

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 249-254, 1997.

Recebido para publicação em 18/03/97. Aprovado em 24/09/97.

**BALANÇO HÍDRICO PARA A CULTURA DO PESSEGUEIRO (*Prunus persica* L.Batsch),
CULTIVAR DIAMANTE, NA REGIÃO DE PELOTAS-RS**

**WATER BALANCE FOR THE PEACH CROP (*Prunus persica* L. Batsch) CV. DIAMANTE FOR
REGION OF PELOTAS-RS, BRAZIL**

João Soares Viegas Filho¹, Raul Dorfman² e Flávio Gilberto Herter³

RESUMO

Determinou-se o déficit e excesso hídrico do solo para a cultura do pessegueiro, na região de Pelotas-RS (lat.:32°52'S, long.: 52°21'W, alt.: 244m), bem como a probabilidade de sua ocorrência. Foi utilizado o programa computacional BALHIDRO, o qual opera um modelo matemático diário, com resultados finais decendiais a partir de dados fornecidos pelo CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE CLIMA TEMPERADO, e órgão da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Pelotas-RS. Os déficits ocorreram basicamente durante o período vegetativo das plantas entre outubro e março, concentrando-se entre o 1º decêndio de dezembro e o 3º de janeiro, com uma probabilidade de recorrência acima de 50%. Os excessos hídricos ocorreram com maior incidência no inverno, embora também apresentassem picos entre setembro e novembro e entre fins de janeiro e início de fevereiro.

Palavras-chave: pessegueiro, balanço hídrico.

¹Engenheiro Civil, Doutorando do Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS, Professor da Faculdade de Engenharia Agrícola da UFPel. Av. República, 440, CEP 96077-230, Pelotas- RS. e-mail: jviegas@ufpel.tche.br. (Autor para correspondência).

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D, Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. C.Postal 15029, CEP 91501-970, Porto Alegre-RS. e-mail: radorf@vortex.ufrgs.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador do CPACT-EMBRAPA, C.Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas-RS. Bolsista do CNPq. email: herter@cpact.embrapa.br

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the soil water deficit and water excess for the peach's crop in Pelotas-RS (lat.:32°52'S, long.: 52°21'W, alt.: 244m). The computational program BALHIDRO, operating a daily mathematics model, presents final results with periods length of 10 days, from datas done for CPACT-EMBRAPA, Pelotas-RS. The deficits occurred during the vegetative period from October to March, concentrated at periods length of 10 days, from dec/1 to jan/3, with a probability of occurrence grater than 50%. The excess water occurred in the winter, but also presented peaks from September to November and between January end's days and February opening's days.

Key words: peach, water balance.

INTRODUÇÃO

O pessegueiro destaca-se como uma das mais importantes culturas da região de Pelotas-Estado do Rio Grande do Sul, ocupando a industrialização do pêssego a maior parte da capacidade produtiva da indústria conserveira da região.

Dentre os fatores que influenciam consideravelmente a produção de pêssegos, quantitativamente e qualitativamente a umidade do solo é, certamente, um dos mais importantes, seja pelo seu déficit, gerador de menor fotossíntese, transpiração e crescimento, seja pelo seu excesso, causador de asfixia do sistema radicular (GONZALES et al., 1995).

Feldestein (1957) apud HERTER (1981), constatou que o déficit hídrico no período de desenvolvimento dos frutos pode vir a reduzir o seu tamanho, sendo o momento crítico aquele compreendido entre o endurecimento do caroço e a maturação. TAERUM (1964) salienta que frutos de caroço e semente requerem abundante umidade no solo durante sua estação de crescimento vegetativo, uma vez que o déficit hídrico afeta o crescimento do sistema radicular, limita o desenvolvimento da planta e diminui a produção. Ryan (1973) apud HERTER (1981), controlando a irrigação em pessegueiros, obteve um aumento de 47% no tamanho dos frutos e HERTER (1981) concluiu, ainda, que o fator umidade do solo exerce influência positiva no peso médio dos frutos, tendo verificado que, quando o déficit hídrico ocorre nos últimos trinta dias anteriores à maturação, provoca redução no tamanho dos mesmos. ZAPORTA (1964) considera que um período de alta radiação solar e seco, após a colheita, é altamente prejudicial à formação das gemas florais e de reservas destinadas à brotação e floração do ciclo seguinte.

