

ESCALA PARA A OBSERVAÇÃO VISUAL DO MOLHAMENTO POR ORVALHO

A SCALE FOR VISUAL OBSERVATION OF DEW WETNESS

Arno Bernardo Heldwein¹ e Günter Krzysch²

RESUMO

Foram desenvolvidos critérios para a observação visual do orvalho sobre folhas de batata (*Solanum tuberosum* L.) e de girassol (*Helianthus annuus* L.) a campo, com a finalidade de obter um método padronizado que possa ser utilizado como referência para o teste de sistemas elétricos de registro ou de modelos de estimativa do período de molhamento por orvalho. A escala desenvolvida consta de sete níveis para a observação do início da formação do orvalho e seis para o final do molhamento. As observações, realizadas a intervalos de 15 minutos, foram repetidas sobre 16 folhas de batata (1990) e 18 folhas de girassol (1991), marcadas ao acaso na parte superior do respectivo dossel, numa área de 0,6 ha. O cálculo da média e do desvio padrão de todas as repetições de cada observação e a análise da variação destes valores com o tempo permitiram concluir que o erro do método na determinação do horário de início e de final do molhamento por orvalho é menor do que 15 e 20 minutos, respectivamente.

Palavras-chave: Orvalho, duração do molhamento, batata, girassol, micrometeorologia.

SUMMARY

Criteria for the visual dew observation on potato (*Solanum tuberosum* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) leaves under field conditions were developed in order to have a pattern that can be used as a reference to electric systems or dew wetness models. The scale has 7 levels for the dew onset observation and 6 levels for the end of wetness. The observations, done every 15 minutes, were replicated on 16 potato (1990) and 18 sunflower leaves (1991), roundomized on the upper level of a canopy. The

¹ Prof. Tit. Dr., Departamento de Fitotecnia, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, 97119 900 Santa Maria - RS. E-Mail heldwein@ccr.ufsm.br.

² Prof. Dr., Institut für Nutzpflanzenforschung - TU Berlin, Albrecht-Thear-Weg 5, 14145 Berlin - BRD.

analysis of the time variation of the average and standard deviation values of the observations allows to conclude that the error of the method of dew beginning and ending of wetness were, respectively, lower than 15 and 20 minutes.

Key words: Dew, wetness duration, potato, sunflower, micrometeorology.

INTRODUÇÃO

A água sobre a superfície das plantas desempenha um papel importante para o deslocamento de bactérias ciliadas e zoósporos, bem como na germinação de esporos, infecção, produção de esporângios e esporulação de fungos fitopatogênicos (GROWE et al, 1985; ROYLE & BUTLER, 1986; JACOME & SCHUH, 1993). SCHRÖDTER (1987, p.66) afirma que "para a maioria dos fungos parasitas a água livre sobre a superfície das folhas é uma condição prévia decisiva para seu desenvolvimento, principalmente, para a esporulação e para a germinação dos esporos". Por isso o molhamento por orvalho tem grande importância para o aparecimento e propagação de doenças fúngicas e, em parte, bacterioses. HOLLEY et al. (1985), por exemplo, obtiveram regressões entre a taxa de infecção aparente e o período de molhamento medido a campo, com coeficientes de determinação de 0,85 a 0,89 conforme a suscetibilidade da cultivar de batata à pinta preta (*Alternaria solani*, Sorauer). Dessa forma a duração do molhamento na planta tem sido usada como índice para programas de alertas meteorológicos fitossanitários. Num dossel vegetativo fechado, a formação do orvalho e o molhamento foliar inicialmente concentra-se na parte superior. Quando a superfície do solo esta seca, a duração do período de molhamento por orvalho pode ser significativamente menor no interior do dossel e, em casos extremos, nem ocorrer. É, portanto, sensato que na determinação do período de molhamento se separe aquele causado por orvalho dos demais como chuva, irrigação e nevoeiro.

No teste dos diferentes procedimentos para a determinação do tempo de molhamento por orvalho, usado como índice para programas de alertas meteorológicos no combate de epifítias, surge sempre a dúvida de que parâmetro usar como referência, sendo a literatura muito limitada nestas informações. A observação visual, que geralmente é tomada como referência, não é feita com base em critérios claramente definidos. As definições mais claras encontradas na literatura foram: "o desaparecimento das gotas visíveis" (Van EIMERN, 1959), "o dossel foi considerado seco quando toda água visível da sua superfície havia evaporado" (GILLESPIE & KIDD, 1978), "seco, levemente umedecido, chuvisco fraco, fortemente úmido e molhado" (WEISS & LUKENS, 1981).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma escala com um sistema de critérios definidos para a observação visual, que permita avaliar estatisticamente o momento de início e de final do molhamento por orvalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no "Institut für Nutzpflanzenforschung" da Universidade Técnica de Berlin (latitude = 52° 28' N; longitude = 13° 18' E; altitude = 51 m), sobre cultivos de batata (*Solanum tuberosum*, L., cv. Granola) e girassol (*Helianthus annuus*, L., cv. Francassol).

