

## **SIMULAÇÃO E EFEITO DE VERANICOS EM CULTURAS DESENVOLVIDAS NA REGIÃO DE PALMEIRA D'OESTE, ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>**

**F.B.T. HERNANDEZ<sup>2</sup>, S.A.V. de SOUSA<sup>3</sup>, J.L. ZOCOLER<sup>4</sup>, J.A. FRIZZONE<sup>5</sup>**

**RESUMO:** Foram determinadas as probabilidades de ocorrência de veranicos de diferentes durações e seus efeitos em culturas anuais e perenes na região oeste paulista. Os resultados mostraram que as freqüências dos veranicos simulados apresentaram comportamento semelhante no período de dezembro a março, caracterizado pelas altas freqüências de veranicos com duração reduzida. Nos demais meses, ocorreu uma maior distribuição das freqüências simuladas, entretanto, evidenciou-se uma tendência de concentração das maiores freqüências para os veranicos de menor intensidade. Para os meses de junho a agosto evidenciou-se uma dispersão dos valores das freqüências simuladas para os veranicos de diferentes durações, com sensível aumento das freqüências para veranicos mais longos. As produções relativas médias variaram entre 75,5 e 83,6%, 54,5 e 84,3% e 39,2 a 73,6% para as culturas de algodão, feijão e milho, respectivamente. Nas culturas perenes (banana, citros e uva) observou-se que as menores produções médias ponderadas ocorreram para o mês de agosto.

**PALAVRAS-CHAVE:** planejamento da irrigação, Monte Carlo, veranico

---

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido como parte do Convênio 300/98 (Aproveitamento Hidroagrícola no Estado de São Paulo) entre MMA-SRH e UNESP.

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP. Área de Hidráulica e Irrigação. C.P. 34. CEP 15.385-000. Ilha Solteira - SP. [fbhtang@agr.feis.unesp.br](mailto:fbhtang@agr.feis.unesp.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor. Centro de Tecnologia Copersucar - Piracicaba - SP. [SAVSOUZA@copersucar.com.br](mailto:SAVSOUZA@copersucar.com.br)

<sup>4</sup> UNESP - Ilha Solteira. Área de Hidráulica e Irrigação. [zocoler@agr.feis.unesp.br](mailto:zocoler@agr.feis.unesp.br)

<sup>5</sup> ESALQ-USP - Departamento de Engenharia Rural. [frizzone@carpa.ciagri.usp.br](mailto:frizzone@carpa.ciagri.usp.br)

## **SIMULATION AND DROUGHT STRESSES EFFECTS ON CROPS GROWN IN PALMEIRA D'OESTE REGION, STATE OF SÃO PAULO**

**SUMMARY:** It was determined the probabilities of drought stresses of different durations and the effect of these stresses in six crops. The results showed that the frequency in the simulated drought stresses presented a similar behaviour in the period extending from december till march, characterized by high frequencies in the occurrence of short duration. In others months, there was a better distribution in the simulated drought stresses's frequency; however verified a tendency to the concentration in a more frequent occurrence of drought stresses of lesser intensity. For june till august a dispersion on simulated frequency values can be inferred for drought stresses of variable durations, with a consistent rise in the simulated frequencies on stoping longer duration drought stresses. The relative yields averages varied between 75,5 and 83,6%, 54,5 and 73,6% and 39,2 and 73,6%, respectively for the cotton, bean and corn crops. As for perennial crops the smallest average yields were detected in august.

**KEYWORDS:** irrigation plan, Monte Carlo, drought stress

### **INTRODUÇÃO**

No mundo globalizado e de alta competição, torna-se necessário que a agricultura seja praticada de forma intensiva e com alta produtividade. Logo, é imprescindível a adoção da tecnologia da irrigação, pois ela possibilita alta produção, padronização e qualidade dos produtos e, principalmente, a produção em períodos fora de época, onde os preços pagos ao produtor são maiores.

Em cultivos de entressafra ou até mesmo no cultivo de safrinha sem o uso de irrigação, os riscos no processo de produção são elevados em função do estresse hídrico, sendo mais crítico na fase de florescimento para a maioria das culturas.

O déficit hídrico na planta é caracterizado por uma redução do seu conteúdo de água e do seu potencial hídrico, resultando em perda de turgescência, fechamento dos estômatos, redução do crescimento e conseqüentemente, redução da produção final.

A ocorrência de períodos prolongados de estiagem, os veranicos, é comum principalmente no Brasil Central e Centro Oeste, mas acontece também na região noroeste do Estado de São Paulo, onde são registradas as maiores taxas de evapotranspiração do Estado. As perdas em produção variam com a intensidade e duração do estresse hídrico, bem como dependem do estágio de desenvolvimento da planta (COUTO et al., 1986). De acordo com DOORENBOS & KASSAM (1979), o déficit hídrico tem efeito direto na produção final das culturas, aliado ao fator de resposta da cultura à água ( $K_y$ ), o qual depende da cultura e do estágio de desenvolvimento da mesma.

