

USO DE VARIABLES AGROCLIMÁTICAS: INSTRUMENTOS DE CONTROL PARA LA FRUTICULTURA



Foto 1. Daños de heladas en paltos y chirimoyo, con efectos severos sobre la fruta (2007).

Los escenarios para la fruticultura a nivel mundial se caracterizan por su dinámica evolución, lo que obliga a veces incluso a modificar el flujo de envíos hacia distintos mercados. Es así como varía el tipo de cambio, se erigen barreras fitosanitarias y surgen regulaciones tanto a nivel de los países compradores como de las cadenas de comercialización (certificaciones BPA, GlobalGap, y otras específicas). Las nuevas variedades comerciales tienen una vida comercial cada vez más corta y en muchos casos están protegidas por patentes o restringen su uso a "clubes" cerrados de productores. Por otra parte, el valor de la tierra ha ido aumentando, lo mismo que el costo de la mano de obra. Surgen desafíos como la responsabilidad social de las empresas, el cambio climático, la huella del carbono o la huella del agua.

Este panorama implica una

presión por mejorar la competitividad, lo que significa una fuerte inversión inicial para asegurar una gran cantidad de variables. Como los plazos productivos se han acortado, también se han reducido los tiempos disponibles para recuperar el capital, factor que aumenta la necesidad de garantizar el retorno mediante una inversión inicial más alta. Hoy se requiere mucho más de la tecnología para producir competitivamente, pues es preciso contar con precocidad y alta productividad por unidad de recurso invertido (capital, trabajo, tierra, material vegetal, agua) para recuperar el capital.

La sustentabilidad técnica apunta a controlar la mayor cantidad de factores para tener éxito. Cualquier segmento que resulte deficitario, puede llevar al fracaso, aun haciendo grandes inversiones. El sistema tiene que estar diseñado para que la mayoría de las variables sean cono-

cidas y manejadas, sobre la base de un alto potencial genético, adaptado al clima y suelo.

Que trabaje el sistema

El trabajo productivo debe ser realizado por los recursos básicos: planta, suelo, clima, sistema de riego, diseño del huerto. En otras palabras, el sistema productivo trabaja para nosotros y no al revés. Por ejemplo, si un proyecto requiere una cantidad sobredimensionada de mano de obra, o de insumos, o de energía, lo más probable es que esté mal diseñado o que no resulte sustentable. Si se sigue este principio, disminuyen significativamente los riesgos productivos.

Desde el punto de vista de la gestión, una forma de aumentar el control es transformar una proporción creciente de costos variables (por ejemplo, mano de obra) a costos fijos (capital), por la incorporación de tecnologías

Oscar Carrasco R.

Ingeniero Agrónomo

oscar.carrasco@mi.cl

Facultad de Ciencias Agronómicas
U. de Chile

y mecanización, que se pueden estimar con alto grado de certidumbre para un determinado período de años. Países como Nueva Zelanda han hecho esta transformación.

Con la tecnología y el costo del capital de hoy, es más rentable invertir US\$10.000 adicionales en un proyecto (tecnologías de riego, variedad de elite, protección contra heladas y granizo, etc.) que rebajar los costos en US\$1.000.

Cuando se enfrentan factores limitantes severos, al ser superados provocan un fuerte impacto en los rendimientos, en una proyección que sigue la llamada "ley de Liebig". Esa fase tiene un límite, a partir del que se verifica la "ley de Mitscherlich",



Foto 2. Efectos de las bajas temperaturas en manzanas. El corte muestra el daño interno en la pulpa.

según la cual el grado de crecimiento va siendo cada vez más moderado, hasta que la incorporación de insumos deja de traducirse en productividad (figura 1).

Si un proyecto frutícola se ubica en la categoría de los que enfrentan factores limitantes severos (Liebig), sólo hay resultados si se maneja el factor principal. Al intervenir otras variables, únicamente se consigue aumentar los costos, sin efectos sobre los rendimientos. Por ejemplo, ante una limitante severa proveniente del clima, invertir en el suelo o en una variedad mejor sólo se traducirá en elevar los costos, sin incidir en la causa del problema.