Para proceder a observação, utilizou-se uma lâmpada de baixa intensidade, presa à testa do observador, e uma lupa com lente de 8cm de diâmetro (\emptyset). A refração da luz pela água do orvalho permitiu a observação da presença das primeiras gotículas formadas ($\emptyset < 0,1$ mm). A escala desenvolvida consta de sete níveis para a observação do início da formação do orvalho definidos pelos seguintes valores numéricos e respectivos critérios de observação:

- 1,0 (S) - Seca, sem indício algum de formação de orvalho;
- 1,2 - Início pressuposto, nuance da cor da folha em parte mais escura - validado apenas se confirmado na observação seguinte, 15 minutos após;
- 1,5 - Início da formação do orvalho, gotículas de orvalho quase imperceptíveis em menos de 10 % da superfície foliar;
- 2,0 (I) - Confirmação do início de formação, gotículas quase imperceptíveis em até próximo de 50 % da superfície da folha;
- 2,5 - Gotículas de água perceptíveis em aproximadamente 50 % da folha;
- 3,0 (R) - Rociada, cobertura com gotículas de água em mais de 50 % da superfície da folha;
- 4,0 (M) - Molhamento, mais de 50 % da folha apresentando manchas com filme contínuo de água.

Para o período de secagem ou final do molhamento foram definidos seis níveis, a saber:

- 3,0 - Molhamento, mais de 50 % da folha apresentando filme contínuo de água;
- 2,5 - Aproximadamente 50 % da folha apresentando molhamento;
- 2,0 - Secagem, 50 a 20 % da superfície da folha ainda se apresenta molhada;
- 1,8 - Secagem avançada, 20 a 10 % da folha ainda molhada ou coberta com gotas isoladas;
- 1,5 - Final do molhamento, menos de 10 % da folha coberta com algumas gotas isoladas de água;
- 1,0 - Ausência completa de molhamento.

As observações, realizadas a intervalos de 15 minutos, foram repetidas sobre 16 folhas de batata (1990) e sobre 18 folhas de girassol (1991), marcadas ao acaso na parte superior do dossel, numa área de

0,6 ha em ambos os anos. Após o cálculo da média e desvio padrão dos índices numéricos obtidos a cada horário de observação, procedeu-se a análise gráfica da variação destes dados com o tempo, o que permitiu determinar o valor do erro expresso em unidades de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias (\bar{x}) e os desvios padrão (s) dos valores numéricos das observações feitas a cada 15 minutos sobre batata (1990) e sobre girassol (1991), são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e 3, 4 e 5, respectivamente, sendo os valores mais próximos do valor limite ($\bar{x}=1,50$) grifados para melhor visualização. Como exemplo para interpretação dos resultados, nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as curvas traçadas com os valores médios e respectivos desvios padrão de molhamento das folhas obtidos com a escala, observados em cinco noites de 1990 e de 1991, considerando o valor 1,50 como limite para o início e o final do molhamento indicado pelas setas. As curvas de molhamento durante a formação e secagem do orvalho das noites de 28-29/06/90, 14-15/07/90 e 24-25/06/91 são típicas de noites de intensa formação de orvalho, embora o início da formação tenha sido tardio (após o crepúsculo), e com uma pequena diferença entre si no período de secagem, o qual foi mais prolongado e finalizou mais cedo ($\bar{x} = 1,50$ às 6h 36min) na manhã de 15/07/90. A curva de molhamento de 13-14/07/90 é típica de uma noite em que as folhas não alcançaram o molhamento completo, devido a velocidade média do vento a 3 m de altura permanecer entre 1,0 e 2,0 m s⁻¹. Na noite de 08-09/07/91 (Tabelas 3, 4 e 5 e Figura 2) os valores do índice médio do molhamento (\bar{x}) indicam uma situação similar, a qual se sucedeu devido a ocorrência de ventos fracos e de nebulosidade parcial. Nestes casos de pouca deposição de orvalho não houve necessidade de alterar os valores numéricos da escala nem os critérios de observação para a análise estatística dos valores obtidos.

