

¹FATORES AMBIENTAIS QUE AFETAM A TAXA DE SECAGEM NO GRÃO DE MILHO (*Zea mays* L.) APÓS A MATURIDADE FISIOLÓGICA

**Josiane Marlle GUISTEM¹, Luiz Marcelo de Aguiar SANS²,
João NAKAGAWA³, Maurício Dutra ZANOTTO³**

RESUMO

Avaliou-se a influência dos fatores ambientais na perda de água pelo grão de milho (*Zea mays* L.), após a maturidade fisiológica, em duas safras (1995/96 e 1997/98), em Botucatu, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco e quatro repetições, nas respectivas safras. A avaliação da perda de água do grão, em nove cultivares (AG 122, AG 1051, AG9012, AG 8012, AG 901, XL370, Z 8392, Z 8452 e Z 8501), iniciou-se após todas as cultivares terem apresentado a maturidade fisiológica. Posteriormente, a perda de água pelos grãos foi correlacionada com as normais climatológicas no período amostrado. Os resultados indicaram que a insolação, radiação, evaporação do tanque classe A e graus dias foram os fatores que mais influenciaram na perda de água nos grãos, com efeito quadrático e que até aproximadamente 16% de teor de água no grão estes fatores climáticos apresentaram efeito bem marcante.

Palavras chave – *Zea mays*; grão; secagem; campo; fatores ambientais

INTRODUÇÃO

O grão de milho (*Zea mays* L.), quando atinge a maturidade fisiológica, interrompe a comunicação via vasos com a planta mãe ficando apenas aderido e, desse ponto em diante, não recebe fotossintetizados da planta e o teor de água no grão começa a decrescer (Carvalho & Nakagawa 1988). Essa taxa de secagem dos grãos, além de diferir entre híbridos (Szalka, 1996; Magari et al. 1997), é

¹ Eng. Agra, M.Sc., estudante de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Área de Concentração Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas FCA/Unesp Campus de Botucatu. Bolsista da CAPES.

² Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, CP 151, Sete Lagoas-MG, 35701-970

³ Prof., FCA/ Unesp Depto Agricultura e Melhoramento Vegetal. C.P. 237. Botucatu-SP, 18603-970 Email zanotto@fca.unesp.br

⁴ Bolsista do CNPq.

também altamente influenciada pelas condições ambientais dominantes (Purdy & Crane, 1967), principalmente umidade relativa do ar, temperatura, vento e chuva (Brooking, 1990), insolação (Hallauer & Russell (1961)) e demanda evaporativa (Troyer & Ambrose, 1971). Schmidt & Hallauer (1966) verificaram, por meio de correlação, que, acima de 30% de teor de água no grão, a redução desse teor foi significativamente relacionada com a temperatura do ar e, abaixo de 30% a redução do teor de água foi correlacionada com a umidade relativa do ar. Andrew et al. (1956) verificaram uma correlação entre graus dias e a queda do teor de água do grão com um “r” de 0,98%.

A influência direta do ambiente no teor de água do grão tem sido relevante para os estudos de predição da data de colheita e avaliação da adaptabilidade de diferentes cultivares de milho (Schmidt & Hallauer, 1966; MacPherson & Brooking, 1989). Porém, o estabelecimento de fatores responsáveis pelo decréscimo do teor de água no grão no campo é difícil, porque existem inúmeros fatores que afetam a secagem do grão nessas condições.

O presente trabalho teve por objetivo verificar a influência de alguns fatores ambientais na porcentagem de perda de água nos grãos de cultivares de milho, após a maturidade fisiológica, em duas safras de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constituiu-se de dois experimentos, ambos conduzidos na Área Experimental do Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas da FCA/Unesp, em Botucatu, SP cuja altitude é 786 m, coordenadas 22° 51” de latitude S e 48° 26” de longitude W, sobre uma Terra Roxa Estruturada distrófica, nas safras de 1995/96 e 1997/98.

O clima do município de Botucatu, segundo o sistema de Koppen, é temperado chuvoso, constantemente úmido e com verões quentes (Cfa), com temperatura média anual de 21,6° C e precipitação total anual de 1.506 mm.

