285,00	73,00	730,00	5,50	55,00
Março	115,50	1.155,00	61,50	615,00	4,90	49,00
Abril	98,50	985,00	55,00	550,00	4,40	44,00
Mai	87,00	870,00	55,00	550,00	3,60	36,00
Junho	65,50	655,00	41,50	415,00	2,90	29,00
Julho	54,50	545,00	29,50	295,00	2,40	24,00
Agosto	74,50	745,00	47,50	475,00	3,00	30,00
Setembro	95,00	950,00	66,50	665,00	3,60	36,00
Outubro	110,50	1.105,00	64,00	640,00	4,20	42,00
Novembro	100,00	1.000,00	49,00	490,00	4,70	47,00
Dezembro	96,00	960,00	46,00	460,00	5,20	52,00

(*) Lâmina suplementar correspondente.

Tabela 1.2 - Ocorrência de déficits de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade), D80P, valores médios mensais e os valores médios diários máximos (DMAXd), considerando-se as CAD de 40mm e 60mm com $K_c=1$, para a região de Barra de São Francisco (Est. 3).

CAD = 40mm						
MESES	D80P (mm)	Q80P (m ³ /ha)*	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	161,00	1.610,00	83,50	835,00	6,20	62,00
Fevereiro	133,00	1.330,00	78,50	785,00	5,50	55,00
Março	125,00	1.250,00	72,00	720,00	4,70	47,00
Abril	100,50	1.005,00	64,50	645,00	4,00	40,00
Maio	82,50	825,00	58,50	585,00	3,20	32,00
Junho	58,00	580,00	42,00	420,00	2,40	24,00
Julho	60,50	605,00	43,00	430,00	2,40	24,00
Agosto	78,00	780,00	60,00	600,00	2,90	29,00
Setembro	92,00	920,00	73,00	730,00	3,40	34,00
Outubro	106,50	1.065,00	63,00	630,00	3,90	39,00
Novembro	95,00	950,00	46,00	460,00	4,40	44,00
Dezembro	102,50	1.025,00	50,00	500,00	4,80	48,00

CAD = 60mm						
MESES	D80P (mm)	Q80P (m ³ /ha)	DM (mm)	QM (m ³ /ha)	DMAXd (mm)	QMAXd (m ³ /ha)
Janeiro	143,50	1.435,00	74,00	740,00	6,00	60,00
Fevereiro	127,00	1.270,00	71,50	715,00	5,50	55,00
Março	119,50	1.195,00	67,00	670,00	4,70	47,00
Abril	95,50	955,00	60,50	605,00	3,90	39,00
Maio	80,00	800,00	56,00	560,00	3,20	32,00
Junho	56,00	560,00	41,00	410,00	2,40	24,00
Julho	59,00	590,00	42,50	425,00	2,30	23,00
Agosto	74,50	745,00	58,00	580,00	2,80	28,00
Setembro	91,00	910,00	71,50	715,00	3,40	34,00
Outubro	106,00	1.060,00	62,00	620,00	3,80	38,00
Novembro	89,50	895,00	43,50	435,00	4,40	44,00
Dezembro	88,50	885,00	43,50	435,00	4,80	48,00

(*) Lâmina suplementar correspondente.

A P E N D I C E 4

Tabela 1 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o milho (CAD = 60mm) com Kc variável, para a região de São Mateus (Est. 1).