Por outro lado, o excesso hídrico tem tanta importância quanto o déficit uma vez que a cultura do pessegueiro se apresenta bastante sensível à falta de oxigênio na raiz (FINARDI, 1995). Assim, quando a umidade do solo excede a capacidade de campo por períodos longos, dependendo da época dentro do ciclo da planta, podem ocorrer vários problemas, tais como clorose e queda precoce das folhas, morte de ramos, retardo de crescimento, baixa produtividade, floração e/ou brotação parcial e, nos casos mais drásticos, a morte da planta. Guerra et al.(1992) apud FINARDI(1995), demonstraram que o pessegueiro resiste menos ao encharcamento do solo durante a fase de crescimento vegetativo do que durante o repouso. Plantas submetidas a tais condições durante sete dias apresentaram parada de crescimento com murcha das folhas e, após dez dias, morte total.

Tendo em vista que a Região Sul do Brasil apresenta precipitação anual elevada, podendo ultrapassar os 1500 mm anuais e, ainda, mal distribuída na maioria dos anos - principalmente durante o verão (FINARDI, 1995) - isto pode vir a ser um fator gerador de períodos de déficits ou de excessos hídricos prejudiciais para a cultura do pessegueiro.

O objetivo deste trabalho constituiu-se, assim, na realização do balanço hídrico do solo para a cultura do pessegueiro na região de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico foi realizado utilizando-se o programa computacional BALHIDRO (LANNA e ALMEIDA, 1996). O mesmo caracteriza-se por apresentar um modelo de balanço hídrico com base de cálculo seriada e temporal diária, utilizando a chuva efetiva agrônômica como variável derivada de trabalho. Esta modelagem apresenta vantagens em relação àquelas não-seriadas, as quais subestimam os déficits hídricos principalmente nas regiões de clima úmido com alta variabilidade pluviométrica (ALMEIDA, 1993). Igualmente, a modelagem diária apresenta vantagens em relação à mensal, com maior ênfase para as regiões com má distribuição de chuvas, nas quais se subestimam as necessidades de irrigação superestimando-se a chuva efetiva agrônômica. É interessante notar que uma diferença fundamental entre um balanço mensal e um diário é que no primeiro nunca é detectada a ocorrência de déficits e de excessos hídricos simultaneamente no mesmo mês, o que pode vir a acontecer (ALMEIDA, 1993). Além disso, a consideração da chuva efetiva agrônômica em vez da chuva total dá ao modelo maior aproximação da realidade.

O processo utilizado para a determinação da chuva efetiva agrônômica baseou-se no método do U. S. Soil Conservation Service (LANNA e ALMEIDA, 1996), pressupondo que a precipitação ($P(t)$) se

divida em três parcelas: uma correspondente a perdas iniciais por interceptação ($P_i(t)$), outra referente ao escoamento superficial ($P_x(t)$) e uma terceira correspondente à parcela que infiltra ($P_f(t)$), sendo:

$$P_i(t) = 5080/NC - 50,8 \quad (1)$$

$$P_x(t) = [P(t) - P_i(t)]^2 / [P(t) + 4 \cdot P_i(t)] \quad (2)$$

$$P_f(t) = P(t) - P_i(t) - P_x(t) \quad (3)$$

onde NC é o parâmetro adimensional que numa escala de 0 a 100 retrata as condições de cobertura do solo de acordo com o seu tipo e com o cultivo existente, variando desde um limite inferior correspondente a uma cobertura muito impermeável até um limite superior correspondente a uma cobertura completamente permeável, (TUCCI, 1993).

O BALHIDRO introduz aqui uma correção para a determinação da chuva efetiva agrônômica ($P_e(t)$), considerando que as perdas iniciais se distribuem em 25% para interceptação e posterior evaporação, e 75% para infiltração, onde:

$$P_e(t) = P_f(t) + 0,75 \cdot P_i(t) \quad (4)$$

No início de cada dia o programa recalcula o valor de NC, partindo do valor fornecido como dado de entrada, fazendo-lhe correções em função das condições de umidade do solo nos cinco dias antecedentes e do valor do coeficiente de cultivo (k_c). Esta correção leva em conta três situações possíveis: na primeira, caracterizada como condição de solo seco, o valor de NC é reduzido, diminuindo a capacidade de geração de escoamento superficial; na segunda, situação média, em que a umidade do solo é aproximadamente a da capacidade de campo, o valor de NC permanece igual ao inicial; na terceira, em que o solo está próximo da saturação, o valor de NC é aumentado, produzindo um escoamento superficial maior.