Segundo BARBOSA (1986), a ocorrência irregular do veranico, de ano para ano, torna a cultura do milho vulnerável ao déficit hídrico em qualquer estágio de desenvolvimento, com prejuízos visíveis na sua produção. No caso do milho, ESPINOZA et al. (1980) verificaram reduções de até 60% no rendimento da cultura quando o déficit hídrico ocorreu desde o estágio de floração até o enchimento dos grãos, e de 40% quando ocorreu durante a iniciação floral. Os mesmos autores concluíram que para o experimento conduzido, em que os períodos de seca ocorreram durante todo ou parte do processo reprodutivo da planta, a irrigação suplementar permite praticamente duplicar os rendimentos das variedades de milho testadas. SOUSA & FRIZZONE (1997) simularam quedas de produção na cultura do milho de até 65%, para veranicos ocorridos no estágio de floração na região de Piracicaba.

Uma das principais limitações à produção de soja nos cerrados deve-se aos veranicos, os quais afetam significativamente a produção. ESPINOZA (1982), encontrou rendimentos 24 a 55% superiores da cultura da soja irrigada em relação aos cultivos em que a água foi limitante. MAGALHÃES & MILLAR (1978) encontraram reduções de 20, 38 e 52% na produção de feijão, para veranicos de 14, 17 e 20 dias ocorridos a partir do início da floração, respectivamente. GUIMARÃES et al. (1982)

observaram reduções de 49% na cultura de feijão, quando esta sofreu deficiência hídrica.

Segundo BARBOSA (1986), veranicos que atingem os estádios de floração e enchimento de grãos são extremamente limitantes para a produção de sorgo. COSTA & COUTO (1986) encontraram produções de sorgo de 4250 e 1950 kg/ha, correspondendo a 650 e 220 mm de água, respectivamente.

STONE et al. (1986), estudando o efeito de veranicos na cultura do arroz, concluíram que a produção de grãos e os rendimentos de matéria seca foram afetados negativamente por incrementos nos períodos dos veranicos.

Déficit hídrico, estiagem e veranico são termos muitas vezes utilizados como sinônimos; entretanto, sempre se faz necessário independente do termo, informar a duração, frequência e período de retorno com que ocorrem. Assim, estudos têm sido desenvolvidos no sentido de conhecer a variação temporal e espacial das precipitações pluviométricas com vistas ao fornecimento de subsídios ao planejamento da época de plantio e melhor adequação no uso da irrigação complementar. Existem algumas técnicas para fazer a previsão de fenômenos meteorológicos. O processo de simulação pode ser adotado com esta finalidade, visto que permite, a partir de dados históricos, simular valores de ocorrência futura. Uma técnica de simulação bastante utilizada é o método "Monte Carlo", descrito por HILLIER & LIEBERMAN (1988).

Este trabalho teve por objetivo estabelecer, por meio de simulações, a duração e a frequência de ocorrência de veranicos para as culturas de algodão, feijão, milho, banana, citros e uva na região de Palmeira D'Oeste - SP, bem como o efeito dos veranicos simulados na fase crítica do desenvolvimento destas culturas cultivadas na região.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As simulações foram feitas utilizando-se o software Veranico 2.0 (SOUSA, 1999), cujo modelo permite simular a frequência relativa e o período de retorno da ocorrência de veranicos de diferentes durações, dentro de um mês, para uma região considerada,

e o respectivo efeito destes veranicos na produção de uma determinada cultura. Do ponto de vista teórico, o termo veranico está associado à falta de chuva no período chuvoso; porém, o modelo desenvolvido permite simular as frequências relativas e o período de retorno das diferentes durações de seqüências de dias secos, para qualquer época do ano. Assim, o termo veranico foi utilizado para caracterizar uma seqüência de dias secos, intercalados entre dias chuvosos, independente da época em que ocorre.

Para alimentar o modelo são necessários os dados relativos à frequência observada de dias consecutivos sem chuva, para um determinado mês (obtidos de série meteorológica), os dados de evapotranspiração, os valores dos coeficientes de cultura e de resposta à água em cada estágio e os dados de solo.

