

2014

Fruticultura

Ing. Agr. Gabriela Morelli
Jefe de Trabajos Prácticos



[REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS DE LOS ÁRBOLES FRUTALES]

INFLUENCIA DE LOS PRINCIPALES FACTORES CLIMÁTICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS ESPECIES FRUTALES CULTIVADAS

Ecología de los árboles frutales

El estudio del medio y su influencia sobre el desarrollo y crecimiento del árbol frutal se torna de importancia sustantiva en una era donde el concepto de sustentabilidad de la agricultura es fundamental para predecir comportamientos, aportar soluciones, revertir situaciones adversas y preservar el medio ambiente.

El desarrollo de un árbol y su producción depende de su constitución genética y de su estado sanitario, pero esta capacidad productiva está condicionada a sus posibilidades de adaptación a unas determinadas condiciones ecológicas. Conocer la influencia de los factores del suelo y del clima sobre el desarrollo y crecimiento de cada especie o cultivar frutal nos permitirá seleccionar el sitio más adecuado, minimizar los efectos nocivos del ambiente y modificar o crear microambientes con el objetivo de maximizar la productividad. Además nos conducirá a encontrar las prácticas culturales más aconsejadas para su cultivo en un momento dado.

Para evaluar las posibilidades de adaptación de un árbol frutal a las condiciones del medio dadas es imprescindible conocer en qué valores de cada factor ecológico este se convierte en condicionante o limitante.

Radiación

Existen aspectos particulares de las plantaciones frutales que modifican la captación y utilización de la radiación. La producción de los montes frutales depende fuertemente de la absorción y del uso eficiente de la luz. Su máximo aprovechamiento está directamente relacionado con el manejo del cultivo. Factores como la poda en verde, el sistema de conducción, la orientación de las filas de plantación y la altura de los árboles, entre otros, influyen en la distribución lumínica dentro del canopeo. En general la inducción y diferenciación floral es máxima en zonas de la copa con una radiación superior al 60% de la radiación incidente. El proceso de formación de frutos es más afectado por valores inferiores que el crecimiento vegetativo.

El manzano es una de las principales especies con mayor potencial de rendimiento en zonas con una amplia estación de crecimiento, debido al elevado índice área foliar y elevado porcentaje de intercepción lumínica como consecuencia del rápido desarrollo foliar de sus ramas cortas y lento envejecimiento de las mismas. El olivo, los cítricos y los arándanos son las especies con menor tasa fotosintética, debido a una gran resistencia estomática, producto del mayor espesor de las hojas, presencia de ceras y anatomía del mesófilo. Los frutales de carozo tienen una capacidad fotosintética similar a la del manzano (excepto el damasco con una tasa de asimilación de CO₂ inferior), pero la vida útil de las hojas es muy inferior.

Existe una estrecha relación entre la radiación solar y los parámetros de madurez y calidad de los frutos, tales como el tamaño, la firmeza de la pulpa, la concentración de sólidos solubles, el contenido de antocianinas y el porcentaje de color de cobertura. Zonas con baja insolación adolecen frecuentemente de falta de color en la fruta. En estas condiciones es siempre preferible el cultivo de variedades de color verde o amarillo, antes que las de coloración roja que raramente alcanzan su coloración propia.

En frutos la radiación solar incidente cuando supera ciertos límites puede causar daños, originando golpes de sol o escaldaduras. En determinadas variedades de cítricos es frecuente observar como síntoma que la cascara del fruto adquiera una textura reseca y dura y una coloración amarillenta cuando el resto está aun verde. Sobre la madera también se puede producir daño por quemadura de sol, ya sea por fuertes podas en verde o en árboles que no tienen una adecuada ruptura de la dormición, lo que demora la brotación, dejando expuesta las ramas al calentamiento por radiación.