O programa admite a possibilidade de variação da altura do sistema radicular ao longo do desenvolvimento da cultura, dividindo o solo, portanto, em duas camadas, que irão variando ao longo do tempo conforme informação introduzida como dado de entrada. A camada superior é aquela que, para o dia em questão, contém o sistema radicular. A camada inferior é calculada pela diferença entre a profundidade máxima a ser atingida pelo sistema radicular e a do dia de análise. No caso presente, por tratar-se de plantas adultas, foi adotado um valor máximo constante igual a 50 cm o qual, conforme Albuquerque (1978) apud HERTER (1981), contém cerca de 80% do sistema radicular do pessegueiro.

O balanço hídrico entre as camadas do solo dá-se da seguinte forma (LANNA e ALMEIDA, 1996):

camada superior:

$$H(t).R(t) = H(t-1).R(t-1) + H_p(t-1).[R(t)-R(t-1)] + E_x(t) + A_d(t) - A_p(t) \quad (5.a)$$

camada inferior:

$$H_p(t).[R_{max}-R(t)] = H_p(t-1).[R_{max}-R(t-1)] + H(t-1).[R(t-1)-R(t)] + A_p(t) - A_{pp}(t) \quad (5.b)$$

$H(t)$ e $H_p(t)$ sendo, respectivamente, as umidades das camadas superior e inferior do solo ao final do dia t , em fração da capacidade de armazenamento do solo, aqui denominada de Reserva Útil Volumétrica (RUV); R_{max} e $R(t)$ são, respectivamente, a profundidade do sistema radicular máxima e a do dia t ; $A_d(t)$ é a lâmina de irrigação aplicada; $A_p(t)$ e $A_{pp}(t)$ são a percolação da camada superior para a inferior e a percolação profunda; e, $E_x(t)$ é dado por:

$$E_x(t) = P_e(t) - k_c \cdot ETo(t) \quad (6)$$

onde $ETo(t)$ é a evapotranspiração potencial de referência (DOORENBOS e PRUITT, 1990).

A Reserva Útil Volumétrica do solo é dado de entrada do sistema, devendo ser determinada através da expressão:

$$RUV = (CC - UM) \cdot \gamma_s \quad (7)$$

onde CC é a Capacidade de Campo, UM a Umidade de manejo e γ_s a densidade aparente do solo.

Os dados meteorológicos, período 1980-1995, foram obtidos na estação agrometeorológica do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPACT-EMBRAPA), Pelotas-RS, (lat.: 32°52'S, long.: 52°21'W, alt.: 244m). A entrada de dados do BALHIDRO, constituiu-se pela série diária completa de precipitações e por uma série completa, decenal, de evapotranspirações potenciais de referência calculadas através da utilização do método de Penman-FAO (DOORENBOS e PRUITT, 1990).

A Reserva Útil Volumétrica (RUV), estimada em 11,2%, foi calculada com a utilização da equação (7), tomando-se a densidade aparente do solo como 1,56 g/cm³ (HERTER,1981), a capacidade de campo, CC = 17,8% e a umidade de manejo, UM = 10,6% (para - 4 atm). Esta última é definida como a umidade disponível no solo e que não deve ser ultrapassada para evitar estresse hídrico na planta (DORFMAN, 1989). A tensão de - 4,0 atm foi adotada em função da conformação da curva tensão-umidade do solo (HERTER,1981), considerando-se que se encontra dentro da faixa admissível não causadora de estresse hídrico.

O processo de extração da umidade do solo adotado foi o de Viemeyer e Hendrickson (LANNA e ALMEIDA, 1996), admitindo a Evapotranspiração Real (ET_r) igual à Evapotranspiração Máxima da Cultura (ET_m) desde a Capacidade de Campo até a Umidade de Manejo sempre que existisse umidade no solo capaz de supri-la.