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 a 5 mostram que no período experimental houve a oportunidade de observar a formação e a dissipação do orvalho sob diferentes condições meteorológicas. Nas Tabelas 1 e 3 e Figura 2 verifica-se que frequentemente o início da formação do orvalho pode ocorrer ainda antes do por do sol e em casos extremos até cerca de 1 hora antes como ocorreu por exemplo as 19h 25min de 09/07/91, devido as condições de solo úmido. Verifica-se ainda que na data de 30/06/91 o início da formação do orvalho ocorreu entre 19h 45min e 20h 00min e às 22h 00min o orvalho já havia evaporado, não ocorrendo mais formação de orvalho naquela noite, devido a ocorrência de vento forte. Já na noite de 17-18/07/91 (Figura 2) o início da formação do orvalho só ocorreu às 2h 10min, porém, o final do molhamento só foi constatado em torno de 6h 45min.

A situação que mais colocaria a escala deste sistema de observação à prova seria quando hipoteticamente a formação ou a evaporação do orvalho e, por conseqüência, o grau de molhamento crescesse ou decrescesse muito lentamente e os valores do índice de molhamento ficassem flutuando em torno do valor limite (1,50). Neste caso, se o desvio padrão da média das observações fosse maior do que os observados nas diferentes noites dos dois experimentos, poderiam ocorrer erros de determinação maiores do que 15 minutos. Na madrugada de 12/07/91 (Tabela 5), após 10 horas de observação, obteve-se uma situação limite entre condição seca e início de formação de orvalho entre 5h 00min e 5h 45min, na qual foi alcançado o valor médio de 1,44 e 1,46 segundo a escala de observação. Uma situação similar foi observada entre 3h 15min e 5h 30min de 24/07/91 (Tabela 5), na qual apenas às 5h 00min, com um valor numérico médio 1,52 conforme a escala de observação, ocorreu molhamento inicial por orvalho e que se dissipou nos 30 minutos subsequentes. Isto permite inferir que a escala e os critérios adotados permitem determinar o início da formação do orvalho com alta sensibilidade, o que é desejado para um método quando este é tomado como referência.

A análise e interpretação destes resultados para 16 folhas de batata e 18 folhas de girassol, mostraram que este número de repetições por observação é suficiente. Se for maior, aumenta o desvio padrão, pois durante o tempo em que o observador percorre o campo está se formando (início) ou dissipando (final) orvalho, mudando o grau de molhamento das folhas e, portanto, a variação entre repetições. Outro aspecto importante que pode ser deduzido a partir dos resultados obtidos é que a escala obtida permite avaliar a secagem do orvalho condensado sobre as folhas, qualquer que seja o grau de molhamento atingido. Assim, esta escala também poderia ser adotada para avaliar a curva de secagem da água sobre as folhas oriunda de irrigação, chuva ou nevoeiro. Isto seria de grande importância prática, pois permitiria a realizar avaliação de molhamento artificial na montagem de um sistema de teste e ou aferição de sensores fabricados para detectar o molhamento foliar, principalmente, quando no Brasil começam a ser comercializados em maior número os instrumentos destinados a monitorar automaticamente as condições ambientais para a tomada de decisão de aplicação de defensivos.

A análise das curvas de molhamento (variação do índice de molhamento com o tempo), levando em consideração o desvio padrão, mostrou que o erro de observação geralmente se situa entre 4 e 10 minutos e sempre é menor do que 15 minutos e do que 20 minutos, respectivamente, na determinação do início e final do molhamento por orvalho.

Constatou-se que a observação visual do molhamento é muito trabalhosa e por isso deve ser recomendada apenas para fins experimentais, devendo ser utilizada principalmente como referência na avaliação de outros métodos de determinação do molhamento foliar ou no teste de sensores e equipamentos completos utilizados para sua medida.

Tabela 1. Média, \bar{X} , e desvio padrão, s , (valores multiplicados por 100) dos valores numéricos dos índices de molhamento foliar por orvalho observados visualmente na parte superior de um dossel de plantas de batata no início da noite (Junho - Julho 1990).