Temperatura:

Las temperaturas óptimas para el crecimiento y la productividad de la mayoría de los frutales se encuentran entre los 20 y 30 °C. Las especies de zonas templadas se caracterizan por necesitar de un periodo de reposo invernal marcado, que se supera gracias a las temperaturas bajas del invierno, y se mide mediante el índice denominado “necesidades de frío invernal”. Este requerimiento depende de cada especie y variedad. Además el potencial de rendimiento en estos frutales depende de una estación de crecimiento larga (desde 100 a 240 días) con temperaturas moderadas y noches relativamente frescas. La acumulación de frío es necesaria para una adecuada ruptura de la dormición, brotación de hojas y cuaje de frutos, mientras que las temperaturas frescas permiten una alta producción de materia seca. Las plantas de origen subtropical o tropical, no necesitan acumular frío invernal, siendo sensibles a las bajas temperaturas. Sin embargo en los cítricos cultivados en zonas de clima templado, las bajas temperaturas invernales actúan como factor inductivo de la floración, ocurriendo la floración junto a la brotación durante la primavera, justo después de la inducción floral, una excepción la constituye el limonero, que también presenta flores en las brotaciones de verano y otoño. En los climas tropicales la floración se observa durante todo el año.

Temperaturas óptimas de crecimiento de algunas especies de clima templado, subtropical y tropical

Especie o grupo de especie	Temperatura °C
Ananá	20-30
Arándano	20-25
Cítricos	23-34
Duraznero	17-30
Kaki	20-25
Mango	24-30
Manzano	28-30
Níspero japonés	20-30
Palto	25-28
Papayo	21-33
Vid	25-35

Efecto de las altas temperaturas

Las altas temperaturas pueden reducir los rendimientos al disminuir el cuaje de los frutos o el aumento de la caída de estos, aunque esta etapa fenológica está más condicionada por el momento en que ocurre, por las bajas temperaturas. Los cambios bruscos de temperatura tienen igual o mayor influencia que las altas temperaturas en la abscisión de frutos. Temperaturas superiores a 35°C reducen la viabilidad del polen. Los frutos que maduran bajo condiciones de altas temperaturas son más propensos a las caídas previas a cosecha, debido a la formación precoz de la capa de abscisión en los pedúnculos. Temperaturas superiores a 35°C aumentan la transpiración provocando marchitamiento de brotes y hojas tiernas “asurado” y luego abscisión. Con temperaturas más bajas vuelven a brotar pero debilitando la planta por la pérdida de reservas, provocando reducción de crecimiento vegetativo y del fruto.

Los frutos que maduran con temperaturas muy altas alteran su coloración debido a la inadecuada síntesis de pigmentos, también pierden consistencia disminuyendo su calidad intrínseca y vida postcosecha. Existen especies que se adaptan a altas temperaturas, como la vid, el olivo y el kaki.

Efecto de las bajas temperaturas:

Cuando las plantas de clima templado no acumulan suficiente frío de acuerdo a sus necesidades específicas, se observa un conjunto de síntomas: retraso en el desborre y apertura de yemas de flor y de madera, brotación irregular y dispersa, y desprendimiento de las yemas de flor, lo que dificulta los tratamientos fitosanitarios y compromete la productividad de la especie.

Es importante tener en claro entonces que el requerimiento de frío las plantas frutales caducifolias es necesario para romper la dormición, tanto de las yemas vegetativas como florales, siendo siempre un proceso cuantitativo. Existen diferentes modelos que buscan predecir la ruptura de la dormición en base a la temperatura. Weinberger (1950) denominó "horas de frío"(HF) a las horas transcurridas por debajo de 7°C, y las correlacionó con la cantidad de frío requerido para la ruptura de la dormición y el posterior crecimiento normal de los árboles frutales. De su trabajo surgió la expresión "Requerimiento de frío" para cada especie y variedad.

El manzano es conocido por su alto requerimiento en unidades de frío. Sin embargo, en la actualidad y merced al mejoramiento genético, se cuenta con cultivares de bajos requerimientos de unidades de frío y frutos de buena calidad.