Para obtenção das seqüências observadas de dias sem chuva, intercalados entre dias chuvosos, utilizaram-se os dados pluviométricos referentes a um período de 27 anos (1971-1997), obtidos junto ao Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE), para o posto pluviométrico de Palmeira D'Oeste (B7-042), dado pelas coordenadas geográficas 20°25' de latitude Sul e 50°46' de longitude Oeste, e altitude igual a 430 metros. Foram obtidas na série de dados as ocorrências de cada intervalo de dias secos, intercalados entre dias chuvosos, assumindo-se como dia seco, o dia em que ocorreu precipitação pluviométrica menor ou igual à evapotranspiração de referência em base diária, para a região e mês considerados.

A evapotranspiração de referência média (ET<sub>o</sub>), em base diária, foi estimada utilizando-se o software Hidrisa (HERNANDEZ et al., 1995), considerando-se a equação de Penman-FAO, aplicada aos dados obtidos para a região de Ilha Solteira, para o período de 1978 a 1998. A região de Ilha Solteira tem coordenadas geográficas correspondentes a 20° 22' de latitude Sul e 51° 22' de longitude Oeste e altitude média de 335 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e uma umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995). Os

valores de ETo também foram utilizados nas simulações da produção relativa para as culturas estudadas e estão apresentados na Figura 1.

Os dados de umidade do solo na Capacidade de Campo e Ponto de Murcha Permanente, em porcentagem em volume, foram considerados de 23,70 e 11,80%, respectivamente, sendo estes valores correspondentes aos valores médios dos solos típicos da região, Podzólico Vermelho Escuro, que se caracterizam por serem espessos (profundidades maiores que 1,5 m), indicando um estágio avançado de evolução pedogenética.

Considerou-se, nas simulações, o efeito dos veranicos em seis culturas desenvolvidas na região, sendo três anuais (algodão, feijão e milho) e três perenes (banana, citros e uva). Para todas as culturas simulou-se o efeito dos veranicos no estágio de desenvolvimento mais sensível ao déficit hídrico, sendo os respectivos coeficientes de cultura determinados pela metodologia proposta por DOORENBOS & PRUITT (1977). Os valores dos fatores de resposta da cultura à água (Ky) foram obtidos em uma tabela apresentada em DOORENBOS & KASSAM (1979). Para as culturas anuais, bem como para a banana e uva considerou-se uma profundidade do sistema radicular de 0,40 m, para a cultura do citros, este valor foi considerado de 0,80 m.

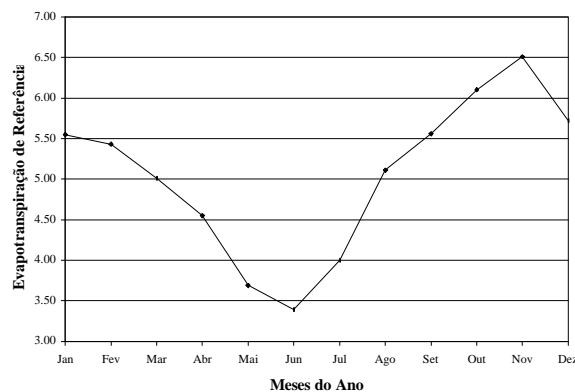


FIGURA 1 - Evapotranspiração de referência (mm/dia) média entre 1978-1998 nos diferentes meses do ano, para a região de Ilha Solteira, SP.

Para as seis culturas, foram simulados os efeitos dos veranicos considerando-se a fase fenológica mais crítica ocorrendo em três meses distintos, sendo o intermediário correspondente ao mês médio de ocorrência da fase fenológica na região. Os meses anterior e posterior foram simulados para verificar o efeito dos veranicos no caso da antecipação e prorrogação do estágio de desenvolvimento mais crítico, para as culturas avaliadas.

Uma maneira de utilizar os valores simulados para selecionar as épocas com menores probabilidades de perdas decorrentes dos veranicos consiste em determinar a Produção Relativa Média Ponderada, obtida pelo produto dos diferentes valores de produção relativa simuladas para cada veranico provável em um mês, pela respectiva frequência simulada do veranico, dividido pela frequência simulada total. Estes valores de Perda Média Ponderada foram obtidos para as seis culturas estudadas, nos três meses avaliados em cada cultura.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das simulações das durações e respectivas frequências de ocorrência dos veranicos estão sumariados na Figura 2 (A, B, C e D). Comparativamente, as frequências dos veranicos simulados apresentaram comportamento semelhante no período de dezembro a março, caracterizado pelas altas frequências de ocorrência de veranicos com duração reduzida. Neste período, as frequências simuladas para veranicos superiores a quatro dias foram sempre menores que 10%, o que acarreta menores probabilidades de veranicos mais longos. Nos meses de abril, maio, setembro, outubro e novembro, ocorreu uma maior distribuição das frequências simuladas dos veranicos; entretanto, pode-se ainda evidenciar uma tendência de concentração das maiores frequências para os veranicos de menor intensidade.