Data	Horário (h/min)																	
	19/ 15	19/ 30	19/ 45	20/ 00	20/ 15	20/ 30	20/ 45	21/ 00	21/ 15	21/ 30	21/ 45	22/ 00	22/ 15	22/ 30	22/ 45	23/ 00	23/ 15	23/ 30
01/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	105	103	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	-	-	-	-	-
05/6	\bar{X}	100	119	165	229	278	315	354	392	400	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	20	31	33	29	32	43	19	0	-	-	-	-	-	-	-	-
06/6	\bar{X}	-	100	100	100	160	250	296	327	346	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	0	0	0	35	48	41	45	49	-	-	-	-	-	-	-	-
11/6	\bar{X}	100	100	100	114	164	249	314	342	391	400	400	400	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	10	40	51	36	48	14	0	0	0	-	-	-	-	-
12/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	115	150	152	196	218	233	271	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	13	38	35	39	35	36	43	-	-
16/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	104	103	103	100	103	108	109	111	108
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	0	7	10	10	14	10
17/6	\bar{X}	100	100	100	100	108	135	201	240	320	339	371	400	400	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	10	40	8	48	40	40	36	0	0	-	-	-	-
19/6	\bar{X}	100	100	100	155	207	253	281	311	344	371	389	400	400	-	-	-	-
	s	0	0	0	50	46	44	57	64	48	41	31	0	0	-	-	-	-
21/6	\bar{X}	100	106	129	194	231	253	294	344	350	382	389	394	394	395	400	-	-
	s	0	9	40	13	40	44	43	63	57	38	31	25	25	19	0	-	-
24/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	103	134	197	241	263	326	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	7	31	13	46	50	59	-	-	-	-	-
26/6	\bar{X}	100	100	110	150	184	239	296	332	331	325	325	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	18	42	40	44	50	50	57	67	67	-	-	-	-	-	-
28/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	103	100	100	100	104	113	143	179	226	278	324
	s	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	8	20	32	34	40	41	58
01/7	\bar{X}	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-
	s	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
02/7	\bar{X}	100	100	100	100	124	188	203	231	273	279	344	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	20	22	7	30	39	35	63	-	-	-	-	-	-
04/7	\bar{X}	104	122	178	206	223	284	312	329	340	364	-	-	-	-	-	-	-
	s	8	34	38	25	40	56	62	55	48	49	-	-	-	-	-	-	-
09/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
11/7	\bar{X}	100	100	105	122	168	223	273	325	336	365	388	397	400	-	-	-	-
	s	0	0	9	34	41	46	64	43	49	44	22	16	0	-	-	-	-
12/7	\bar{X}	100	100	100	101	122	190	248	295	335	346	369	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	5	38	51	74	81	49	49	41	-	-	-	-	-	-
13/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14/7	\bar{X}	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	109	169	205	246	292	344
	s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	14	38	26	49	45	42
18/7	\bar{X}	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

100 = ausência de orvalho;

150 = início da formação de orvalho;

Tabela 2. Média, \bar{X} , e desvio padrão, s , (valores multiplicados por 100) dos valores numéricos obtidos dos parâmetros de observação visual do grau de molhamento por orvalho de um dossel de plantas de batata no período da manhã. (Junho - Julho, 1990).

Data	Horário (h/min)																	
	04/15	04/30	04/45	05/00	05/15	05/30	05/45	06/00	06/15	06/30	06/45	07/00	07/15	07/30	07/45	08/00	08/15	
06/6	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	292	273	238	176	138	105	100
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	33	53	52	42	11	0
07/6	\bar{X}	-	-	300	300	300	300	296	279	257	186	161	146	119	100	-	-	-
	s	-	-	0	0	0	0	8	43	48	36	45	50	32	0	-	-	-
12/6	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	300	297	297	289	285	274	241	193	162	132*	
	s	0	0	0	0	0	0	0	7	7	29	36	45	66	64	45	37	
13/6	\bar{X}	-	-	-	-	203	172	151	142	124	109	100	-	-	-	-	-	
	s	-	-	-	-	56	52	55	42	39	23	0	-	-	-	-	-	
18/6	\bar{X}	-	300	300	300	300	300	300	300	299	292	289	273	255	226	151	136	117*
	s	-	0	0	0	0	0	0	0	5	26	26	40	47	61	69	46	36
20/6	\bar{X}	300	300	300	300	300	299	286	281	253	215	168	124	109	100	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	5	27	28	44	39	45	34	20	0	-	-	-
22/6	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	299	294	294	291	278	265	236	193	152	116	100
	s	0	0	0	0	0	0	5	25	25	25	41	61	76	43	45	30	0
27/6	\bar{X}	258	256	253	236	212	154	122	105	103	100	-	-	-	-	-	-	-
	s	41	40	37	52	54	53	38	20	11	0	-	-	-	-	-	-	-
29/6	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	300	294	294	292	285	267	238	186	129	109	100
	s	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25	32	56	60	65	48	27	0
03/7	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	300	300	298	292	281	257	240	194	169	123	108*
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	7	32	44	63	73	76	73	37	29
05/7	\bar{X}	-	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08/8	\bar{X}	-	-	300	300	297	292	285	253	218	188	157	124	106	100	-	-	-
	s	-	-	0	0	12	25	35	43	41	37	40	29	17	0	-	-	-
10/7	\bar{X}	100	100	100	-	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/7	\bar{X}	-	-	-	232	227	220	216	198	151	127	106	100	-	-	-	-	-
	s	-	-	-	77	78	85	84	82	68	54	17	0	-	-	-	-	-
13/7	\bar{X}	-	-	198	149	116	103	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	-	64	50	30	12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/7	\bar{X}	333	341	344	344	342	342	306	270	178	119	100	-	-	-	-	-	-
	s	43	48	49	48	46	46	48	44	63	37	0	-	-	-	-	-	-
15/7	\bar{X}	300	300	300	300	290	280	265	251	228	167	123	103	100	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	38	56	72	82	86	52	26	12	0	-	-	-	-
19/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