As cultivares utilizadas nos dois experimentos foram: AG 122, AG 1051, AG9012, AG 8012, AG 901, XL 370, Z 8392, Z 8452 e Z 8501. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco e quatro repetições, nas safras 1995/96 e 1997/98, respectivamente. As sementeiras foram realizadas em 29/11/1995 e 17/10/1997. O acompanhamento da perda de água nos grãos iniciou-se após os grãos de todas as cultivares terem apresentado a maturidade fisiológica. Foram feitas 13 coletas na safra 1995/96 no período de 124 a 172 dias após a sementeira, e 12 coletas na safra 1997/98, de 126 dias até 168 dias, com intervalos diferentes de dias entre as coletas. Foi

avaliado o teor de água dos grãos da parte mediana da espiga, em três (safra 1995/96) e quatro (safra 1997/98) espigas por parcela, pelo método de estufa ($105 \pm 3^\circ \text{C}$), por 24 horas (Brasil, 1992).

A perda de água pelos grãos, foi correlacionada com as normais climatológicas no período amostrado. Os dados meteorológicos usados na correlação com o teor de água no grão foram: temperaturas máximas e mínimas, velocidade do vento, precipitação, radiação, insolação, evaporação do tanque classe A e graus dias (temperatura base 10°C). Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Ambientais da FCA/Unesp.

As equações de regressão polinomial e seus respectivos coeficientes de correlação da equação foram estabelecidas por meio dos softwares Origin e Statistica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados na Tabela 1, pode-se observar que o teor de água nos grãos, nos períodos avaliados, apresentou a mesma tendência nos dois anos estudados. O teor médio de água no grão de todas as cultivares, no ano agrícola de 1995/96 reduziu de 32,42% para 13,59%, totalizando uma perda de água nos grãos de 18,83%, em 48 dias, e, na safra de 1997/98 esses teores decresceram de 30,31% a 15,44%, com um total de 14,87% de perda de água em 42 dias. Em média, a perda de água pelos grãos, foram 0,39%/dia e 0,35%/dia nas safras de 1995/96 e 1997/98, respectivamente.

Tabela 1. Valores médios global do teor de água no grão (%) de todas as cultivares estudadas e as respectivas perdas de água pelo grão (%). Botucatu/SP.

<i>SAFRA 95/9</i>													
<i>DIAS</i>	<i>124</i>	<i>131</i>	<i>134</i>	<i>138</i>	<i>141</i>	<i>145</i>	<i>148</i>	<i>155</i>	<i>159</i>	<i>162</i>	<i>166</i>	<i>167</i>	<i>172</i>
<i>Teor</i>	32.42	27.98	26.97	24.44	22.81	20.92	20.68	18.55	17.46	15.60	14.08	14.31	13.59
<i>Perda</i>	0	4.44	5.45	7.98	9.61	11.50	11.74	13.87	14.96	16.82	18.34	18.11	18.83
<i>SAFRA 97/98</i>													
<i>DIAS</i>	<i>126</i>	<i>133</i>	<i>137</i>	<i>140</i>	<i>144</i>	<i>147</i>	<i>151</i>	<i>154</i>	<i>158</i>	<i>161</i>	<i>165</i>	<i>168</i>	
<i>Teor</i>	30.31	28.35	27.89	25.56	21.27	19.72	18.37	16.72	16.76	15.63	16.07	15.44	
<i>Perda</i>	0	1.96	2.42	4.75	9.04	10.59	11.94	13.59	13.55	14.68	14.24	14.87	

Na Tabela 2, observa-se que os dados climáticos diferiram de um ano para o outro, sendo os valores de graus dias, precipitação, velocidade do vento, umidade relativa, temperatura máxima e

mínima, na safra 1997/98, superiores aos da safra 1995/96. Nota-se, ainda, que as temperaturas, na safra de 1997/98, não variaram muito no decorrer do período avaliado.