En cambio en la zona de limitantes moderados (Mitscherlich), el manejo de una limitante moderada siempre generará ganancias, aunque menores.

Control y rendimientos

Nuestra posibilidad de acercarnos al rendimiento máximo depende de cuántos factores podemos controlar (clima, suelo, densidad, calidad de plantas, riego, nutrición, etc.). El rendimiento potencial depende, por tanto, de los factores no controlables (principalmente el clima). El rendimiento real, en tanto, depende de los factores controlables (potencial genético, manejo agronómico).

Figura 1. Principio de los rendimientos mínimos y máximos.

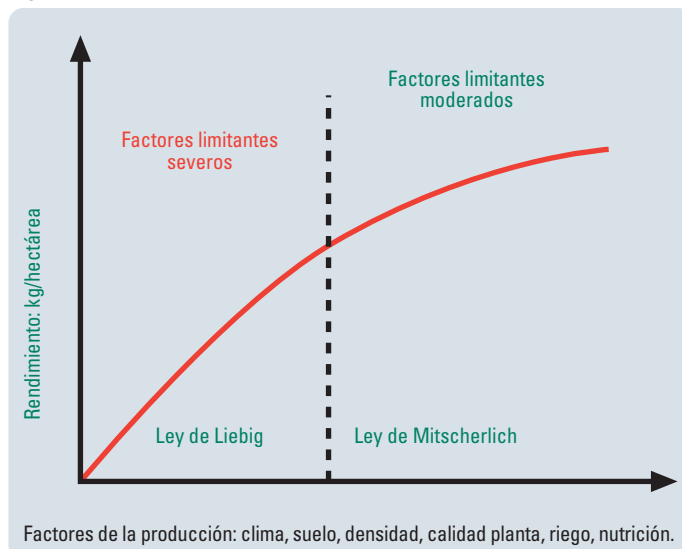


Foto 3. Máquina de viento para control de heladas.

Entre los principales factores no controlables, salvo a costos difícilmente justificables para un negocio agrícola (cultivos extraordinariamente rentables), encontramos:

- Temperaturas (frío invernal, unidades de calor).
- Viento.
- Topografía.
- Altitud y latitud.
- Intensidad de la radiación solar.
- Humedad relativa.
- Textura del suelo.
- Capacidad de intercambio catiónico.
- Propiedades hidráulicas del suelo.
- Salinidad del suelo y del agua.

La figura 2 muestra el análisis de la variable temperatura para

un proyecto de producción de cítricos. Los antecedentes permitieron determinar cuáles eran las localidades con la mayor acumulación de calor, lo que permite una producción más temprana. También se consideró el dato de la acumulación de horas de frío en invierno, entre mayo y agosto, ya que las bajas temperaturas resultan desfavorables para cítricos.

La información obtenida nos permite elegir las mejores zonas para producción de cítricos, y así cumplir con la condición de que altos rendimientos y calidad sólo son posibles cuando no hay limitantes a nivel de los factores no controlables.

Entre los factores limitantes severos que derivan del clima, destacan los siguientes:

Figura 2. Análisis de la variable temperatura en cinco localidades para un proyecto de cítricos.