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I (Kc = 0,5)		FASE II (Kc = 0,8)		FLORAÇÃO (Kc = 1,2)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	38,50	385,00	82,00	820,00	139,00	1.390,00
Fevereiro	38,00	380,00	83,00	830,00	101,00	1.010,00
Março	41,00	410,00	54,50	545,00	98,00	980,00
Abril	19,50	195,00	58,50	585,00	76,00	760,00
Mai	29,00	290,00	46,00	460,00	63,00	630,00
Junho	23,50	235,00	34,50	345,00	83,50	835,00
Julho	13,00	130,00	49,00	490,00	104,00	1.040,00
Agosto	22,50	225,00	64,00	640,00	113,50	1.135,00
Setembro	34,50	345,00	66,50	665,00	87,00	870,00
Outubro	31,00	310,00	35,00	350,00	97,00	970,00
Novembro	0,00	0,00	37,50	375,00	166,50	1.665,00
Dezembro	0,00	0,00	93,50	935,00	140,00	1.400,00

ÉPOCA DE PLANTIO	FORM. GRÃO (Kc = 1,0)		PERÍODO VEGETATIVO TOTAL		LÂMINA POR CICLO	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	77,50	775,00	337,00	3.370,00	3.370,00	3.370,00
Fevereiro	78,00	780,00	300,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Março	61,00	610,00	254,50	2.545,00	2.545,00	2.545,00
Abril	49,00	490,00	203,00	2.030,00	2.030,00	2.030,00
Mai	66,00	660,00	204,00	2.040,00	2.040,00	2.040,00
Junho	84,00	840,00	225,50	2.255,00	2.255,00	2.255,00
Julho	90,00	900,00	256,00	2.560,00	2.560,00	2.560,00
Agosto	61,00	610,00	261,00	2.610,00	2.610,00	2.610,00
Setembro	67,00	670,00	255,00	2.550,00	2.550,00	2.550,00
Outubro	130,00	1.300,00	293,00	2.930,00	2.930,00	2.930,00
Novembro	111,00	1.110,00	315,00	3.150,00	3.150,00	3.150,00
Dezembro	111,00	1.110,00	344,50	3.445,00	3.445,00	3.445,00

Tabela 2 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o feijão (CAD = 40mm) com Kc variável, para a região de São Mateus (Est. 1).

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I (Kc = 0,5)		FLORAÇÃO (Kc = 1,2)		FASE III (Kc = 0,8)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	57,50	575,00	151,00	1.510,00	91,00	910,00
Fevereiro	48,90	489,00	147,50	1.475,00	64,00	640,00
Março	48,90	489,00	110,80	1.108,00	66,00	660,00
Abril	29,60	296,00	105,60	1.056,00	48,50	485,00
Mai	36,50	365,00	78,50	786,00	36,00	360,00
Junho	26,00	260,00	64,50	645,00	54,00	540,00
Julho	14,00	140,00	89,00	890,00	69,50	695,00
Agosto	28,00	280,00	109,00	1.090,00	73,00	730,00
Setembro	39,80	398,00	120,00	1.200,00	48,60	486,00
Outubro	37,50	375,00	100,00	1.000,00	52,00	520,00
Novembro	10,00	100,00	111,00	1.110,00	112,50	1.125,00
Dezembro	7,00	70,00	185,70	1.857,00	93,00	930,00

ÉPOCA DE PLANTIO	PERÍODO VEGETATIVO TOTAL	LÂMINA POR CICLO
	(mm)	m^3/ha
Janeiro	300,00	3.000,00
Fevereiro	260,00	2.600,00
Março	226,00	2.260,00
Abril	184,00	1.840,00
Mai	151,00	1.510,00
Junho	145,00	1.450,00
Julho	173,00	1.730,00
Agosto	210,00	2.100,00
Setembro	208,00	2.080,00
Outubro	189,50	1.895,00
Novembro	234,00	2.340,00
Dezembro	286,00	2.860,00

Tabela 3 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o milho (CAD = 60mm) com Kc variável, para a região de Boa Esperança (Est. 2).