La variedad "Anna", requiere tan solo 200HF y los manzanos "Gala" y sus clones mejorados y "Mutsu" demandan 500 HF. Los cruzamientos entre el grupo Gala y Anna han dado origen a un conjunto de variedades con requerimientos entre 250 y 450 HF, destacándose "Anabella", "Caricia", "Princesa" y "Eva" las cuales han sido cultivadas con éxito en la provincia de Misiones, Corrientes, y en la zona cordobesa Jesús María y Colonia Caroya. Estos cultivares son los que se denominan de bajos requerimiento de horas de frío y la mayoría de ellos son provenientes del Brasil. En zonas de inviernos templado-cálidos, donde la acumulación de frío puede ser insuficiente en algunos años, se utiliza con éxito la disminución de la temperatura a través de la evaporación de agua o "cooling". Mediante esta técnica se reduce hasta 15°C la temperatura de la yema, mejorando la acumulación de frío y consecuentemente la ruptura de la dormición.

Luego de la ruptura de la dormición, se requiere acumulación de sumas térmicas por parte de las yemas para completar las sucesivas etapas fenológicas.

Requerimiento de frío, expresado en «horas de frío», para la ruptura de la dormición de distintas especies frutales caducifolias

Espece	Requerimiento de frío (HF)	Observaciones
Almendro	200–500	
Actinidia (kiwi)	700–1400	
Arándano tipo 'lowbush'	> 800	
Arándano tipo 'highbush'	150–1000	
Arándano tipo 'rabbit-eye'	300–600	
Avellano	800–1600	
Caqui	100–500	
Cerezo dulce	500–1300	
Ciruelo europeo	700–1600	
Ciruelo japonés	500–1000	Existen variedades con requerimientos de solo 200 HF
Damasco o albaricoquero	100–1100	
Duraznero o melocotonero	200–500	Las variedades más difundidas requieren 600–800 HF
Frambueso	600–1600	
Guindo	600–1500	
Manzano	200–2000	La media general de los cultivares es de 1200 HF ⁴
Membrillero	50–500	
Nogal común	800–1500	Algunas variedades californianas requieren 300 HF
Pecán	100–600	
Peral	620–1800	
Vid	500–1400	Existen variedades con requerimientos de solo 100 HF

Fuente: Sozzi, Gabriel O. (2008).

Daños por bajas temperaturas:

Se denomina daño por enfriamiento al producido por bajas temperaturas, (pero superiores a 0°C) en especies de origen tropical o subtropical, pueden llegar a producir la muerte de la planta, esto parece asociarse a la ruptura de las membranas celulares. Estos daños también lo sufren los frutos (salvo naranjas y mandarinas) por lo que deben almacenarse a temperaturas cercanas a 13°C para evitar alteraciones fisiológicas.

Daño por congelamiento: Se denomina daño por congelamiento al producido por bajas temperaturas, (inferiores a 0°C). Los cítricos, a pesar de su origen subtropical toleran heladas suaves sin que se observen daños importantes, en especial si están injertados sobre patrones que favorecen su comportamiento ante estas condiciones agroecológicas, como es el caso del Poncirus trifoliata. El limonero es la especie más sensible al frío, seguida por el pomelo y el naranjo dulce. El mandarino es la más tolerante. Las plantas tropicales no toleran dichas temperaturas.

Toda Temperatura por debajo de 0°C se considera temperatura de helada. Cada especie y variedad presenta un grado de resistencia, influido por factores nutricionales, fisiológicos y ambientales, pero es una característica genética. Lo frutales de hoja caduca tiene una adecuada

tolerancia a temperaturas de congelamiento durante el reposo invernal. Una de las especies más tolerantes es el manzano. En los frutales de carozo la tolerancia de mayor a menor es la siguiente: P. domestica, Prunus cerasus, Prunus avium, Prunus armeniaca, Prunus pérsica.