Para os meses de junho, julho e agosto (período seco) pode-se evidenciar uma dispersão dos valores das frequências simuladas para os veranicos de diferentes durações, com sensível aumento das frequências simuladas para veranicos mais

longos. Nestes meses, os veranicos foram simulados com base na função empírica, já que as simulações com base na Cadeia de Markov não apresentaram ajustes significativos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para os demais meses, as simulações dos veranicos foram feitas utilizando-se a opção do programa que permite o ajuste com base na Cadeia de Markov de primeira ordem. SOUSA & FRIZZONE (1998) encontraram resultados semelhantes quanto ao ajuste dos dados de seqüências de dias secos à Cadeia de Markov, concluindo que o modelo Markoviano ajusta-se melhor para os meses em que as seqüências de dias secos apresentaram elevada freqüência para seqüências de curta duração ocorridas dentro do período chuvoso, ou seja, os veranicos. Para os meses mais secos o modelo com base na Cadeia de Markov não apresenta um bom ajuste.

A análise da Figura 2 permite ainda identificar as durações e respectivas freqüências de ocorrência dos veranicos máximos simulados para a região, observando nas mesmas que para o período compreendido entre os meses de abril a setembro é provável a ocorrência de veranicos com duração correspondente ao total de dias do respectivo mês, embora somente no trimestre de junho a agosto as freqüências simuladas para um veranico de duração correspondente ao total do mês sejam superiores a 10%.

Na Figura 3 (A, B, C, D, E e F) são mostrados os valores de produção relativa, em porcentagem da produção máxima, para cada veranico ocorrido no estágio de desenvolvimento mais sensível de cada uma das seis culturas estudadas nos três meses avaliados.

A análise geral dos dados contidos na Figura 3 permite identificar a produção relativa simulada para cada um dos veranicos de diferentes durações ocorridos nos meses avaliados, e associando aos valores apresentados nas Figuras 1 e 2, pode-se fazer a determinação da freqüência de veranicos que proporcionarão uma determinada queda de produção, considerando-se uma cultura e mês de desenvolvimento.



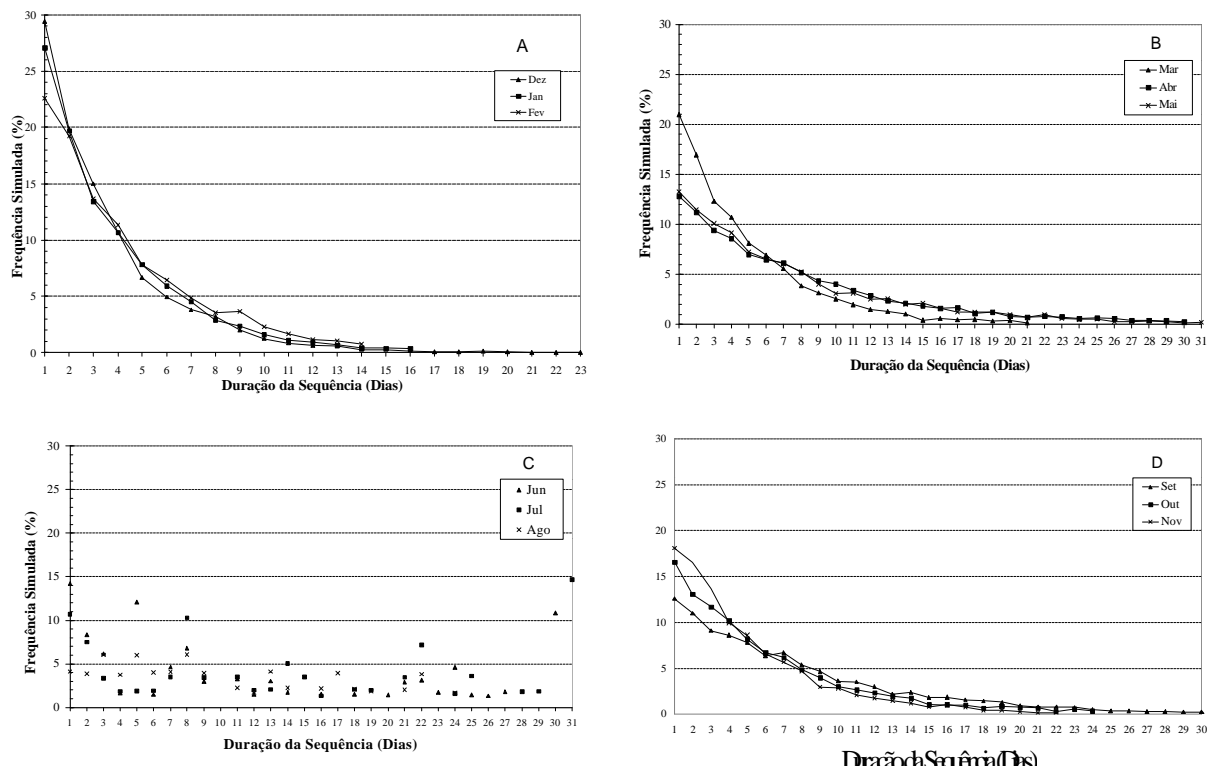


FIGURA 2 - Duração de veranicos e respectivas freqüências simuladas para os trimestres estudados, na região de Palmeira d'Oeste, SP.