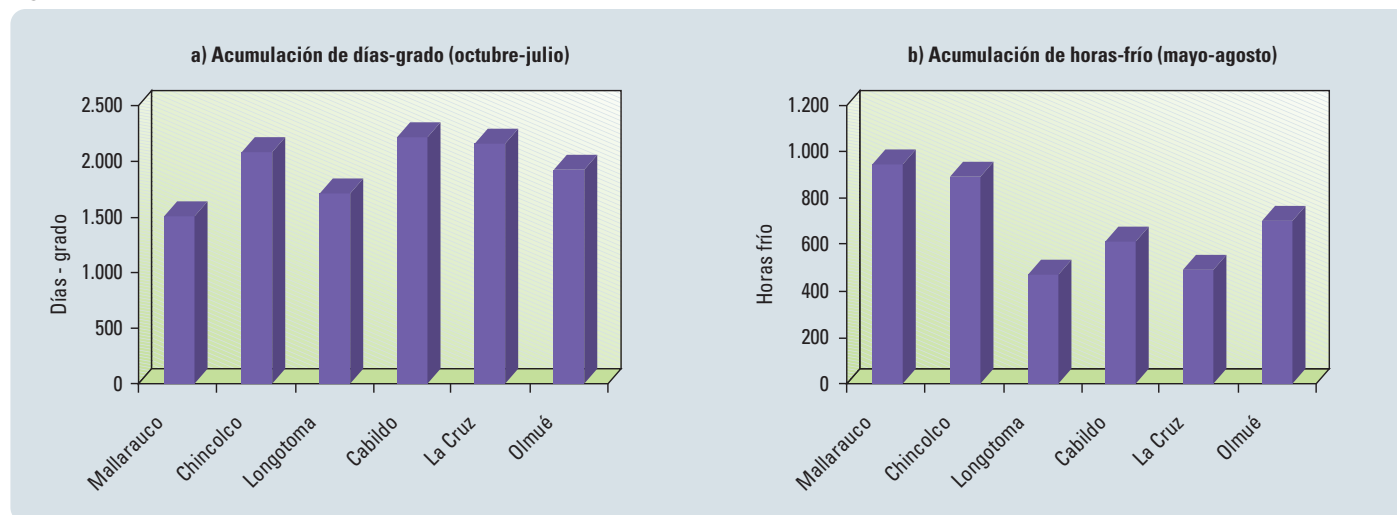
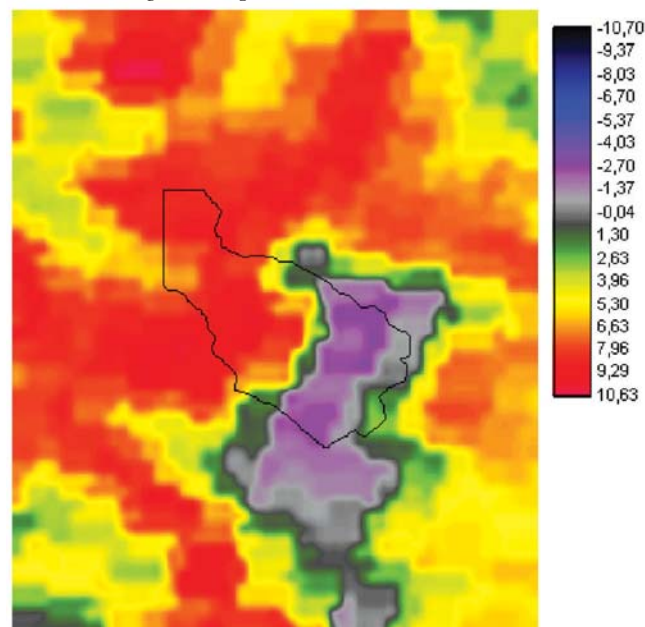


Foto 4. Daño por granizo en frutos de ciruelo.

Figura 3. Régimen de heladas en un predio de Petorca. Los distintos colores se asocian a rangos de temperaturas en °C.



Fuente: gentileza Prof. Fernando Santibáñez, U. de Chile.

- Heladas.
- Bajas temperaturas en época de floración.
- Vientos intensos en primavera y verano.
- Baja acumulación de unidades de frío invernal, en frutales de hoja caduca.
- Baja acumulación de unidades de calor (días grado) para maduración de fruta. Por ejemplo, hacia la costa o hacia el sur hay menos acumulación y las cosechas son más tardías hasta llegar al límite en que muchos frutales no alcanzan a madurar.
- Altas temperaturas y alta radiación solar, que provocan golpe de sol en la fruta.
- Alta humedad ambiente, favorable al ataque de enfermedades fungosas y bacterianas.

Algunos de los factores climáticos mencionados son controlables mediante inversiones significativas, como las que se señalan a modo de ejemplo:

- Heladas: con sistemas de calefacción, máquinas de viento.
- Viento: con cortinas.
- Granizo: con mallas.
- Golpe de sol en la fruta: con formulaciones que generan cubiertas blancas.
- Temperaturas de suelo (estrés térmico): riego por microaspersión o uso de mulch.