Tolerancia a temperaturas de congelamiento durante el reposo invernal de las principales especies de hoja caduca y de algunas especies de hojas permanentes.

especie	Temperatura °C	Observaciones
Actinidia(Kiwi)	-10 a -15	
Almendro	-29	A -11 se dañan las yemas florales
Arándano	-25 a -40	
Castaña	-20 a -30	
Ciruelo	-29	
Damasco	-26	Entre -11 y -15 se dañan las yemas florales
Duraznero	-15 a -20	Entre -10 y -15 se dañan las yemas florales
Frambueso	-23	
Higuera	-12,2	A -6 se produce la muerte de las brevas en latencia
Limonero	-6	A -2 se dañan frutos, hojas, ramas y troncos
Kaki	-10 a -20	
Mandarino y Naranja	-12	A -2 se dañan frutos, hojas y a -8 ramas y troncos
Manzano	-40	
Níspero	-11	A -7 se dañan las yemas florales
Nogal	-30	A -10 se dañan los amentos y yemas preformadas
Olivo	-10	A -12 se daña toda la parte aérea
Peral	-30	
Vid	-15	A -7 se dañan las yemas

La tolerancia de los frutales al frío se alcanza en el otoño, momento en que se presentan las características apropiadas para el proceso de aclimatación. En la primera parte del otoño, producto del acortamiento de los días y por el descenso termométrico se desencadena la primera fase de maduración de madera. Durante ella se producen una serie de transformaciones fisiológicas y celulares, tales como acumulación de hidratos de carbono, aumento de la presión osmótica, disminución del nivel celular de agua, engrosamiento de las membranas celulares, y disminución de la actividad meristemática que provocan en los árboles una progresiva adaptación al frío. A continuación de esta fase, fines de otoño principios de invierno, se produce el endurecimiento de la madera, al incrementarse los procesos previos como respuesta a la menor temperatura. Así completa el árbol su proceso anual de lignificación y alcanzando su nivel máximo de resistencia específica al frío, coincidiendo con el estado de reposo invernal.

Para que un árbol frutal adquiera la máxima resistencia al frío debe estar sano, tener una adecuada nutrición mineral y recibir una alta intensidad lumínica durante el proceso de aclimatación, ya que dicho proceso requiere energía. El exceso de fertilización nitrogenada, las podas de verano, pueden producir un retraso en la caída de las hojas y de la entrada en dormición, afectando el proceso de aclimatación, ocasionando perjuicios en el caso de que ocurran heladas tempranas.

El proceso de aclimatación no es uniforme en todo el árbol, sino que comienza en la periferia y finaliza en el tronco; lo inverso ocurre durante el periodo de ruptura de la dormición. El sistema radicular es la parte del árbol con menor resistencia específica al frío, temperaturas entre -5°C y -10°C a nivel radicular le afectan mortalmente. Afortunadamente en la práctica esto no ocurre por la defensa adicional que presenta el espesor de la capa del suelo. Lo sigue en sensibilidad al frío el tronco, siendo el cambium el tejido más sensible. Las yemas florales son más sensibles que las yemas de madera. Sin embargo, las yemas alcanzan su nivel de resistencia específica muy pronto,

por lo que las heladas tempranas intensa pueden afectar a la madera, que todavía no se ha aclimatado totalmente, y no a las yemas que sí lo han hecho. Al analizar la adaptación de un frutal a una zona en particular debe tenerse presente que no se supere con frecuencia el límite de tolerancia de las yemas de flor, aunque no haya otras limitaciones para el cultivo.

Con el inicio de la brotación y floración la resistencia al frío baja drásticamente y la ocurrencia de heladas primaverales se constituye en una de las principales limitantes para el cultivo de árboles frutales. La temperatura letal para las flores presenta poca diferencia entre especies. Así temperaturas de -2°C afectan el cuaje de los frutos de casi todas las especies y variedades cultivadas en zonas de clima templado. Por ello, la época de floración es un factor decisivo en las estrategias de evadir el daño por congelamiento en la primavera. Los frutales de carozo, cuya floración es muy temprana en la estación de crecimiento son los más afectados por este factor ambiental, mientras que el olivo, la vid y el nogal encuentran en su floración tardía un mecanismo de defensa ante las heladas primaverales. Por su parte el membrillero tiene la particularidad de modificar su hábito de floración. Sus yemas presentan bajo requerimiento en HF y florece temprano cuando el invierno es suave. En cambio en años fríos la floración se demora y solo ocurre en las yemas terminales después que haya tenido lugar un importante crecimiento vegetativo.