Os coeficientes de cultivo adotados (Tabela 1) foram obtidos, para pessegueiro, a partir de DOORENBOS e PRUITT (1990) e adaptados ao período de desenvolvimento da cultivar Diamante, tomada como base por ser sua produção de singular importância para a região de estudo. Admitiu-se um período de desenvolvimento - e ano agrícola para o BALHIDRO - bastante longo, mas condizente com as características de cultivo da região, iniciando em julho, com a brotação e floração, e estendendo-se até março, quando se completa o ciclo vegetativo da cultivar.

| Mês | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| k _c | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,75 | 0,75 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |

O valor de NC para determinação da chuva efetiva agrônômica pelo BALHIDRO foi igual a 81, obtido das tabelas fornecidas por LANNA e ALMEIDA (1996), considerando-se a classificação dada pela EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS (1985) para o solo do local, Podzólico Vermelho Amarelo Tb Eutrófico (Epidistrófico) A, moderado abrupto de textura média/argilosa, bem a moderadamente drenado, com declives de 0 a 4%. e com cobertura vegetal de gramíneas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam uma precipitação média anual de 1568 mm com um desvio padrão de 287mm e com um coeficiente de variação de 18,31%, representando uma distribuição interanual com

pouca variabilidade. Entretanto, quando esses mesmos resultados são examinados através de suas médias e desvio padrões decendiais (Figura 1), verifica-se uma grande variabilidade na distribuição da chuvas, com os picos mais importantes nos meses de novembro, fevereiro e abril (Figura 2), corroborando as afirmativas de MOTA et al. (1974) e FINARDI(1995).

Os déficits aconteceram basicamente entre outubro e março, dentro do período vegetativo, com algumas ocorrências esporádicas no outono já durante o período de repouso, apresentando uma média anual de 164 mm, com um desvio padrão de 100 mm e com um coeficiente de variação de 61%, o que caracteriza uma grande variabilidade interanual. Os valores da Tabela 2 e da Figura 2, permitem concluir que os maiores déficits ocorreram entre o 1º decêndio de dezembro e 3º decêndio de janeiro, com probabilidades de recorrência acima de 50%.

A Tabela 2 mostra os decêndios nos quais ocorreram excessos e déficits. Os números positivos correspondem à percolação, indicadora de excesso hídrico e os números negativos aos períodos de déficit (ETr - ETP). Complementarmente à Tabela 2, a Figura 2 apresenta a distribuição das ocorrências de déficits (D), excessos (E) e da ausência de ambos (N), bem como suas probabilidades de ocorrência dentro de cada decêndio do ano.

Quanto aos excessos hídricos, foram medidos indiretamente através dos valores das percolações, que se mantiveram acontecendo, na maior parte do ciclo anual, por decêndios sucessivos e que indicaram que a umidade do solo nesses períodos ficou, provavelmente, acima da capacidade de campo, podendo ter atingido a saturação nos solos com drenagem deficiente. Sua maior incidência foi no inverno, período que, segundo Guerra et al.(1992) apud FINARDI (1995), se apresenta menos nocivo do que o verão. Entretanto, constatou-se, também, a existência de picos durante a primavera e o verão alguns dos quais chegaram a causar danos e morte para algumas plantas. A Figura 3, utilizada aqui como exemplificação de um dos períodos anuais de balanço, 1991/1992, confirma as constatações desse autor, mostrando os picos de excessos, entre setembro e novembro de 1991 e fins de janeiro e início de fevereiro de 1992.

Conclui-se, portanto, que ocorrem períodos de déficit e excesso hídricos para a cultura do pessegueiro durante o ciclo anual. Os déficits concentram-se no final da primavera e no verão, exatamente no período vegetativo da planta, e durante o crescimento e a maturação dos frutos, quando podem vir a causar problemas, com provável necessidade de suprimento de água, sob pena de possíveis prejuízos na produção e qualidade dos frutos e, ainda, na formação das gemas florais para o ciclo seguinte. Quanto aos excessos hídricos, indicam a necessidade de os solos, nos quais estão implantados os pomares, serem bem drenados para evitar a asfixia do sistema radicular das plantas.