Assim, por exemplo, se considerarmos, a máxima queda de 10%, ou seja, uma produção relativa de 90%, decorrente de veranicos ocorridos na floração do algodão em setembro, pode-se observar na Figura 3A que veranicos superiores a 8 dias proporcionaram quedas maiores que o valor considerado. Na Figura 2D verifica-se que a freqüência simulada para veranicos desta duração em setembro é cerca de 5%, sendo as freqüências para veranicos superiores a 8 dias menores que 5%. Para os demais casos a análise pode ser feita de forma semelhante.

A análise específica para cada uma das culturas permite destacar alguns pontos. Para o caso do algodão (Figura 3A), observa-se que os veranicos ocorridos para a fase de floração acontecendo em setembro são os menos danosos à produção, ou seja, proporcionam maiores produções relativas em relação aos outros meses avaliados; entretanto, para a região, o mês médio de florescimento para a cultura é outubro. Por outro lado, pode-se observar na Figura 2D que o mês de setembro apresenta maiores

freqüências simuladas para os veranicos de maiores durações, em relação aos demais meses.

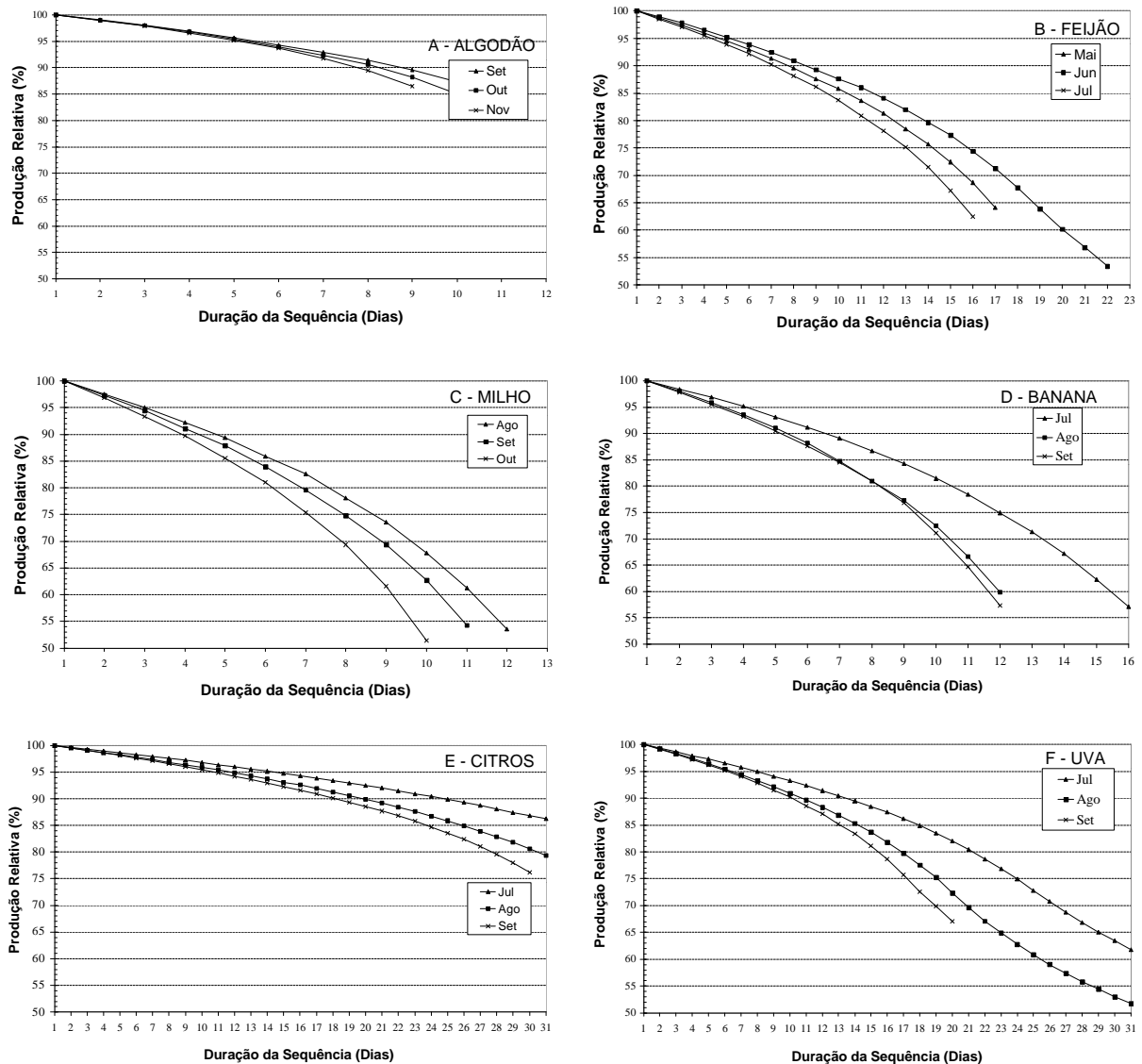


FIGURA 3 - Produção relativa decorrente de veranicos ocorridos no estágio de floração em algumas culturas cultivadas na região de Palmeira d'Oeste - SP.

Assim, por exemplo, se considerarmos, a máxima queda de 10%, ou seja, uma produção relativa de 90%, decorrente de veranicos ocorridos na floração do algodão em setembro, pode-se observar na Figura 3A que veranicos superiores a 8 dias proporcionaram quedas maiores que o valor considerado. Na Figura 2D verifica-se que

a frequência simulada para veranicos desta duração em setembro é cerca de 5%, sendo as frequências para veranicos superiores a 8 dias menores que 5%. Para os demais casos a análise pode ser feita de forma semelhante.

A análise específica para cada uma das culturas permite destacar alguns pontos. Para o caso do algodão (Figura 3A), observa-se que os veranicos ocorridos para a fase de floração acontecendo em setembro são os menos danosos à produção, ou seja, proporcionam maiores produções relativas em relação aos outros meses avaliados; entretanto, para a região, o mês médio de florescimento para a cultura é outubro. Por outro lado, pode-se observar na Figura 2D que o mês de setembro apresenta maiores frequências simuladas para os veranicos de maiores durações, em relação aos demais meses.