Influencia de las bajas temperaturas sobre el cuaje de los frutos: las partes de la flor más sensibles al frío son, con mucha diferencia, el ovario, los óvulos y la base del estilo, que se congelan, mueren y necrosan cuando están sometidos a temperaturas internas de entre -1°C a -2°C durante más de media hora. Las cubiertas florales son bastante más resistentes, y según estén más o menos cerradas, impiden que el frío alcance el gineceo, siendo necesarias temperaturas más bajas para que se produzcan daños. Ello explica que en el desborre, la yema sea más resistente que el botón rosa y, a su vez, este es más que la flor abierta, siendo la máxima sensibilidad al frío la del fruto recién cuajado.

El cuaje de los frutos puede afectarse sin que las temperaturas alcancen los 0°C . Las noches frías demoran el crecimiento del tubo polínico y el óvulo pierde su capacidad receptiva antes que se produzca la fecundación. En el caso de los cítricos este umbral de daño se ubicaría en los 13°C .

Las bajas temperaturas también influyen en la polinización, ya que las abejas no vuelan con temperaturas inferiores a 10°C . Afectan la actividad de estos insectos las temperaturas, las lloviznas, las lluvias y el viento.

En términos generales, temperaturas entre 20°C y 30°C son las más adecuadas para el cuaje de los frutos en numerosas especies, mientras que temperaturas entre 15°C y 20°C son las más favorables para los cítricos.

Una vez que el fruto superó el periodo crítico del cuaje su tolerancia a las bajas temperaturas se incrementa nuevamente. Así a partir de un determinado momento de su desarrollo, solamente temperaturas muy bajas (-4°C a -6°C) son capaces de alcanzar el embrión por lo que los daños son epidérmicos.



Métodos de lucha contra las heladas primaverales: las heladas primaverales pueden causar pérdida total de la producción por ocurrir en el momento en que la sensibilidad de los árboles frutales es máxima. Los métodos de lucha contra heladas pueden ser pasivos o activos. Los métodos pasivos se basan en la modificación del microclima del monte frutal para impedir o reducir el riesgo de daños por frío, durante el período primaveral. Entre ellos:

- a) Evitar la implantación de especies y/o variedades muy sensibles al frío, en zonas en donde existen probabilidades muy altas de que ocurran heladas.
- b) Las especies sensibles, no deben implantarse en depresiones (principio de densidad del aire frío v/s aire caliente, el aire frío es más denso, por lo tanto pesa más y se ubica en zonas bajas del relieve).
- c) Eliminar barreras, como por ejemplo cortinas cortavientos demasiado densas, donde el peligro de heladas es mayor hacia el lado de arriba de la pendiente. En el alto valle se recomienda una única fila de sauce híbrido. Si el lote a defender está ubicado en zonas con pendientes recibiendo ingreso de aire frío desde zonas más altas, se pueden colocar barreras impermeables elaboradas con material plástico de hasta 3 m. de altura. Este tipo de barrera se despliega durante la noche, mientras durante el día permanece plegada para evitar los daños por el viento sobre la misma.
- d) Evitar el laboreo excesivo del suelo. De ser así se forma una capa de suelo suelta, que actúa como aislante del calor que fluye desde las capas más profundas del suelo hacia la superficie.
- e) Mantener en lo posible el suelo libre de malezas, sin moverlo y no dejar mulch de paja u otro material sobre el suelo. El óptimo desprendimiento energético se da en un suelo pesado, húmedo, libre de cobertura vegetal y compactado (mayor densidad específica). Por el contrario, un suelo enmalezado, o recientemente laboreado y seco desprenderá menos energía. Por su lado, la presencia de vegetación intercepta durante las horas del día aquella porción de la energía solar que de otra manera hubiera sido almacenada en el suelo, mientras que durante la noche, y por su efecto aislante a la irradiación, disminuye la transferencia térmica hacia el ambiente donde se encuentran las yemas florales que deseamos proteger.
- f) Buen manejo de la nutrición vegetal, de este modo la concentración de sales en el interior de la célula, permiten un descenso en el punto de congelación (propiedades coligativas), es decir, se necesitan temperaturas más bajas para congelar el agua. Esto se logra incorporando a la célula solutos por medio de fertilizaciones (los fertilizantes en su mayoría corresponden a sales inorgánicas).