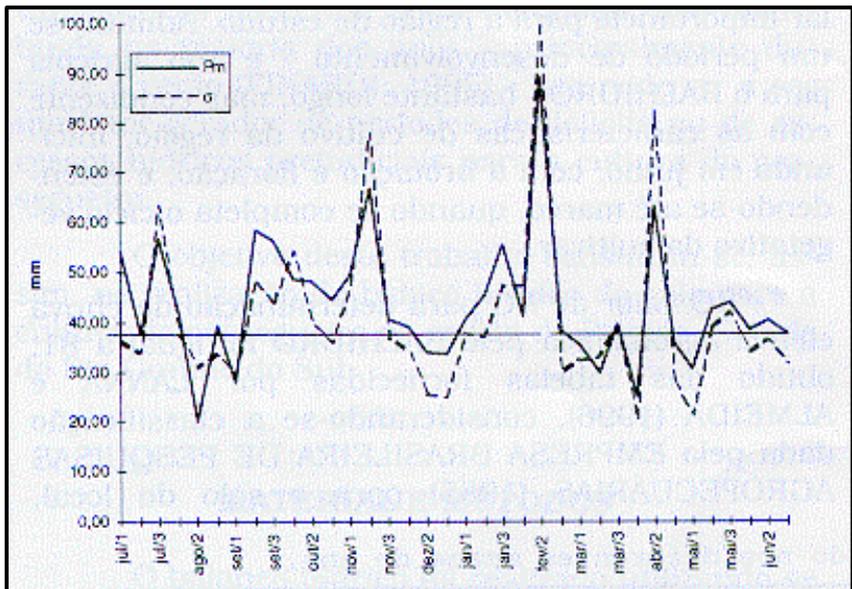


Figura 1. Precipitações médias (pm) e desvios padrões (σ) decendiais (mm).

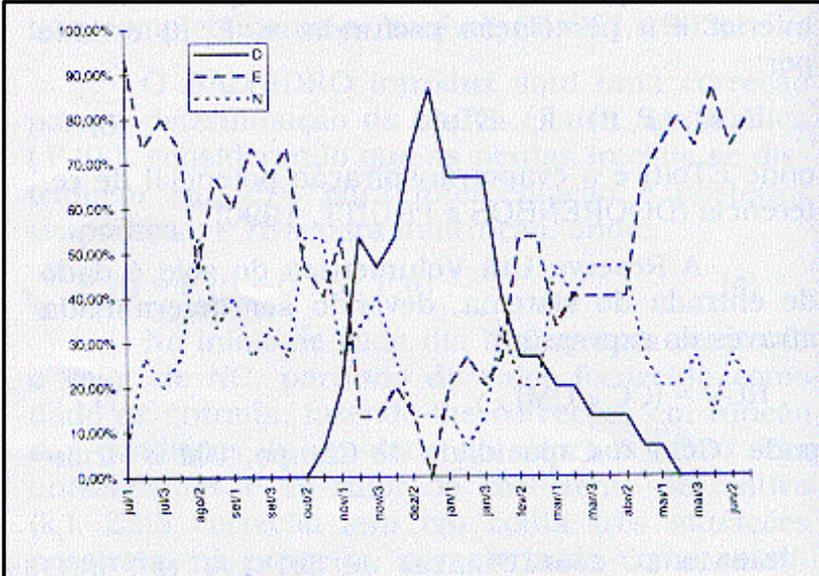
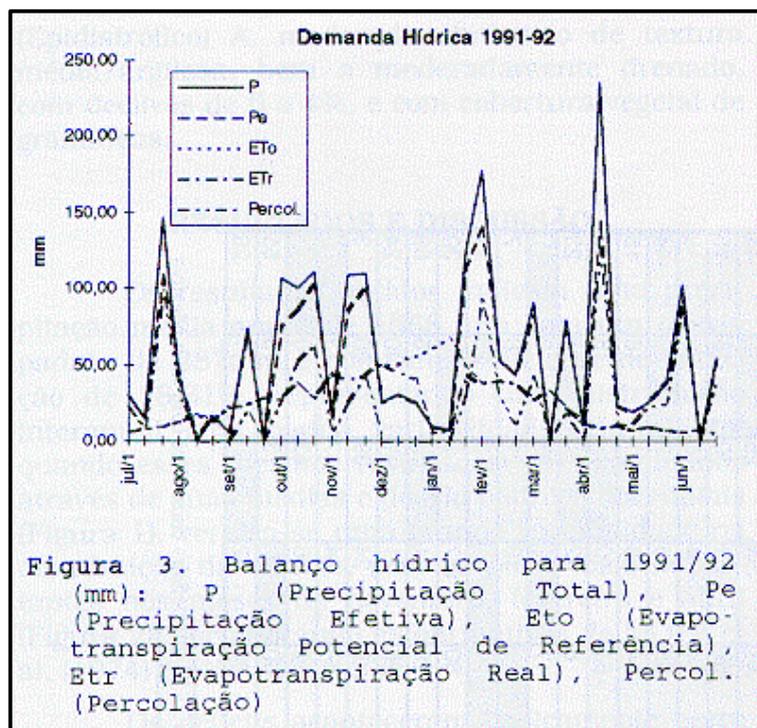


