

INFORMATIVO CENTRO DE POMÁCEAS

TEMPORADA 2014/15 - Nr. 35. Diciembre 2014

PRIMAVERA 2014

Laboratorio de Ecofisiología Frutal
asepulveda@utalca.cl

ANTECEDENTES

Floración

Durante la floración, las condiciones climáticas son críticas, debido a que influyen tanto en la polinización y fertilización de las flores, así como en el desarrollo temprano de las hojas.

La falta de frío invernal podría conducir a una floración tardía y más prolongada, con cuaja irregular.

Al tubo polínico le toma dos días en alcanzar los óvulos con una temperatura (T°) media de $15\text{ }^\circ\text{C}$, el doble de días con $13\text{ }^\circ\text{C}$, y 8 días con $10\text{ }^\circ\text{C}$ (Palmer *et al.*, 2003). Por otro lado, la actividad de las abejas es altamente dependiente de la T° , radiación solar, velocidad del viento o lluvia. En general, éstas comienzan su actividad con T° entre 12 y $14\text{ }^\circ\text{C}$ y 300 W m^{-2} de radiación solar (Vicens y Bosch, 2000).

Desarrollo del fruto

En el desarrollo del fruto del manzano se distingue la etapa de división celular, que ocurre típicamente los primeros 40 días después de plena flor (DDPF), a la que le sigue la fase de expansión celular, donde el crecimiento es prácticamente lineal hasta la cosecha.

Se ha señalado que la etapa de división celular, donde se determina la cantidad de células del fruto, responde a la temperatura ambiente, y su extensión estaría inversamente relacionada a la T° del periodo, retrasándose el paso a la fase de expansión celular en zonas frías (Warrington *et al.*, 1999). Por ello, el término de la fase de división celular varía entre los 35-50 DDPF (Palmer *et al.*, 2003; Tromp, 1997), tomándose como referencia el estado T. Se estima que esta fase corresponde al 20% del total del tiempo de crecimiento del fruto (Faust, 1989).

En condiciones de baja competencia entre frutos, la T° en la fase de división celular determinaría el calibre potencial de la fruta a cosecha (Warrington *et al.*, 1999). El peso del fruto a los 40 y 50 DDPF tiene relación con su calibre final (Stanley *et al.*, 2000).

El desarrollo del fruto en la fase de división celular tiene consecuencias en la maduración de la fruta. Se ha encontrado una buena relación entre la acumulación térmica en los primeros 30 DDPF y la cantidad de días desde cuaja a cosecha (Stanley *et al.*, 2000). Temperaturas tempranas bajas implicarían un período más extenso de crecimiento del fruto hasta su cosecha, pero también, eventualmente, una menor cantidad de calor acumulado entre plena flor y cosecha.

Actualmente, se utilizan los grados día sobre 10 °C (GD 10) y los grados hora de crecimiento (GDH), para explicar la influencia de la T° sobre el desarrollo del fruto. Se ha encontrado que índices de madurez, tales como sólidos solubles, firmeza de pulpa, degradación de almidón y color de fondo, son acelerados por altas temperaturas tempranas (Tromp, 1997; Warrington *et al.*, 1999), por lo que éstas promueven un adelanto de la cosecha, un proceso de maduración más acelerado, con la consecuente disminución del potencial de post cosecha.

Eventos extremos en este momento, como las heladas, tienen un efecto nocivo sobre la producción. En caso de las heladas, ello se debe a que en floración y fruto recién cuajado, los tejidos tienen la mayor sensibilidad a bajas T° (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temperaturas mínimas críticas (°C) de primavera para manzano de acuerdo a su estado de desarrollo (Fuente: Seeley y Anderson, 2003).

Estado	Mortalidad	
	10%	90%
No hinchada	-9,4	-17
Puntas verdes	-7,8	-12
Ramillote expuesto	-2,8	-6,1
Botón rosado	-2,2	-3,9
Flor reina	-1,7	-3,8
Plena flor	-1,7	-3,8
Caída de pétalos	-2.2	-3.9
Cuaja	-2.2	-3.9

Heladas durante la post flor podrían afectar los óvulos, produciendo frutos deformes o promoviendo la caída de éstos. Una helada menos intensa podría generar anillos de russet, característicos de daño por helada (Foto 1).





Foto 1. Daños característicos de helada sobre el fruto: necrosamiento del óvulo (arriba izquierda), formación de anillo de russet (arriba derecha), deshidratación (abajo izquierda) y deformidad (abajo derecha).