Para o feijão (Figura 3B) as menores perdas simuladas na floração ocorreram para o mês de junho, sendo este o mês médio de ocorrência da fase na região de Palmeira d'Oeste. Por outro lado, pode-se observar na Figura 2 (B e C) que o mês de junho apresenta frequências simuladas para veranicos de maiores durações bem mais acentuadas do que as simuladas para o mês de maio, ou seja, apesar do mês de junho apresentar menores perdas simuladas decorrentes de veranicos de mesma duração em comparação com o mês de maio, os veranicos mais intensos e que, conseqüentemente, proporcionam maiores perdas apresentam frequências simuladas bem maiores para o mês de junho em comparação com maio. O estágio da floração do feijão acontecendo em julho é o mais problemático para a região, pois associa as menores produções relativas com as maiores frequências simuladas para veranicos de maior duração.

O efeito dos veranicos simulados para a cultura do milho pode ser observado na Figura 3C. Nesta Figura verifica-se que veranicos ocorridos no mês de agosto são os que proporcionam menores efeitos na produção, entretanto para este mês as frequências simuladas para veranicos de maiores durações são superiores às simuladas para os demais meses. Veranicos ocorridos no mês médio de ocorrência do florescimento do milho na região (setembro) são os que proporcionam produções

relativas intermediárias; entretanto, neste mês, embora com baixa frequência simulada, são prováveis veranicos de duração correspondente ao total de dias do mês.

O efeito dos veranicos simulados para as culturas de banana, citros e uva nos três meses avaliados podem ser observados nas Figuras 3D, 3E e 3F, respectivamente. Para as três culturas o comportamento foi semelhante, sendo as perdas simuladas bem menores para veranicos ocorridos em julho. Os veranicos ocorridos em agosto proporcionam perdas intermediárias, e os ocorridos em setembro são os mais danosos à produção das três culturas. Quanto às frequências de ocorrência dos veranicos, pode-se observar nas Figuras 2C e 2D uma ordem decrescente das frequências simuladas para os meses de julho, agosto e setembro, ou seja, neste trimestre, no mês em que os veranicos são mais danosos à produção, são menores as frequências simuladas para os veranicos de maiores durações, em comparação aos outros meses.

Uma comparação dos efeitos dos veranicos nas seis culturas estudadas em cada um dos três meses avaliados pode ser feita analisando-se a Figura 4, onde é apresentada a produção relativa média ponderada para cada cultura e mês de estudo, podendo ser utilizada para selecionar as melhores épocas de cultivo das culturas na região.