Figura 2. Probabilidade de ocorrência de déficits/excessos hídricos decendiais. D (déficits), E (excessos) e N (ausência de déficits/excessos)

Tabela 2. Déficits, excessos hídricos (percolação) e ausência de déficits e excessos para Pelotas, período 1980-1995. (mm).

| Dec. | 1980 81 | 1981 82 | 1982 83 | 1983 84 | 1984 85 | 1985 86 | 1986 87 | 1987 88 | 1988 89 | 1989 90 | 1990 91 | 1991 92 | 1992 93 | 1993 94 | 1994 95 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| jul/1 | | 12 | 45 | 22 | 42 | 87 | 16 | 27 | 61 | 31 | 61 | 22 | 53 | 86 | 6 |
| jul/2 | 20 | 84 | 58 | 85 | 26 | | 43 | 56 | | | 28 | 7 | 26 | 20 | |
| jul/3 | 59 | 7 | 39 | 27 | 5 | 52 | 2 | 120 | | | | 100 | 59 | 30 | 79 |
| ago/1 | 12 | | 80 | 27 | 31 | 88 | 40 | 35 | 20 | 19 | | 29 | | | 40 |
| ago/2 | | | 14 | 17 | 2 | 13 | 31 | 93 | | | | | | | 3 |
| ago/3 | | | 50 | 28 | 11 | 39 | 13 | 87 | | 7 | | | 15 | 13 | 25 |
| set/1 | | 52 | | 0 | | | | 12 | 30 | 6 | 38 | | 36 | 16 | 0 |
| set/2 | | 115 | 61 | | 20 | 74 | 33 | 25 | 4 | 6 | 68 | 20 | 42 | | |
| set/3 | | 30 | 79 | 15 | 87 | 35 | | 9 | 72 | 51 | 23 | | 38 | | |
| out/1 | 45 | 20 | 19 | 15 | 44 | | 73 | 1 | 6 | | 10 | 27 | 5 | | |
| out/2 | | | | 24 | | | 12 | 29 | | | 11 | 52 | | 17 | 54 |
| out/3 | | | 18 | | | | 10 | | -12 | 5 | | 62 | | 74 | 32 |
| nov/1 | 27 | 9 | 44 | 27 | | -36 | 27 | | -46 | -5 | 41 | 5 | | 9 | |
| nov/2 | | 13 | 17 | 117 | -13 | 34 | -5 | -4 | -17 | -20 | 48 | 25 | -37 | 30 | -4 |
| nov/3 | | | | | -33 | -28 | 12 | | -5 | -4 | -10 | 43 | 32 | | -36 |
| dez/1 | 27 | -20 | -10 | -9 | | -56 | -6 | | -58 | -11 | -5 | | | 27 | -6 |
| dez/2 | 29 | -23 | -9 | -35 | -44 | -45 | -47 | | -11 | -34 | | -5 | -16 | 6 | -24 |
| dez/3 | | -17 | -43 | -28 | -33 | -16 | -4 | -7 | -55 | -11 | -5 | -15 | -17 | | -19 |
| jan/1 | -25 | -14 | | -4 | 29 | 34 | 3 | 5 | -28 | -53 | -47 | -54 | 25 | | -44 |
| jan/2 | -5 | -15 | | 51 | -19 | -5 | 21 | 5 | -11 | -44 | -59 | -61 | 30 | -16 | -15 |
| jan/3 | -15 | -37 | 36 | | | -16 | -21 | 15 | 37 | -12 | -34 | -4 | -15 | 28 | -9 |
| fev/1 | -4 | -13 | 3 | 7 | | 31 | -17 | | | | | -55 | 95 | -13 | -44 |
| fev/2 | 12 | | | 39 | | 21 | -13 | 5 | -30 | 154 | -34 | 28 | -21 | 18 | 15 |
| fev/3 | 5 | 24 | 58 | 9 | -22 | -9 | | | -49 | 7 | -53 | 10 | | 18 | 20 |
| mar/1 | 23 | | | 11 | -13 | | -19 | | -21 | | 8 | 42 | | | 23 |
| mar/2 | 3 | | 26 | | | 48 | | -19 | -22 | 66 | 17 | | -23 | 3 | |
| mar/3 | | | | | 58 | | 39 | -19 | | 28 | | 19 | -21 | 8 | 7 |
| abr/1 | | -1 | | | 36 | 6 | 41 | | 9 | | | | -3 | 23 | 11 |
| abr/2 | | -8 | | 33 | | 81 | 97 | | | | | 80 | 127 | -5 | 30 |
| abr/3 | 20 | -7 | | 30 | | | 22 | 42 | 5 | 31 | 25 | 11 | | 5 | 69 |
| mai/1 | 7 | | 17 | 19 | 7 | | 18 | 9 | 12 | | 28 | 11 | -1 | 40 | 24 |
| mai/2 | 49 | 30 | 80 | 10 | | 55 | 114 | 21 | | | 2 | 24 | 39 | 20 | 3 |
| mai/3 | 34 | | 29 | 116 | 14 | 46 | 23 | | | 55 | 54 | 24 | 47 | 13 | |
| jun/1 | 62 | 16 | 1 | 70 | 62 | 33 | 36 | 20 | | 2 | 12 | 86 | 43 | 0 | |
| jun/2 | | 77 | 44 | 44 | 63 | 20 | 4 | 24 | | | 60 | | 13 | 73 | 55 |
| jun/3 | 32 | 24 | 87 | 53 | 28 | 24 | 12 | 31 | | | 56 | 42 | | 1 | 26 |