TEMPORADA 2014/15

Es importante recordar que las yemas habían experimentado un invierno frío, por lo que las necesidades de frío fueron cubiertas en la mayoría de los huertos. Luego, las condiciones térmicas durante agosto y septiembre fueron más cálidas a lo normal, lo que se tradujo en un adelanto de la fenología. Por ello, esta temporada se registraron fechas de floración anticipadas, de acuerdo a lo habitual en cada localidad. Así, en términos generales, en la zona central, los cultivares de bajo requerimiento de frío, como Cripp's Pink o Granny Smith, registraron plena flor \approx 25 de septiembre, y cultivares de mayor requerimiento de frío, como las Galas \approx 1 de octubre.

Las condiciones ambientales favorecieron el progreso de la floración después del 1 de octubre (Cuadro 2). Las horas con T° sobre 15°C y con radiación solar mayor a 300 Wm^{-2} , que benefician la actividad de las abejas, se incluyen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Número de horas con temperatura mayor a 15°C y radiación solar mayor a 300 Wm^{-2} , durante la última semana de septiembre y la primera de octubre.

Localidad	24-30 septiembre						1-7 octubre					
	Horas $>15^\circ\text{C}$			Horas $>300\text{ Wm}^{-2}$			Horas $>15^\circ\text{C}$			Horas $>300\text{ Wm}^{-2}$		
	Media	2013	2014	Media	2013	2014	Media	2013	2014	Media	2013	2014
Graneros	53	46	48	36	37	20	55	70	72	35	45	37
Los Niches	40	38	34	41	39	25	41	53	55	31	46	45
Molina	44	39	39	46	47	31	45	51	60	42	49	45
San Clemente	46	41	37	53	54	33	42	52	53	41	48	37
Angol	40	39	29	44	53	39	38	-	66	41	-	53

Durante la primera etapa de crecimiento del fruto (división celular), la T° media, medida en el periodo 1 de octubre a 15 de noviembre, mostró una variación positiva con respecto al promedio de los últimos años (Cuadro 3). Esta variación positiva estaría asociada a mayores T° máximas que T° mínimas. Ello podría ser negativo en zonas históricamente más cálidas, como en la Región de O'Higgins, puesto que T° muy altas en esta etapa promoverían un desarrollo frutal acelerado, lo que produciría un adelanto de la maduración y rápida caída de los índices de madurez (cosecha corta). Todo ello, podría resultar en un potencial de conservación menor.

Localidad	T° media			GD 10			GDH (miles)			Índice de estrés (miles)		
	Promedio	2013/14	2014/15	Promedio	2013/14	2014/15	Promedio	2013/14	2014/15	Promedio	2013/14	2014/15
Graneros	15.0	15.3	16.2	251	268	297	11.32	11.62	11.82	35.26	42.96	47.96
Morza	13.9	13.9	14.5	222	237	256	9.91	9.92	10.63	27.09	34.98	35.00
Los Niches	13.0	13.8	14.5	192	212	244	9.23	10.08	10.79	20.81	21.23	23.87
Sagrada Familia	15.1	15.2	16.1	259	264	306	11.06	11.19	12.19	34.22	39.29	44.47
Molina	13.9	14.4	15.1	216	224	259	10.05	10.74	11.63	24.95	21.96	23.98
Río Claro	13.3	14.0	14.0	200	233	238	9.49	9.83	10.25	26.92	27.00	29.82
San Clemente	14.3	14.5	14.9	223	232	256	10.68	10.12	11.37	26.22	30.89	32.83
Linares	14.0	13.7	14.2	223	198	228	10.18	10.04	10.73	29.58	18.06	20.28
Angol	13.4	13.8	13.9	189	203	208	9.82	10.35	10.49	19.44	22.44	25.30
Freire	11.1	11.4	11.5	112	122	125	7.01	7.44	7.54	7.25	7.26	7.49

Cuadro 3. Temperatura (°C) media, máxima y mínima entre el 1 de octubre y 15 de noviembre, durante las últimas temporadas y la variación de la temporada actual respecto al promedio de las anteriores.