Tabela 2. Normais climatológicas ocorridas nos períodos em que se avaliou a perda de água nos grãos, nas safras de 1995/96 1997/98. Botucatu/SP.

SAFRA 95/96												
DIAS	124											
	a											
	131	134	138	141	145	148	155	159	162	166	167	172
Tmin	20,47	20,24	19,96	19,42	18,24	17,99	17,46	17,13	17,11	16,80	16,82	16,68
Tmax	29,65	29,07	28,24	27,52	26,81	26,79	26,06	25,83	25,78	25,57	25,52	25,29
UR	68,37	70,45	72,80	74,00	72,59	70,52	71,28	71,39	70,85	70,35	70,54	71,04
Vento	120,35	114,74	112,05	119,13	126,08	123,73	131,29	133,26	131,48	129,62	127,61	123,93
Evap.	40,00	52,00	65,30	75,70	95,60	112,30	138,50	154,90	166,90	182,90	193,90	200,40
Rad.	4042	5156	6574	7723	9833	11332	14001	15715	16901	18478	19404	20327
Insol.	74,70	90,15	113,70	135,75	178,30	209,20	254,90	289,50	317,56	350,90	367,60	385,40
Precip	49,30	53,30	55,80	74,10	74,10	74,10	75,10	75,10	87,40	89,20	98,50	99,80
GDD	120,50	161,20	211,50	242,50	275,60	309,80	376,30	413,40	436,40	481,00	513,80	538,30
SAFRA 97/98												
DIAS	126											
	a											
	133	137	140	144	147	151	154	158	161	165	168	
Tmin	20,97	20,62	20,47	20,69	20,68	20,46	20,39	20,38	20,14	20,04	19,91	
Tmax	28,85	28,18	28,29	28,99	29,20	28,61	28,50	28,50	28,39	28,31	28,01	
UR	85,82	85,54	83,71	80,99	81,03	81,64	81,85	81,98	81,70	92,19	82,06	
Vento	99,25	106,44	106,67	101,79	107,25	122,33	123,06	124,74	127,16	123,30	132,03	
Evap.	31,00	46,20	58,20	84,70	101,00	125,40	137,30	153,70	172,90	185,30	202,30	
Rad.	3276	4744	6398	8675	10112	12123	13351	15075	16665	18172	19694	
Insol.	32,50	45,60	69,60	109,20	129,50	156,10	174,50	197,70	225,10	244,40	268,80	
Precip	48,60	77,70	149,00	149,00	153,50	156,00	161,00	176,30	176,30	242,10	243,60	
GDD	119,30	172,80	215,70	282,00	328,70	380,50	421,40	479,00	516,20	596,6	600,50	

Temp.-°C; UR- %; Vento – kmn/dia; Evap. – mm ; Rad .– cal/cm2; Insol.- h; prec. - mm

Pela correlação entre esses fatores climáticos e a perda de água no grão, pode-se considerar que nas condições em que se desenvolveu o trabalho, a temperatura máxima e mínima, umidade relativa e velocidade do vento não influenciaram na perda de água pelos grãos, após a maturidade fisiológica. Entretanto, os elementos graus dias, radiação, insolação e evaporação do tanque classe A exerceram

grande efeito sobre a perda de água nos grãos, nas duas safras avaliadas, como pode ser visto nas equações estimadas por meio de regressão polinomial (Tabela 3).

Pelos resultados da análise de regressão, pode-se verificar que houve uma homogeneidade nas duas safras, com coeficientes de determinação “R” significativos de 0,99 a 0,97, indicando que esses parâmetros climáticos são adequados para evidenciar os efeitos dos fatores meteorológicos na quantidade de perda de água pelo grão após a maturidade fisiológica.

A análise de regressão com os dados de perda de água dos grãos, nas duas safras conjuntamente, mostrou uma associação significativa com a insolação e radiação, evaporação do tanque classe A e graus dias, sendo possível o ajuste de uma regressão quadrática representado os dois anos juntos.

Tabela 3. Equações da regressão polinomial e respectivos coeficientes de determinação da correlação entre a perda de água do grão e elementos climáticos, nas safras de 1995/96 e 1997/98. Botucatu/SP.