100 = Ausência de orvalho; 150 = Final do molhamento por orvalho;

* Nos dias 12/06, 18/06 e 03/07, a secagem completa ($\bar{X}=100$ e $s=0$) foi alcançada somente às 8h 45min, 8h 30min e 8h 30min, respectivamente

Tabela 3. Média, \bar{X} , e desvio padrão, s , (valores multiplicados por 100) dos valores numéricos de molhamento foliar obtidos por observação visual na parte superior de um dossel de plantas de girassol no período inicial da noite (Junho-Julho 1991)

Data	Horário (h/min)																		
	19/15	19/30	19/45	20/00	20/15	20/30	20/45	21/00	21/15	21/30	21/45	22/00	22/15	22/30	22/45	23/00	23/15	23/30	23/45
20/6	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	103 8	144 42	168 43
21/6	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	104 9	162 38	264 38	303 15	322 39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/6	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	103 8	111 19	173 29	252 43	292 17	321 27	367 45	400 0	-	-	-	C	C	C	C
24/6	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	102 6	107 9	100 0	100 0	100 0	121 27	195 19	252 39	303 38	-	-
26/6	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	103 8	100 0	100 0	103 8	107 16	107 17	167 32	273 41	306 24	-	-
30/6	\bar{X} s	100 0	100 0	110 24	181 26	216 21	284 16	290 19	285 23	269 30	125 31	101 5	100 0						
01/7	\bar{X} s	100 0	106 11	163 37	215 30	305 13	345 32	386 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	184 27	253 38	265 40
03/7	\bar{X} s	100 0	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0						
04/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	-	-	-	100 0						
05/7	\bar{X} s	-	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	-	-						
06/7	\bar{X} s	-	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0
08/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	-	100 0	100 0	100 0
09/7	\bar{X} s	100 0	168 34	204 12	300 0	349 44	394 16	400 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/7	\bar{X} s	100 0	104 8	181 37	276 41	300 0	308 19	381 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0
15/7	\bar{X} s	100 0	115 25	184 27	253 33	349 57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	102 6	134 37	107 24	105 18	103 12	105 18	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0
19/7	\bar{X} s	-	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0						
21/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	143 43	211 37	256 43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	103 8	151 26	225 35	259 45	-	-	400 0	-	-	-	-	-	-	-
23/7	\bar{X} s	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0
26/7	\bar{X} s	-	-	-	-	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	100 0	150 20	215 60	252 43

100 = Ausência de orvalho; 150 = início da formação de orvalho; C = Chuva.

Tabela 4. Média, \bar{X} , e desvio padrão, s, (valores multiplicados por 100) dos valores numéricos de molhamento por orvalho observados no parte superior de um dossel de plantas de girassol nas primeiras quatro horas da madrugada (Junho-Julho, 1991)

Data	Horário (h/min)																	
	00/00	00/15	00/30	00/45	01/00	01/15	01/30	01/45	02/00	02/15	02/30	02/45	03/00	03/15	03/30	03/45	04/00	04/15
01/7	\bar{X}	100	100	105	116	103	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	12	28	8	0	0	0	0	0	0						
04/7	\bar{X}	100	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	100	100	100	100	100	100
	s	0	0			0			0			0	0	0	0	0	0	0
06/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	s								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
09/7	\bar{X}	100	116	152	187	217	208	-	-	-	-	-	258	-	297	297	311	314
	s	0	26	41	35	45	40						25		12	12	21	23
12/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	109	189	279	374	-	-	300	300	300	300
	s	0	0	0	0	0	0	0	17	21	40	31			0	0	0	0
20/7	\bar{X}	-	-	-	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	s					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	106	112	108	104	111
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	21	16	12	25