Localidad	Promedio (2006-2013)	2013/14	2014/15	Variación (°C)
T° media				
Graneros	15.0	15.3	16.2	1.3
Morza	13.9	13.9	14.5	0.6
Los Niches	13.0	13.8	14.5	1.6
Sagrada Familia	15.1	15.2	16.1	1.0
Molina	13.9	14.4	15.1	1.2
Río Claro	13.3	14.0	14.0	0.8
San Clemente	14.3	14.5	14.9	0.6
Linares	14.0	13.7	14.2	0.2
Angol	13.4	13.8	13.9	0.5
Temuco	11.1	11.4	11.5	0.4
T° máxima				
Graneros	23.1	23.9	24.8	1.7
Morza	23.2	24.1	24.3	1.1
Los Niches	22.0	22.5	23.7	1.7
Sagrada Familia	24.6	24.7	25.0	0.4
Molina	22.2	22.8	23.7	1.5
Río Claro	22.3	26.0	23.6	1.3
San Clemente	22.5	23.9	23.6	1.1
Linares	22.9	21.5	22.3	-0.6
Angol	20.7	21.2	21.4	0.7
Temuco	18.1	18.9	18.3	0.2
T° mínima				
Graneros	7.2	7.1	7.8	0.6
Morza	5.7	4.9	5.6	-0.1
Los Niches	5.0	6.2	6.5	1.5
Sagrada Familia	7.1	7.1	7.3	0.2
Molina	6.7	7.2	7.5	0.8
Río Claro	5.6	5.4	5.3	-0.3
San Clemente	7.5	7.2	7.1	-0.4
Linares	6.2	6.7	6.7	0.5
Angol	7.1	7.3	7.2	0.1
Temuco	5.5	5.9	5.9	0.4

En relación a la acumulación térmica, asociada al desarrollo del fruto, la temporada 2014/15 ha mostrado una alta cantidad, tanto en términos de grados día, como de grados hora de crecimiento (Cuadro 4). Ello fundamenta la idea de que esta temporada podría mostrar una cosecha más adelantada y corta, sobre todo en los cultivares de cosecha temprana. Al 15 de noviembre, en algunas localidades, ya se contaba con más del 25% de los grados días necesarios para la cosecha de Galas (≈ 950 desde plena flor).

Cuadro 4. Grados día base 10 (GD 10) y grados hora de crecimiento (GDH), acumulados desde el 1 de octubre al 15 de noviembre, durante las últimas temporadas y la variación de la temporada actual respecto al promedio de las anteriores.

Localidades	GD 10				GDH			
	Media	2013/14	2014/15	Variación (%)	Media	2013/14	2014/15	Variación (%)
Graneros	251	268	297	18.6	11,319	11,617	11,823	4.5
Morza	222	237	256	15.4	9,913	9,921	10,627	7.2
Los Niches	192	212	244	27.0	9,233	10,082	10,785	16.8
Sagrada Familia	259	264	306	18.3	11,060	11,191	12,185	10.2
Molina	216	224	259	19.9	10,051	10,736	11,627	15.7
Río Claro	200	233	238	18.7	9,487	9,827	10,245	8.0
San Clemente	223	232	256	15.0	10,682	10,116	11,367	6.4
Linares	223	198	228	2.2	10,183	10,035	10,730	5.4
Angol	189	203	208	9.8	9,819	10,353	10,491	6.8
Freire	112	122	125	11.2	7,005	7,442	7,544	7.7

Esta primavera, en la suma, ha resultado en una mayor acumulación térmica, como también en un mayor registro de unidades de estrés (Cuadro 5). Esta variable relaciona la T° ambiental con la humedad relativa (HR), y es más alto mientras se registre mayor cantidad de tiempo con exposición a altas T° y baja HR.

Cuadro 5. Índice de estrés entre el 1 de octubre y el 15 de noviembre, durante las últimas temporadas y la variación de la temporada actual respecto al promedio de las anteriores.

Localidades	Media	2013/14	2014/15	Variación (%)
Graneros	35,257	42,963	47,958	36.0
Morza	27,092	34,983	34,998	29.2
Los Niches	20,805	21,232	23,871	14.7
Sagrada Familia	34,223	39,289	44,471	29.9
Molina	24,953	21,962	23,981	-3.9
Río Claro	26,920	26,999	29,822	10.8
San Clemente	26,223	30,887	32,828	25.2
Linares	29,580	18,056	20,284	-31.4
Angol	19,440	22,439	25,300	30.1
Freire	7,250	7,255	7,485	3.2

El día 10 de octubre se registró un evento de helada (Cuadro 5). El estado fenológico en que se encontraban los frutos, recién cuajados, de alta sensibilidad a bajas temperaturas (Cuadro 1), produjo caída de éstos en algunas zonas. Sin embargo, los reportes de caída más tardía de frutos (hasta mediados de noviembre), según el Dr. Fernando Santibáñez, no estarían vinculados a este evento, sino a frutos caídos por “pasma”. La causa estaría asociada a periodos de estrés intenso, que limitaría el abastecimiento al fruto, provocando su caída. Como esta temporada, ha mostrado una alta acumulación de unidades de estrés (Cuadro 5), se podría sugerir que las altas T° registradas en algunos días de octubre, podrían haber originado esta situación.