Datos para elegir las mejores opciones

Es posible desarrollar un estudio agrometeorológico predial, como el que muestra la figura 3, a partir de fotos satelitales digitales, en este caso se trata de las temperaturas del aire en un día de heladas, a nivel de la superficie del suelo. Mientras en la parte alta (cerros) las mediciones se sitúan alrededor de los 9°C, a medida que se baja las cifras disminuyen hasta encontrar bolsones fríos de casi -3°C. Esta información permite determinar los sectores del predio con mayor riesgo de heladas e indica las áreas en que se requeriría ubicar sistemas de control.

Los gráficos de temperatura permiten determinar los mejores momentos para hacer aplicaciones claves; por ejemplo, para raleo químico en manzanas con el fin de eliminar el exceso de fruta. La figura 4 (página 34) muestra que, en Teno, se presentaron condiciones adecuadas para aplicar los raleadores primarios en floración. Pero después del 10 de octubre las temperaturas bajaron considerablemente, dificultando el uso del producto que se utiliza para fruto recién cuajado. Si el agricultor conoce este dato climático, tiene la posibilidad de abstenerse de hacer una aplicación que en



Foto 5. Golpe de sol en manzana. La medición de la temperatura de los frutos expuestos al sol muestra que algunos superan los 40 e incluso 50°C.

esas circunstancias puede resultar inefectiva. Luego la figura muestra un alza de las temperaturas máximas, condición que permite la aplicación eficaz de otro raleador.

A partir de datos climáticos es posible saber qué va a pasar con una variedad, a través de modelos bioclimáticos. Por ejemplo, Terence Robinson y Alan Lakso de la Universidad de Cornell (EE.UU.) desarrollan actualmente un programa computacional para predecir los efectos de raleadores químicos en manzanas a partir del balance entre suministro y demanda de carbohidratos por parte de la fruta, vinculados a datos climáticos de temperatura, humedad relativa, radiación solar, etc. Modelos co-

mo éste seguramente serán aplicables por los productores en los próximos años, a través de una página web o de alertas donde se avisará las "ventanas climáticas" apropiadas para la aplicación.

En uva de mesa, investigaciones chilenas han relacionado la acumulación de días grados en distintas localidades con el diámetro de las bayas de diversas variedades de uvas (Elizondo, 2001). Cada variedad tiene sus propios requerimientos de temperatura para alcanzar un determinado calibre. Algo parecido ocurre con la madurez. Thompson Seedless la alcanza con 1.077 días-grado; Flame Seedless requiere 929 y por lo tanto es más precoz. Manejar datos como los

Figura 4. Temperaturas como base para la estrategia de raleos químicos (Teno, octubre de 2009)

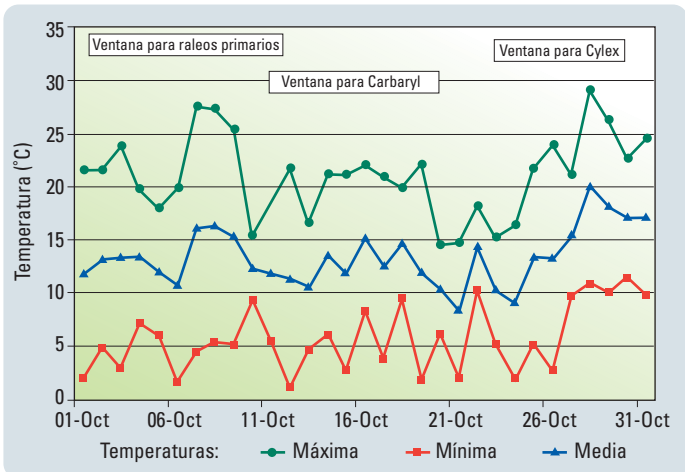


Foto 6. Malla contra golpe de sol y granizo (monofilamento, 18% de sombra).