100 = Ausência de orvalho; 150 = Início do molhamento por orvalho;

Tabela 5. Média, \bar{X} , e desvio padrão, s , (valores multiplicados por 100) dos valores numéricos de molhamento por orvalho observados no parte superior de um dossel de plantas de girassol no período do amanhecer (Junho-Julho, 1991)

Data	Horário (h/min)																		
	03/30	03/45	04/00	04/15	04/30	04/45	05/00	05/15	05/30	05/45	06/00	06/15	06/30	06/45	07/00	07/15	07/30	07/45	
22/6	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25/6	\bar{X}	-	-	-	300	300	300	300	300	300	297	296	271	247	210	174	140	123	110
	s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	8	8	38	41	33	30	35	29	20
26/6	\bar{X}	-	-	-	-	-	300	300	300	300	300	288	248	229	192	151	118	106	-
	s	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	26	58	62	63	53	27	16	-
27/6	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	300	300	299	297	290	264	229	167	138	112	103	-
	s	-	-	-	-	-	-	0	0	4	7	17	42	46	31	33	24	10	-
02/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	300	300	300	300	296	288	249	205	162	137	103	-	-
	s	-	-	-	-	-	0	0	0	0	12	26	44	34	31	28	12	-	-
04/7	\bar{X}	-	-	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07/7	\bar{X}	100	-	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	s	0	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09/7	\bar{X}	297	297	311	314	312	309	308	305	305	305	289	262	172	131	100	-	-	-
	s	12	12	21	23	21	19	26	23	23	24	21	39	32	30	0	-	-	-
10/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	276	242	196	137	112
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	37	53	60	36	27
11/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	300	300	300	300	267	233	195	150	114	100	-	-
	s	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	45	52	42	32	23	0	-	-
12/7	\bar{X}	100	100	100	100	100	100	132	144	146	119	100	100	-	-	-	-	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	41	36	37	25	0	0	-	-	-	-	-	-
15/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	245	204	193	158	114	100	-	-
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	43	32	23	23	0	-	-
18/7	\bar{X}	300	300	300	300	300	300	300	300	300	298	290	257	170	123	103	100	-	-
	s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	20	49	34	25	11	0	-	-
22/7	\bar{X}	-	-	300	300	300	300	300	300	300	286	283	281	277	243	201	156	114	100
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	33	35	42	55	58	42	23	0
23/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300	-	267	208	171	112	100
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	41	49	45	26	0
24/7	\bar{X}	112	108	104	111	112	118	152	132	111	100	100	-	-	-	-	-	-	-
	s	21	16	12	25	27	22	36	24	21	0	0	-	-	-	-	-	-	-
25/7	\bar{X}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	271	224	171	131	100
	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	46	34	30	0
27/7	\bar{X}	-	-	-	300	300	300	300	300	300	298	294	263	208	160	129	100	-	-
	s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	6	16	34	39	24	24	0	-	-

100 = Ausência de orvalho; 150 = Final do molhamento por orvalho;