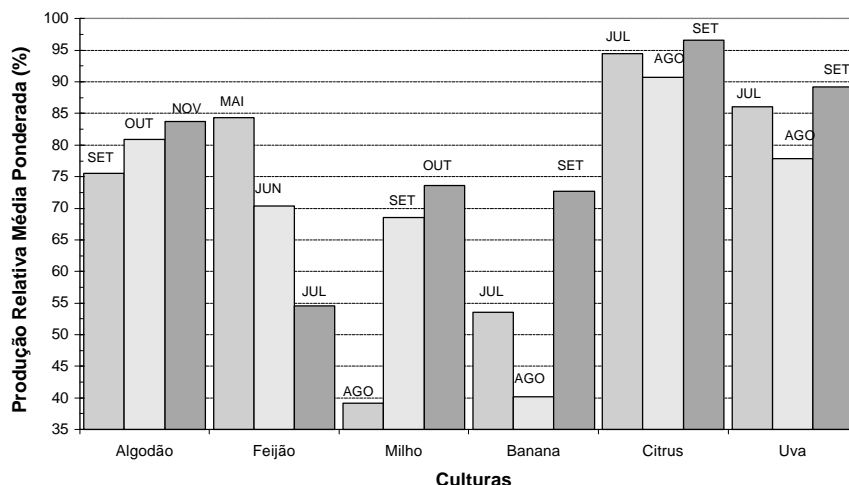


FIGURA 4 - Produção Relativa Média Ponderada, em porcentagem da produção máxima, para as culturas estudadas nos meses avaliados.

A análise da Figura 4 permite verificar que para a cultura do algodão as produções relativas médias ponderadas foram próximas para os três meses, variando de 75,5 a 83,6%. Verifica-se que a menor produção média ocorreu para o mês de setembro, embora neste mês as produções relativas para cada veranico individualmente tenham sido superiores aos demais (Figura 3A). Isto se deu pelo fato de no mês de setembro serem maiores as probabilidades de veranicos de maiores durações, o que proporciona uma maior perda média ponderada. Da mesma forma pode-se analisar o mês de novembro, no qual os veranicos individuais proporcionam maiores perdas; entretanto, neste mês ocorreu a maior produção relativa média ponderada, ou seja, para este mês foi simulada a menor perda média para o algodão, já que neste mês são menores as probabilidades de veranicos de maiores durações.

Para a cultura do feijão foram maiores as diferenças entre as produções relativas médias ponderadas para os três meses, variando entre 54,5 e 84,3%, sendo que no mês de julho foram simuladas as menores produções relativas para cada veranico individualmente, bem como a menor produção relativa média ponderada. No mês de junho as produções relativas de cada veranico são maiores, entretanto este mês proporcionou uma menor produção média do que a observada para maio.

No caso do milho, observa-se uma variação de 39,2 a 73,6% entre as produções relativas médias ponderadas para os meses de agosto e outubro. O comportamento foi semelhante ao do algodão, ou seja, no mês em que os veranicos individuais afetam menos a produção (agosto), são maiores as probabilidades de veranicos mais intensos, o que vai acarretar em uma menor produção relativa média ponderada. Da mesma forma, no mês outubro, no qual os veranicos são mais danosos à produção (Figura 3C), são menores as probabilidades de veranicos mais intensos e, conseqüentemente, maior a produção relativa média ponderada.

Para o caso das culturas perenes pode-se observar na Figura 4 que as menores produções relativas médias ponderadas ocorreram para o mês de agosto. Nas Figuras 3D, 3E e 3F verifica-se que este mês tem comportamento intermediário quanto aos efeitos de cada veranico individualmente. Veranicos ocorridos em setembro são os mais danosos à produção; entretanto, para este mês foram simuladas as maiores

produções relativas médias ponderadas, o que ocorreu pelo fato de neste mês serem menores as probabilidades de ocorrência de veranicos mais intensos.

Na Tabela 1 são apresentados os valores das durações, probabilidades e períodos de retorno dos veranicos críticos para cada cultura e mês de ocorrência. Veranico crítico foi considerado como a duração do período seco, a partir da qual a cultura vai consumir toda água disponível no solo, e caso a água não seja repostada a produção final será zero.

Como exemplo, pode-se verificar que para veranicos maiores ou iguais a 18 dias, ocorridos em maio na fase de florescimento, a cultura do feijão vai consumir toda a água disponível no solo, e caso esta não seja repostada, a cultura vai cessar seu crescimento, sendo de 35,2% a probabilidade de ocorrência deste evento, o que resulta em um período de retorno (P.R.) de 2,84 anos.