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I (Kc = 0,5)		FASE II (Kc = 0,8)		FLORAÇÃO (Kc = 1,2)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	48,00	480,00	98,00	980,00	145,00	1.450,00
Fevereiro	52,00	520,00	86,00	860,00	123,00	1.230,00
Março	42,00	420,00	74,00	740,00	107,00	1.070,00
Abril	38,00	380,00	66,00	660,00	81,00	810,00
Mai	35,00	350,00	49,50	495,00	69,00	690,00
Junho	26,00	260,00	40,00	400,00	92,00	920,00
Julho	18,00	180,00	56,00	560,00	115,50	1.155,00
Agosto	29,50	295,00	74,00	740,00	135,00	1.350,00
Setembro	43,50	435,00	86,00	860,00	127,00	1.270,00
Outubro	49,00	490,00	73,00	730,00	127,00	1.270,00
Novembro	32,50	325,00	65,00	650,00	181,00	1.810,00
Dezembro	18,00	180,00	105,00	1.050,00	159,00	1.590,00

ÉPOCA DE PLANTIO	FORM. GRÃO (Kc = 1,0)	PERÍODO VEGETATIVO TOTAL	LÂMINA POR CICLO	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	98,50	985,00	389,50	3.895,00
Fevereiro	87,00	870,00	348,00	3.480,00
Março	65,00	650,00	288,00	2.880,00
Abril	54,00	540,00	239,00	2.390,00
Mai	74,00	740,00	227,50	2.275,00
Junho	95,00	950,00	253,00	2.530,00
Julho	110,00	1.100,00	299,50	2.995,00
Agosto	100,00	1.000,00	338,50	3.385,00
Setembro	96,00	960,00	352,50	3.525,00
Outubro	143,00	1.430,00	392,00	3.920,00
Novembro	128,00	1.280,00	406,50	4.065,00
Dezembro	115,50	1.155,00	397,50	3.975,00

Tabela 4 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o feijão (CAD = 40mm) com K_c variável, para a região de Boa Esperança (Est. 2).

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I ($K_c = 0,5$)		FLORAÇÃO ($K_c = 1,2$)		FORM. GRÃO ($K_c = 0,8$)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	66,00	660,00	167,00	1.670,00	96,00	960,00
Fevereiro	61,00	610,00	154,50	1.545,00	81,50	815,00
Março	52,00	520,00	130,00	1.300,00	71,50	715,00
Abril	45,00	450,00	113,00	1.130,00	54,00	540,00
Mai	41,00	410,00	85,50	855,00	42,00	420,00
Junho	30,50	305,00	70,50	705,00	61,50	615,00
Julho	20,00	200,00	97,00	970,00	76,50	765,00
Agosto	34,50	345,00	117,50	1.175,00	87,50	875,00
Setembro	46,00	460,00	136,50	1.365,00	80,50	805,00
Outubro	51,00	510,00	134,50	1.345,00	80,50	805,00
Novembro	40,00	400,00	143,00	1.430,00	123,00	1.230,00
Dezembro	34,00	340,00	199,00	1.990,00	106,50	1.065,00

ÉPOCA DE PLANTIO	PERÍODO VEGETATIVO TOTAL	LÂMINA POR CICLO
	(mm)	m^3/ha
Janeiro	329,00	3.290,00
Fevereiro	297,00	2.970,00
Março	253,50	2.535,00
Abril	212,00	2.120,00
Mai	168,50	1.685,00
Junho	162,50	1.625,00
Julho	193,50	1.935,00
Agosto	239,50	2.395,00
Setembro	263,00	2.630,00
Outubro	266,00	2.660,00
Novembro	306,00	3.060,00
Dezembro	339,50	3.395,00

Tabela 5 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o milho (CAD = 60mm) com Kc variável, para a região de Barra de São Francisco (Est. 3).