Perda de água	SAFRA 95/96		SAFRA 97/98		
	X	Equação	R ²	Equação	R ²
Graus dias		$y = - 1,93 + 0,053 X - 2,68 \cdot 10^{-5} X^2$	0,99	$y = - 7,34 + 0,074 X - 6,28 \cdot 10^{-5} X^2$	0,99
Radiação		$y = - 1,11 + 0,001 X - 1,85 \cdot 10^{-8} X^2$	0,97	$y = - 5,45 + 0,002 X - 5,49 \cdot 10^{-8} X^2$	0,98
Insolação		$y = - 1,02 + 0,076 X - 6,43 \cdot 10^{-5} X^2$	0,97	$y = - 2,91 + 0,138 X - 2,69 \cdot 10^{-4} X^2$	0,99
Evaporação		$y = - 1,23 + 0,140 X - 2,01 \cdot 10^{-4} X^2$	0,97	$y = - 4,61 + 0,199 X - 5,12 \cdot 10^{-4} X^2$	0,99

A representação gráfica do ajuste da regressão polinomial com esses fatores climáticos, insolação, radiação, evaporação e graus dias, para as duas safras conjuntamente, pode ser observada nas Figuras 1, 2, 3 e 4. O efeito desses parâmetros climáticos foi o mesmo nas duas safras estudadas e o comportamento da perda de água pelos grãos teve a mesma tendência.

Pelas figuras, verifica-se que a perda de água pelo grão, até o mesmo atingir aproximadamente 16%, teve um efeito quase linear, isto é, quanto maior for a insolação, radiação, evaporação e graus dias durante esse período, maior será a quantidade de água liberada pelo grão, e após esse teor, esses fatores apresentam um efeito menos acentuado, resultando no efeito quadrático.

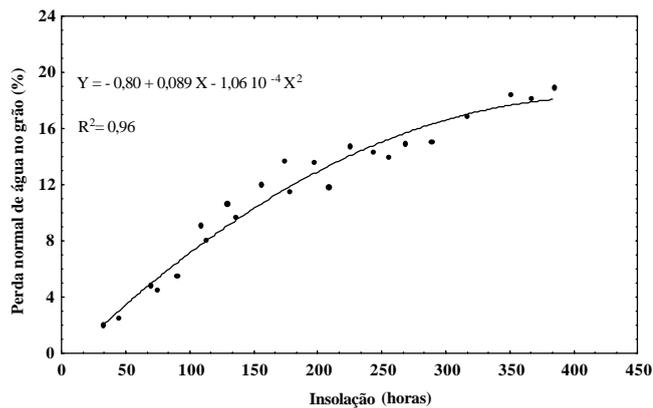


Figura 1. Relação entre a insolação (horas) e a quantidade de perda de água pelos grãos de milho, nas safras 95/96 e 97/98, Botucatu, SP.

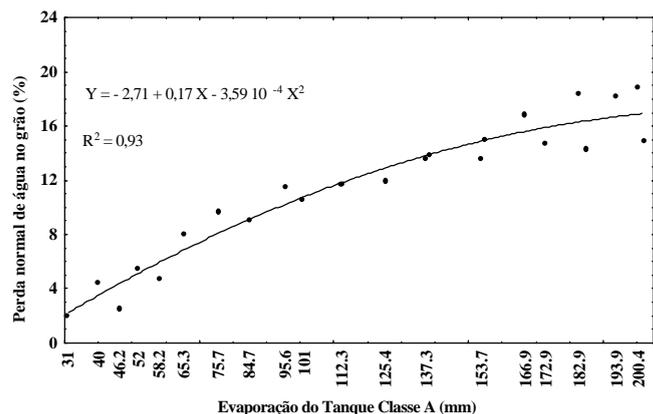


Figura 3. Relação entre a evaporação do tanque classe A (mm) e a quantidade de perda de água pelos grãos de milho, nas safras 95/96 e 97/98, Botucatu, SP.