TABELA 1 - Durações, probabilidades e períodos de retorno dos veranicos críticos para as culturas e meses avaliados.

Culturas Anuais											
Algodão				Feijão				Milho			
Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos	Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos	Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos
Set.	12	72,5	1,38	Mai.	18	35,2	2,84	Ago.	13	100,0	1,00
Out.	11	66,4	1,51	Jun.	23	53,8	1,86	Set.	12	72,5	1,38
Nov.	10	63,2	1,58	Jul.	17	79,1	1,26	Out.	11	66,4	1,51

Culturas Perenes											
Banana				Citrus				Uva			
Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos	Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos	Mês	Dur. dias	Prob. (%)	P. R. anos
Jul.	17	79,2	1,26	Jul.	---	---	---	Jul.	---	---	---
Ago.	13	100,0	1,00	Ago.	---	---	---	Ago.	---	---	---
Set.	13	62,2	1,61	Set.	---	---	---	Set.	21	15,5	6,45

De modo geral, são altas as probabilidades de ocorrência dos veranicos críticos para as culturas anuais, o que dá um período de retorno curto para os eventos, sendo de 1 ano para a cultura do milho em agosto. Pode-se considerar, com base na Tabela, o alto risco de produzir sem irrigação nas condições estudadas.

Para as culturas perenes os veranicos críticos ocorreram para o mês de setembro na cultura da uva, porém com um período de retorno de 6,45 anos, enquanto que nos citros não foram obtidos veranicos críticos para as condições avaliadas. A cultura da

banana mostrou-se bem mais sensível, com veranicos críticos de período de retorno de 1,26; 1,0 e 1,61 anos para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente.

## **CONCLUSÕES**

As frequências dos veranicos simulados apresentaram comportamento semelhante no período de dezembro a março, caracterizado pelas altas frequências de ocorrência com duração reduzida. Para os meses de abril, maio, setembro, outubro e novembro, ocorreu uma maior distribuição das frequências simuladas dos veranicos, entretanto, pode-se ainda evidenciar uma tendência de concentração das maiores frequências para os veranicos de menor intensidade. Nos meses de junho, julho e agosto evidencia-se um sensível aumento das frequências simuladas para veranicos mais longos.

No caso das culturas perenes observou-se que as menores produções relativas médias ponderadas ocorreram para o mês de agosto, enquanto que são altas as probabilidades de ocorrência dos veranicos críticos para as culturas anuais, o que resulta em um período de retorno curto para os eventos, permitindo concluir com segurança, que o desenvolvimento da agricultura na região sem o uso da irrigação é uma atividade de alto risco, se for considerada a necessidade de se obter altas produtividades para que o agricultor não seja excluído da atividade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BARBOSA, J.V.A. Efeito do veranico sobre a produção de cultivares de milho In: *Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1980-1984*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986, p.80-82.

COSTA, E.F.; COUTO, L. Função de produção e eficiência no uso da água pela cultura do sorgo granífero. In: *Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986, p.161.

COUTO, L.; COSTA, E.F.; VIANA, R.T. Efeito do veranico sobre a produção de cultivares de milho In: *Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986. p.77-78.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Crop water requirements*. Rome, FAO, 1977. 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L.D. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região de cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.1, p.85-95, 1980.

ESPINOZA, W. Resposta de doze cultivares de soja ao déficit hídrico num Latosolo Vermelho-Escuro de Cerrados do Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.447-458, 1982.

GUIMARÃES, C.M.; STEINMETZ, S.; PORTES CASTRO, T.A. Uso de microlisímetro na determinação da evapotranspiração do feijoeiro da seca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1982, Goiânia. *Anais...* Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1982. p.133-137.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. *Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira*. Ilha Solteira, UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. *Introdução à pesquisa operacional*. São Paulo: EDUSP, 1988. 805p.

MAGALHÃES, A.A.; MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.13, n.2, p.55-60, 1978.

SOUZA, S.A.V. *Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de produção*. Piracicaba, 1999. 124 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.



HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. de; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. Simulação e efeito de veranicos 17 em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d' oeste, estado de São Paulo. Jaboticabal, Engenharia Agrícola, v.23, n.1, P.21-30, 2003.

---

SOUZA, S.A.V.; FRIZZONE, J.A. Modelo Markoviano aplicado à simulação da ocorrência de sequências de dias secos. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 5 ; CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA RURAL, 2, 1998, La Plata, Argentina. *Anais...* La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 1998. Cd-Rom. s.p.

SOUZA, S.A.V.; FRIZZONE, J.A. Simulação da ocorrência de veranicos em Piracicaba e seu efeito em duas épocas de plantio de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: SBA, 1997. p.119-121.

STONE, L.F.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p.117-125, 1986.