Los métodos activos son aquellos métodos aplicados al comienzo y durante la ocurrencia del fenómeno climático. En condiciones de riesgo de heladas, los controles activos tratan de lograr un aumento de la temperatura del ambiente mediante aportes externos de energía destinada a contrarrestar la disminución ocurrida por irradiación. Fuentes de esta energía son la combustión de materiales, la proveniente del calor latente de fusión proveniente de agua aplicada sobre los órganos a proteger, y el mayor nivel energético derivado de la mezcla de capas de aire con mayor temperatura con otras de menor temperatura, éstas últimas ubicadas cerca de la superficie, ya mediante la generación de turbulencia (torres con ventiladores elevados) o por elevación de aire frío.

Los métodos más eficaces son el calentamiento y la aspersión con agua. Uno de los métodos más utilizados es encender quemadores (tarros) o calefactores con diferentes combustibles, 100 a 300 por hectárea. Estos sistemas son eficaces para paliar los efectos de las heladas intensas (<-3°C) pero de muy alto costo de funcionamiento, altas pérdidas de calor, y manejo engorroso.

El uso de aspersión con agua para luchar contra las heladas, aprovecha la liberación de calor que se produce al congelarse el agua (80 cal/g). Al colocar una pequeña película de agua sobre una hoja u órgano que se está enfriando, la energía liberada por el agua al congelarse es aprovechada por el vegetal. Si la aspersión se mantiene constante, durante el período de temperaturas bajas, hasta que el hielo se haya fundido por acción del sol, la temperatura de la hoja u órgano no descenderá de 0°C. Es importante tener en cuenta que si se trata de un cultivo con ramas finas, el peso del hielo puede romperlas. La aspersión debe comenzar en el momento que la temperatura baje de 1°C y debe mantenerse sin interrupción hasta después de la salida del sol, cuando la temperatura supera los 1.5 °C de modo que el calentamiento de la atmósfera compense la absorción de calor producida por la fusión del hielo.

El uso de ventiladores es otra alternativa, consiste en mezclar, con ayuda de grandes hélices, el aire frío cercano al suelo con el aire cálido de las capas de la zona de inversión térmica (10- 15m) más altas. Basado en la densidad del aire frío v/s aire caliente. Con este método se puede incrementar entre 1 y 3 °C la temperatura. Los ventiladores están impulsados por motores entre 50 y 150 HP con una densidad de 1 ventilador cada 2 a 5 has de acuerdo a la potencia de los mismos. En ocasiones se han utilizado en San Pedro helicópteros con la misma finalidad.

Prever la temperatura mínima y cómo la temperatura puede cambiar durante la noche es útil para la protección contra heladas ya que ayuda a los fruticultores a decidir si se necesita la protección y cuándo poner en marcha sus sistemas.

Influencia de la temperatura sobre la calidad del fruto: en los cítricos temperaturas inferiores a 13°C provocan el cambio de color del fruto mientras que el reverdecimiento se ha relacionado con altas temperaturas. Las mandarinas y naranjas que crecen en condiciones de temperaturas elevadas constantes mantienen altos niveles de clorofila y su color es persistentemente verde. Por el contrario, el descenso de la temperatura coadyuva a la degradación de las clorofilas y la síntesis de carotenoides. Así los primeros fríos intensifican el color anaranjado-rojizo de las naranjas pigmentadas. En cambio, la síntesis de licopeno, compuesto presente en los pomelos con pigmentación rojiza es favorecida por temperaturas superiores a 20 pero inferiores a 35.

En la manzana, una marcada amplitud térmica diaria con días templados y noches frescas contribuye al desarrollo del color rojo del fruto mientras que el calor, la humedad, las lluvias y el exceso de nitrógeno no lo favorece. La acidez de los cítricos está relacionada inversamente con la temperatura. Los frutos de regiones cálidas poseen, generalmente, concentraciones más elevadas de sólidos solubles.