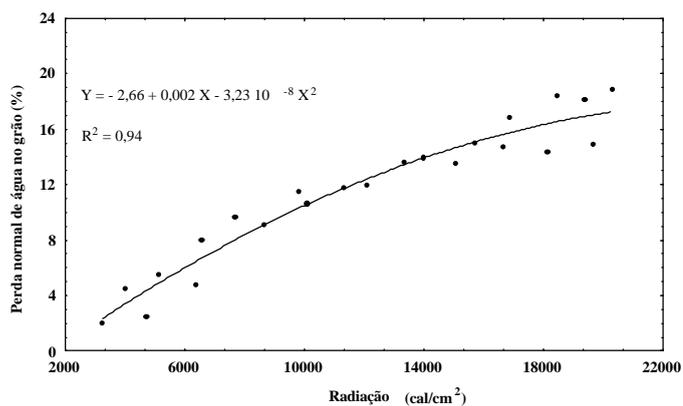


Figura 2. Relação entre a radiação (cal/cm^2) e a quantidade de perda de água pelos grãos de milho, nas safras 95/96 e 97/98, Botucatu, SP.

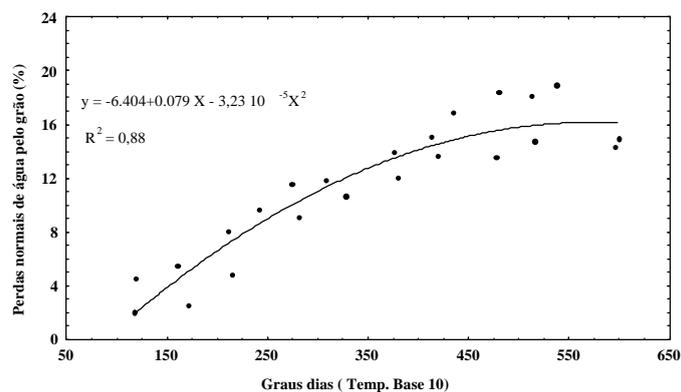


Figura 4. Relação entre os graus dias e a quantidade de perda de água pelos grãos de milho, nas safras 95/96 e 97/98, Botucatu, SP.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a insolação, radiação, evaporação do tanque classe A e graus dias são fatores que influenciam a perda de água pelos grãos, e que, essas informações poderão ser utilizadas em modelos que permitem estimativa da época de colheita de milho no campo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREW, R.H.; FERWEDA, F.P.; STROMMEN, A.M. Maturation and yield of corn as influenced by climate and production technique. *Agrom. J. Madson* v48, p.231-236, 1956.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1992. 365p.
- BROOKING, I.R. Maize ear moisture during grain-filling, and its relation to physiological maturity and grain-drying. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.23, p.55-68, 1990.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, tecnologia e produção*. 3ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988 424p.
- HALLAUER, A.R.; RUSSEL, W.A. Effects of selected weather factors on grain moisture reduction from silking to physiologic maturity in corn. *Agron. J.*, Madison, v.53, p.225-229, 1961.
- MACPHERSON, H.G.; BROOKING, I.R. The impact of weather on scheduling of sweet corn for processing. 2. Variation in crop duration with cultivar, season, time of planting and site. *Crop. Sci.*, Madison, v.33, p.27-33, 1989.
- MAGARI, R.; KANG, M.S.; ZHANG, Y.; Genotype by interaction for ear moisture loss rate in corn. *Crop Sci.*, Madison, v.37, p.774-779. 1997.
- PURDY, J.L.; CRANE, P.L. Inheritance of drying rate in mature corn (*Zea mays* L.) *Crop Sci.*, Madison, v.7, p.294-297, 1967.
- SCHMIDT, J.L.; HALLAUER, A.R. Estimating harvest date of corn in the field. *Crop. Sci.*, Madison, v.6, p. 227-231, 1966.
- SZALKA, E. Study of water discharge by maize hybrids. *Plant Breed. Abst.* v.66, p.1274, 1996.
- TROYER, A.F.; AMBROSE, W.B. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn. *Crop Sci.*, Madson, v.11, p.529-531, 1971.