 Ausência de Excesso e déficit - hachura sem número
 27 Excesso - branco com valor positivo
 -21 Déficit - cinza claro com valor negativo



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.P. **Estimativa de déficits e excessos hídricos em regiões de clima úmido através de diferentes modelos de balanço hídrico**. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 212 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, 1993.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma, FAO, 1990. 194 p. (Estudio FAO, Riego y Drenaje, 24).
- DORFMAN, R. **Hidrologia Agrícola. Problemas e Soluções**. Porto Alegre: IPH-UFRGS, 1989.198 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado**. Versão provisória. Pelotas: CNPFT-EMBRAPA, 1985. 58 p.
- FINARDI, N.L. Morte de plantas de pessegueiro e ameixeira por asfixia do sistema radicular. **Hortisul**, Pelotas, v. 3, n. 3, p. 18-26. 1995.
- GONZALES, A.B., MADAIL, J.C., SILVA, J.C. et al. **Family farms under threat: The sustainability of peach production systems in South Brazil**. Pelotas: ICRA, CPACT, EMBRAPA. 1995. 58 p. (ICRA Working Document Series n. 42).
- HERTER, F. **Caracterização do potencial climatológico para o pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) cv. Capdeboscq no município de Pelotas, RS**. Piracicaba: USP, 1981. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia). Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 1981.
- LANNA, A.E., ALMEIDA, J.P. **BALHIDRO. Estimativa de necessidades hídricas para irrigação e de produtividade de culturas agrícolas**. Porto Alegre: IPH-UFRGS, 1996. 16 p. (Manual do software BALHIDRO, versão 2).
- MOTA, F.S., BEIRSDORF, M.I.C., GARCEZ, J.R.B., **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: EMBRAPA, 1974. 122 p.
- TAERUM, R. Effects of moistures stress and climatic conditions of stomatal behavior and growth in Rome Beauty apple. Trees. **Proc. Soc. Hort. Sci.**, v. 85, p. 20-32. 1985.

TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. 943 p.

ZAPORTA, F.M. El medio de cultivo. 1. Factores climáticos. In: **Fruticultura: Fundamentos y Prácticas**. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, p. 245-325. 1964.