Viento:

En el cultivo frutal se considera como conveniente un cierto nivel de aireación y ventilación de las copas de los árboles. Un viento suave interviene en la transferencia de masa y calor, modificando el balance energético de las hojas y del canopeo. Pero aunque esto sea así, cuando el viento alcanza y supera una intensidad apreciable, crea problemas de diferentes tipos, considerándose el factor abiótico más importante en la producción de frutales por los daños mecánicos y lesiones que ocasiona. Como ejemplo podemos citar el viento Zonda que está constituido por masas de aire caliente y bajo contenido de humedad, provenientes de la cordillera de Los Andes. Los daños que provoca se deben a la sequedad atmosférica que genera, la brusca elevación de temperatura y los efectos destructivos de su fuerza. Estas características, unidas a la duración, que puede llegar a ser de 3 días, lo convierten en una temida adversidad meteorológica, agravada por la coincidencia de que las mayores frecuencias de ocurrencia de este viento local corresponden a los meses en que los frutales, florecen (agosto a noviembre), lo que disminuye sensiblemente la cantidad de flores fecundadas y provoca importantes daños en la producción de vid y olivos particularmente en esta región. Esto se debe a que la floración está condicionada por la temperatura y la humedad; los bajos niveles de humedad relativa alcanzados pueden provocar la deshidratación del estigma transformando el pistilo en no receptivo al polen. La germinación del polen presenta un máximo térmico de 25 °C y temperaturas superiores a 30 °C dan lugar a crecimientos irregulares o rupturas del tubo polínico, desecación de estilos, acortamiento de períodos efectivos por degeneración prematura de óvulos. Los efectos del viento sobre el accionar de las abejas también afectan, finalmente, la producción. La mayoría de los frutales es de polinización entomófila por lo que se convierte en un elemento fundamental en la calidad y eficiencia en la producción de frutos. Las abejas y otros insectos polinizadores tienen actividad máxima entre 15 y 16 °C y el vuelo se dificulta a más de 10 km/h. Además, con vientos fuertes las abejas tienden a volar casi a ras del suelo lo que comprometería la visita a flores de árboles de cierta altura y también el posado sobre las flores. Si estos efectos negativos se producen en el período de 2 a 6 días en que normalmente debe hacerse el transporte de polen, los daños por disminución de polinización son muy importantes.

También existen los efectos mecánicos del viento, como la agitación y rameo que producen laceraciones que pueden derivar en necrosis y caída de hojas, flores y frutos. Las bacterias *Xanthomonas axonopodis* y *Pseudomonas syringae*, así como el hongo *Botrytis cinerea*, penetran a los tejidos de las plantas a través de las heridas que ocasiona el viento. La bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* es agente causal de la cancrrosis de los cítricos, enfermedad cuarentenaria de muy difícil control, y con grandes implicancias comerciales.

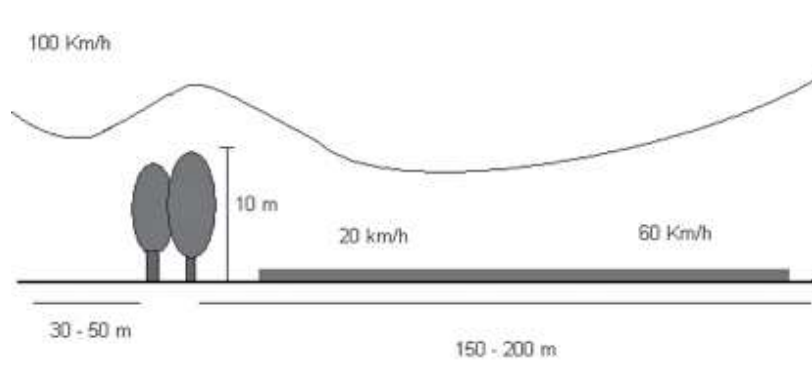
Vientos suaves y permanentes causan un crecimiento asimétrico de las plantas. Los daños son mayores en especies con portainjertos enanizantes debido a su menor anclaje, por lo que deben usarse espalderas o estructuras de sostén.