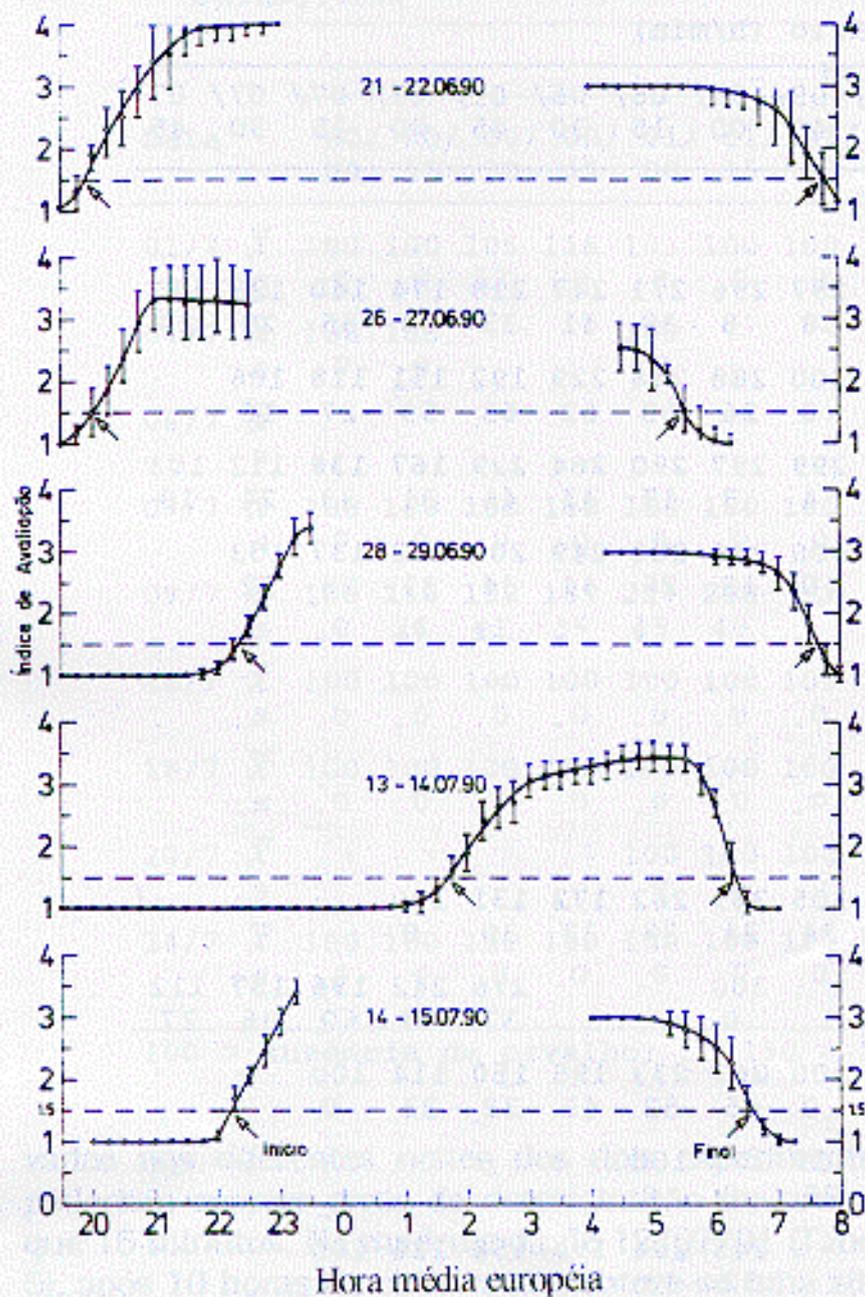


Figura 1. Valor médio e desvio padrão dos índices numéricos das condições de molhamento, durante o início da formação e o período final de evaporação do orvalho sobre dossel de batata. As setas indicam o início e o final do molhamento.