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I (Kc = 0,5)		FASE II (Kc = 0,8)		FLORAÇÃO (Kc = 1,2)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	51,00	510,00	98,00	980,00	146,00	1.460,00
Fevereiro	54,00	540,00	92,00	920,00	117,00	1.170,00
Março	51,00	510,00	73,00	730,00	97,00	970,00
Abril	41,00	410,00	62,00	620,00	68,00	680,00
Maiο	35,50	355,00	43,00	430,00	72,50	725,00
Junho	24,00	240,00	45,50	455,00	91,00	910,00
Julho	25,00	250,00	58,00	580,00	110,00	1.100,00
Agosto	33,00	330,00	72,00	720,00	129,00	1.290,00
Setembro	43,00	430,00	83,00	830,00	114,00	1.140,00
Outubro	49,00	490,00	64,00	640,00	117,00	1.170,00
Novembro	26,50	265,00	59,50	595,00	180,00	1.800,00
Dezembro	16,00	160,00	106,50	1.065,00	156,00	1.560,00

ÉPOCA DE PLANTIO	FORM. GRÃO (Kc = 1,0)		PERÍODO VEGETATIVO TOTAL		LÂMINA POR CICLO	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	95,00	950,00	390,00	3.900,00	3.900,00	3.900,00
Fevereiro	80,00	800,00	343,00	3.430,00	3.430,00	3.430,00
Março	56,00	560,00	277,00	2.770,00	2.770,00	2.770,00
Abril	59,00	590,00	230,00	2.300,00	2.300,00	2.300,00
Maiο	74,00	740,00	225,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
Junho	91,00	910,00	251,50	2.515,00	2.515,00	2.515,00
Julho	106,00	1.060,00	299,00	2.990,00	2.990,00	2.990,00
Agosto	89,00	890,00	323,00	3.230,00	3.230,00	3.230,00
Setembro	88,00	880,00	328,00	3.280,00	3.280,00	3.280,00
Outubro	143,00	1.430,00	373,00	3.730,00	3.730,00	3.730,00
Novembro	127,00	1.270,00	393,00	3.930,00	3.930,00	3.930,00
Dezembro	119,00	1.190,00	397,50	3.975,00	3.975,00	3.975,00

Tabela 6 - Ocorrência de deficiências de água no solo (ao nível de 80% de probabilidade) em mm e correspondentes lâminas suplementares em m^3/ha de área plantada, numa simulação de plantio para o feijão (CAD = 40mm) com K_c variável, para a região de Barra de São Francisco.

ÉPOCA DE PLANTIO	FASE I ($K_c = 0,5$)		FLORAÇÃO ($K_c = 1,2$)		FORM. GRÃO ($K_c = 0,8$)	
	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha	(mm)	m^3/ha
Janeiro	68,50	685,00	161,50	1.615,00	97,50	975,00
Fevereiro	60,00	600,00	152,00	1.520,00	78,50	785,00
Março	56,50	565,00	122,00	1.220,00	64,50	645,00
Abril	46,00	460,00	100,00	1.000,00	45,50	455,00
Mai	37,50	375,00	70,50	705,00	46,50	465,00
Junho	26,50	265,00	73,50	735,00	61,00	610,00
Julho	26,50	265,00	94,50	945,00	72,50	725,00
Agosto	36,50	365,00	111,00	1.110,00	84,00	840,00
Setembro	44,00	440,00	129,50	1.295,00	70,00	700,00
Outubro	49,50	495,00	120,00	1.200,00	73,50	735,00
Novembro	32,50	325,00	131,50	1.315,00	124,00	1.240,00
Dezembro	30,00	300,00	198,00	1.980,00	103,50	1.035,00

ÉPOCA DE PLANTIO	PERÍODO VEGETATIVO TOTAL	LÂMINA POR CICLO
	(mm)	m^3/ha
Janeiro	327,50	3.275,00
Fevereiro	290,50	2.905,00
Março	243,00	2.430,00
Abril	191,50	1.915,00
Mai	154,50	1.545,00
Junho	161,00	1.610,00
Julho	193,50	1.935,00
Agosto	231,50	2.315,00
Setembro	243,50	2.435,00
Outubro	243,00	2.430,00
Novembro	288,00	2.880,00
Dezembro	331,50	3.315,00