Finalmente, cabe mencionar la *sequía atmosférica* generada por el viento a la que se ve sometida la planta. La menor humedad relativa de la atmósfera sumada a la alta temperatura reinante, aumenta la evapotranspiración del cultivo, y dicho incremento no puede ser satisfecho a tiempo por el sistema radicular. Si bien éste no es un efecto directo sobre las flores, el stress hídrico que sufre la planta afecta los procesos fisiológicos en general.

De lo expuesto precedentemente surge la importancia de considerar el viento como adversidad meteorológica para la fruticultura.

La protección contra el viento más difundida son las cortinas forestales o barreras cortavientos que pueden ser naturales o artificiales (mallas de plástico). La plantación de la cortina rompeviento debe hacerse antes que la de las plantas frutales para que la protección sea desde los primeros años. Una cortina será más eficaz, mientras más perpendicular se establezca la dirección de los vientos predominantes. Si en el lugar, hay más de una dirección de viento es necesario diseñar cortina en forma de "L", "T", o perimetrales. La densidad está determinada por las especies utilizadas y el distanciamiento entre los árboles. Si en una cortina los árboles están muy distanciados entre sí, el viento pasará a través de los mismos sin oponer mayor resistencia y su velocidad no disminuirá en forma importante. Si la cortina tiene árboles muy juntos el flujo de aire se elevará rápidamente, pero al traspasar la cortina, provocará fuertes turbulencias detrás de ésta, en lugar de dar protección. La densidad adecuada se logra plantando a la distancia apropiada de acuerdo a la especie utilizada y mediante las podas de

formación y, cuando las cortinas son muy antiguas, con raleos de plantas. La altura de los árboles de la cortina es un factor importante a considerar en su diseño, dado que determina el área que protege la cortina. La distancia máxima de protección de una cortina varía entre 15 y 20 veces la altura de los árboles. Es decir, si una cortina tiene 10 m de altura, protegerá hasta una distancia de 150 – 200 m desde la misma. Por el obstáculo que presenta la cortina al flujo de viento, la reducción de la velocidad del viento es máxima en la zona inmediata a la cortina y aumenta a medida que se aleja de esta protección. Los porcentajes de reducción de la velocidad del viento son de 60 a 80% en la parte más cercana a ésta, y de 20% a distancias de 20 veces la altura de la misma. El área de mayor protección, donde más se reduce la velocidad del viento, fluctúa alrededor de 4 veces la altura de la cortina. En esta área la reducción de la velocidad del viento es cercana al 80%. Las cortinas también ejercen protección en el área ubicada delante de ellas. En esta zona, la protección equivale a 3 – 5 veces la altura de los árboles. Es decir, para el ejemplo mencionado anteriormente, con árboles de 10 m de altura la cortina protegerá una zona equivalente a 30 – 50 m anterior a la misma. La elección de la especie se hace en función de las características del sitio y cultivo a proteger. Las más difundidas son las de cipreses, álamos, casuarinas y eucaliptos.



Bibliografía:

- Sozzi, G. 2007. Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Capítulo 2: Requerimientos ecofisiológicos de los arboles frutales
- Sozzi, G. 2007. Árboles frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Capítulo 2: Requerimientos ecofisiológicos de los arboles frutales .Intercepción y Capitulo 6 Intercepción y distribución lumínica en agro-ecosistemas frutícolas. Ed. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. EUDEBA. p. 200-241.
- Velarde, F.G. (1991) Tratado de Arboricultura Frutal, Volumen. Ecología del árbol frutal. Ediciones Mundi Prensa. 109 páginas.
- Dussi, M. C.; Huysamer, M. 1995. Severe postharvest summer pruning of mature 'Forelle' pear trees influences canopy light distribution, and fruit and spur leaf characteristics in the following season. J. S. Afr. Soc. Hort. Sci. 5(2): 57-60.
- Pascale, A. J. & E. A. Damario. 2004. Bioclimatología agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires 550 p.
- Ivana Amico, 2011 Revista Forestal 22 p.99-103 INTA EEA Esquel.
- Adriana Caretta Alejandro Ortega Alberto Ortíz Maldonado Rev. FCA UNCuyo. Año 2004 Tomo XXXVI. N° 2. p 49-58