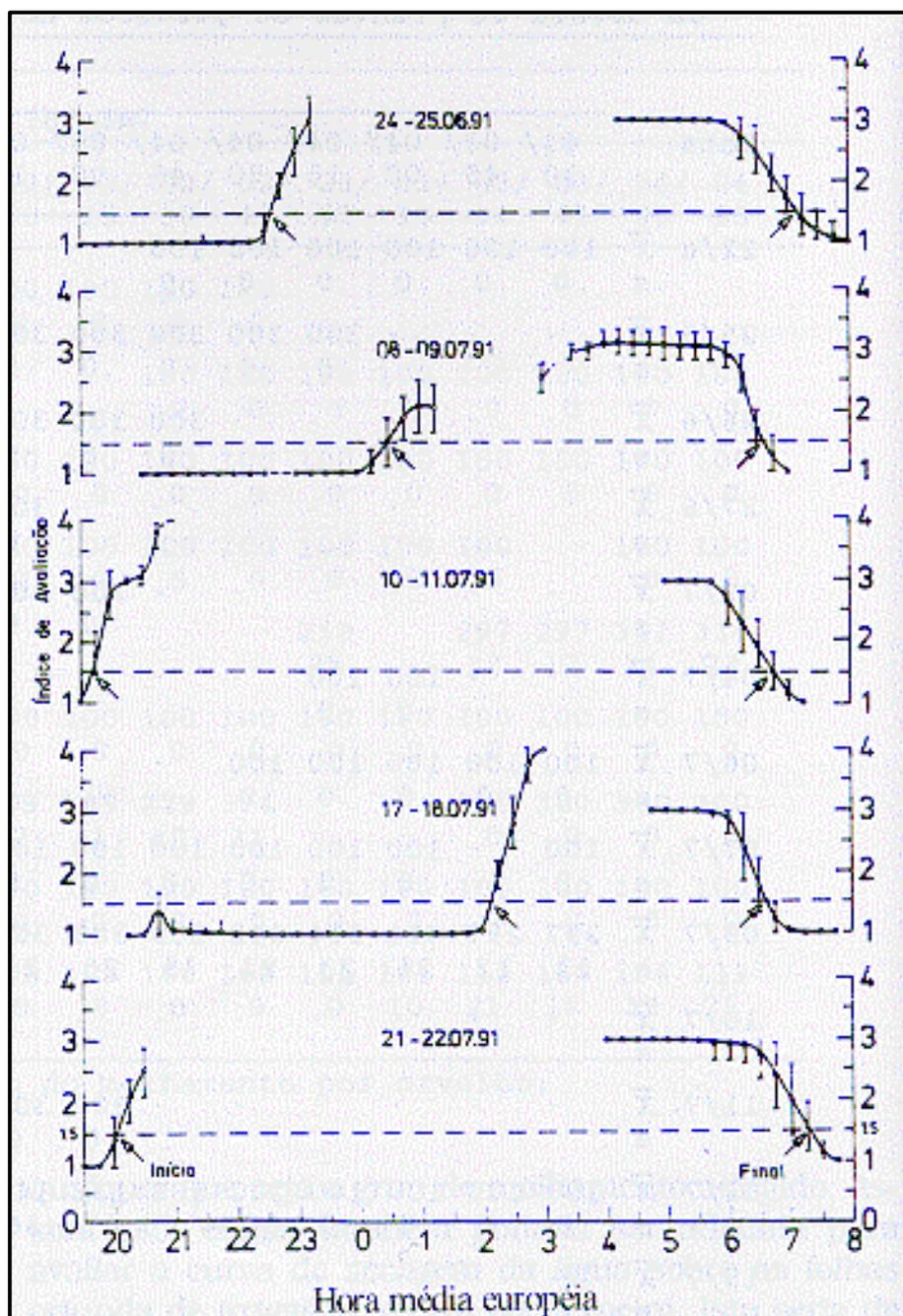


Figura 2. Valor médio e desvio padrão dos índices numéricos das condições de molhamento, durante o início da formação e o período final de evaporação do orvalho sobre dossel de girassol. As setas indicam o início e o final do molhamento.

BIBLIOGRAFIA

- GILLESPIE, T.J., KIDD, G.E. Sensing duration of leaf moisture retention using electrical impedance grids. **Can. J. Plant Sci.**, Ottawa, v. 58, p. 179-187, 1978.
- GROWE, M.J., COAKLEY, S.M., EMGE, R.G. Forecasting dew duration at Pendleton, Oregon, using simple weather observations. **J. Appl. Meteorology**, v. 17, p. 1482-1487, 1985.
- HELDWEIN, A.B. **Ermittlung der Taubenetzung von Pflanzenbeständen durch Anwendung mikrometeorologischer Verfahren sowie mittels konventioneller Methoden**. Berlin: TU-Berlin, 206 p. Dissertação (Dr. Sci. Agr.) - Fachbereich Internationale Agrarentwicklung, 1993.
- HOLLEY, J.D., HALL, R., HOFSTRA, G. Effects of cultivar resistance, leaf wetness duration and temperature on rate of development of potato early blight. **Can. J. of Plant Sci.**, v. 65, p. 179-184, 1985.
- JACOME, L.H., SCHUH, W. Effect of temperature on growth and conidial production in vitro, and comparison of infection and aggressiveness in vivo among isolates of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Trop. Agric.**, v. 70, p. 51-59, 1993.
- PEDRO Jr., J.M., GILLESPIE, T.J. Estimating dew duration. I - Utilizing micrometeorological data. **Agric. Meteorology**, Amsterdam, v. 25, p. 283-296, 1982.
- ROYLE, D.J., BUTLER, D.R. Epidemiological significance of liquid water in crop canopies and its role in disease forecasting. In: P.G. Ayres, L. Body (Eds.), **Water, Fungi and Plants**. Cam. U. Press, Cambridge, 1986, 413 p., p. 139-156.
- SCHRÖDTER, H. **Wetter und Pflanzenkrankheiten. Biologische Grundlagen der Epidemiologie**. Springer Verlag, Berlin, 1987, 191 p
- Van EIMERN J., Erfahrungen bei der Messung der Benetzungsdauer von Blättern für pflanzenpathologische Zwecke. **Wetter und Leben**, Berlin, v. 11, p. 131-138, 1959.
- WEISS, A., LUKENS, D.L. Electronic circuit for detecting leaf wetness and comparison of two sensors. **Plant Disease**, Saint-Paul, v. 65, n. 1, p. 41-43, 1981.