| | 1980_ | 1981_ | 1982_ | 1983_ | 1984_ | 1985_ | 1986_ | 1987_ | 1988_ | 1989_ | 1990_ | 1991_ | 1992_ | 1993_ | 1994_ |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 |
| jul/1 | | 12 | 45 | 22 | 42 | 87 | 16 | 27 | 61 | 31 | 61 | 22 | 53 | 86 | 6 |
| jul/2 | 20 | 84 | 58 | 85 | 26 | | 43 | 56 | | | 28 | 7 | 26 | 20 | |
| jul/3 | 59 | 7 | 39 | 27 | 5 | 52 | 2 | 120 | | | | 100 | 59 | 30 | 79 |
| ago/ 1 | 12 | | 80 | 27 | 31 | 88 | 40 | 35 | 20 | 19 | | 29 | | | 40 |
| ago/ 2 | | | 14 | 17 | 2 | 13 | 31 | 93 | | | | | | | 3 |
| ago/ 3 | | | 50 | 28 | 11 | 39 | 13 | 87 | | 7 | | | 15 | 13 | 25 |
| set/1 | | 52 | | 0 | | | | 12 | 30 | 6 | 38 | | 36 | 16 | 0 |
| set/2 | | 115 | 61 | | 20 | 74 | 33 | 25 | 4 | 6 | 68 | 20 | 42 | | |
| set/3 | | 30 | 79 | 15 | 87 | 35 | | 9 | 72 | 51 | 23 | | 38 | | |
| out/ 1 | 45 | 20 | 19 | 15 | 44 | | 73 | 1 | 6 | | 10 | 27 | 5 | | |
| out/ 2 | | | | 24 | | | 12 | 29 | | | 11 | 52 | | 17 | 54 |
| out/ 3 | | | 18 | | | | 10 | | -12 | 5 | | 62 | | 74 | 32 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| nov/ 1 | 27 | 9 | 44 | 27 | | -36 | 27 | | -46 | -5 | 41 | 5 | | 9 | |
| nov/ 2 | | 13 | 17 | 117 | -13 | -34 | -5 | -4 | -17 | -20 | 48 | 25 | -37 | 30 | -4 |
| nov/ 3 | | | | | -33 | -28 | 12 | | -5 | -4 | -10 | 43 | -32 | | -36 |
| dez/ 1 | 27 | -20 | -10 | -9 | | -56 | -6 | | -58 | -11 | -5 | | | 27 | -6 |
| dez/ 2 | 29 | -23 | -9 | -35 | -44 | -45 | -47 | | -11 | -34 | | -5 | -18 | 6 | -24 |
| dez/ 3 | | -17 | -43 | -28 | -33 | -16 | -4 | -7 | -55 | -11 | -5 | -15 | -17 | | -19 |
| jan/ 1 | -25 | -14 | | -4 | -29 | -34 | 3 | 5 | -28 | -53 | -47 | -54 | 25 | | -44 |
| jan/ 2 | -5 | -15 | | 51 | -19 | -5 | 21 | 5 | -11 | -44 | -59 | -61 | 30 | -16 | -15 |
| jan/ 3 | -15 | -37 | 36 | | | -16 | -21 | 15 | 37 | -12 | -34 | -4 | -15 | -28 | -9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| fev/ 1 | -4 | -13 | 3 | 7 | | 31 | -17 | | | | -55 | 95 | -13 | | -44 |
| fev/ 2 | 12 | | | 39 | | 21 | -13 | 5 | -30 | 154 | -34 | 28 | -21 | 18 | 15 |
| fev/ 3 | 5 | 24 | 58 | 9 | -22 | -9 | | | -49 | 7 | -53 | 10 | | 18 | 20 |
| mar/ 1 | 23 | | | 11 | -13 | | -19 | | -21 | | 8 | 42 | | | 23 |
| mar/ 2 | 3 | | 26 | | | 48 | | -19 | -22 | 66 | 17 | | -23 | 3 | |
| mar/ 3 | | | | | 58 | | 39 | -19 | | 28 | | 19 | -21 | 8 | 7 |
| abr/ 1 | | -1 | | | 36 | 6 | 41 | | 9 | | | | -3 | 23 | 11 |
| abr/ 2 | | -8 | | 33 | | 81 | 97 | | | | 80 | 127 | -5 | | 30 |
| abr/ 3 | 20 | -7 | | 30 | | | 22 | 42 | 5 | 31 | 25 | 11 | | 5 | 69 |
| mai/ 1 | 7 | | 17 | 19 | 7 | | 18 | 9 | 12 | | 28 | 11 | -1 | 40 | 24 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|----|-----|----|----|-----|----|--|----|----|----|----|----|----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| mai/ 2 | 49 | 30 | 80 | 10 | | 55 | 114 | 21 | | | 2 | 24 | 39 | 20 | 3 |
| mai/ 3 | 34 | | 29 | 116 | 14 | 46 | 23 | | | 55 | 54 | 24 | 47 | 13 | |
| jun/ 1 | 62 | 16 | 1 | 70 | 62 | 33 | 36 | 20 | | 2 | 12 | 86 | 43 | 0 | |
| jun/ 2 | | 77 | 44 | 44 | 63 | 20 | 4 | 24 | | | 60 | | 13 | 73 | 55 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

 Ausência de Excesso e déficit -
hachura sem número

 27 Excesso - branco com
valor positivo

 -21 Déficit - cinza claro com
valor negativo