Cuadro 5. Magnitud y duración de helada registrada el 10 de octubre de 2014.

Localidad	T° mínima (°C)/duración (h)
Graneros	1.3
Morza	-1.5/4
Los Niches	0.2
Sagrada Familia	2.0
Molina	0.7
Río Claro	-2.4/5
San Clemente	0.5
Linares	-0.2
Angol	-0.3
Freire	-0.2

RESUMEN

La temporada en curso ha sido variable, con T° extremas durante la primavera. Sin embargo, en la sumatoria ha resultado en un ambiente más cálido a lo observado en años anteriores.

Durante la primera etapa de crecimiento del fruto, si bien es favorable contar con temperaturas, en promedio sobre 13 °C, la exposición a T° más altas estaría asociado a un desarrollo acelerado, con una maduración también acelerada y una merma en la potencialidad de guarda.

En relación a este comportamiento, el Dr. Fernando Santibáñez prevé que problemas más complejos irán apareciendo de la mano de una mayor variabilidad climática.

REFERENCIAS

- Anderson, J.L. y Seeley, S.D. 1992. Modelling strategy in pomology: development of the Utah models. *Acta Hort.* 313: 297-306.
- Atkinson, C.J., Taylor, L. y Kingswell, G. 2001. The importance of temperature differences, directly after anthesis, in determining growth and cellular development of *Malus* fruits. *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 721-731.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees.* John Wiley & Sons. 338 p.
- Hamer, J.C. 1980. A model to evaluate evaporative cooling of apple buds as a frost protection technique. *J. Hort. Sci.* 55: 157-163.
- Palmer, J.W., Privé, J.P. y Tustin D.S. 2003. Temperature. pp. 217-236. En *Apples: Botany, Production and Uses.* D.C. Ferree y I.J. Warrington (eds). CAB International. 660 p.
- Seeley, S.D. y Anderson, J.L. 2003. Apple-orchard Freeze Protection pp. 521-538. En *Apples: Botany, Production and Uses.* D.C. Ferree y I.J. Warrington (eds). CAB International. 660 p.
- Sepúlveda, A., Yuri, J.A. y González Talice, J. 2011. Aspectos climáticos relacionados con la producción de manzanas de calidad en Chile. *Revista de Fruticultura* 17: 34-39.
- Stanley, C.J., Tustin, D.S., Lupton, G.B., McCartney, S., Cashmore, W.M. y de Silva H.N. 2000. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographic regions within New Zealand. *J. Hort. Sci. Biotech.* 75: 413-422.
- Tromp, J. 1997. Maturity of apple cv. Elstar as affected by temperature during a six-week period following bloom. *J. Hort. Sci.* 72: 811-819.
- Vicens, N. y Bosch, J. 2000. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: *Megachilidae* and *Apidae*). *Environ. entomol.* 29: 413-420.
- Wagenmakers, P.S. 1996. Effects of light and temperature on potential apple production. *Acta Hort.* 416: 191-198.
- Warrington, I.J., Fulton, T.A., Halligan, E.A. y de Silva H.N. 1999. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 468-477.
- Yuri, J.A. 1992. Las heladas en fruticultura. *Revista Frutícola* 13: 69-74.
- Yuri, J.A., Sepúlveda, A. y Lepe, V. (eds). 2011. *Comportamiento del manzano en diferentes zonas productivas de Chile.* Editorial Universidad de Talca, Talca. 200 p.
- Yuri, J.A., Moggia, C., Torres, C.A., Sepulveda, A., Lepe, V. y Vasquez, J.L. 2011. Performance of Apple (*Malus × domestica* Borkh.) Cultivars Grown in Different Chilean Regions on a Six-year Trial, Part I: Vegetative Growth, Yield, and Phenology. *HortScience* 46: 365-370.