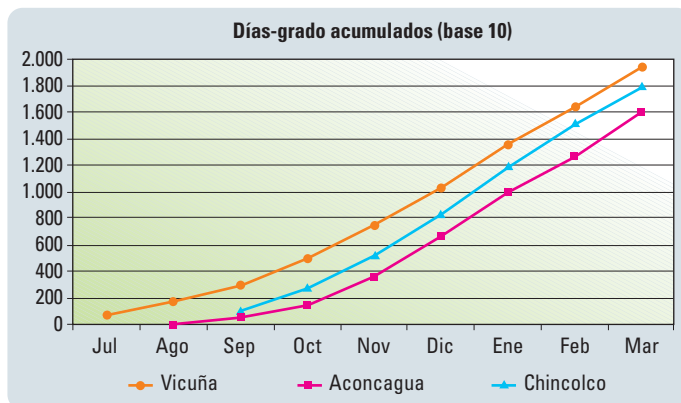
Foto 7. Aplicación de caolín en manzanas Fuji (11/02/2009). Este sistema no afecta la productividad ni la capacidad de guarda. Tampoco origina problemas de desarrollo de color: la fruta una vez limpia muestra sus tonalidades impecables.

indicados posibilita saber cuándo será la cosecha en una zona. La figura 5 grafica la suma de todas las temperaturas sobre 10 grados que se producen dentro de un día, y su acumulación durante un período. Según nos muestra, una variedad que nece-

site 1.000 días-grado, va a madurar el 10 de diciembre en Vicuña, el 30 de diciembre en Chincolco y el 15 de enero en Aconcagua.

Antecedentes del tipo mencionado son claves para elegir una variedad antes de plantar. Ya existen mapas agroclimáticos

Figura 5. Acumulación de días-grado, por fecha, en tres localidades.



de todo Chile y actualmente se trabaja en precisarlos aun más por sectores.


La información requerida

A través del artículo hemos planteado la importancia de controlar al máximo las variables que determinarán nuestra competitividad en un mundo cada vez más exigente. Poco a poco se han ido desarrollando herramientas para manejar o mitigar el impacto de factores "no controlables", como lo es el clima en muchos aspectos. Una de ellas es la información agrometeorológica (de la clase disponible en la Red Agroclimática de INIA, FDF y la DMC, www.agroclima.cl), que permite proyectar, prevenir y tomar decisiones de manera que "el sistema trabaje para nosotros y no al revés", asegurando nuestro resultado productivo y económico.

Es así como los productores tienen los siguientes requerimientos de información, para el manejo moderno de huertos frutales:

- Predicción de calidad de la entrada en receso invernal, a través de la acumulación de unidades de calor versus unidades de frío antes de la caída de las hojas y entrada en receso de los frutales de hoja caduca. En 2009 el otoño fue muy cálido y los árboles entraron tarde en receso. Se necesitan modelos capaces de predecir e informar al fruticultor, vinculando datos como una entrada en receso de mala calidad a las técnicas necesarias para contrarrestar el problema de falta de frío (por ejemplo, restringir el riego).
- Establecer relaciones entre la calidad de la entrada en receso invernal con la necesidad de frío invernal para la salida del receso. Una mala entrada en receso implica un mayor requerimiento de frío

en invierno o el uso de herramientas para romper el receso.

- Determinación del momento óptimo para las aplicaciones de productos que contribuyen a romper receso invernal.
- Predicción de daño por golpe de sol en la fruta (manzanas), sobre la base de modelo de temperaturas y radiación solar.
- Predicción de estrés térmico en la fruta, que afecta su condición para el almacenaje y transporte a los mercados. Hoy existe tecnología para ir midiendo a nivel de huerto el grado de estrés que lleva la fruta.
- Predicción del desarrollo de la fenología (cambios de estados) de los árboles frutales, con el fin de establecer manejos diferenciados (cosechas). Por ejemplo, en la industria vitivinícola se manejan en forma distinta sectores específicos dentro de un predio, en el marco del concepto de terroir, para obtener vinos premium.
- Modelos de desarrollo de plagas y enfermedades (Venturia, Oidio, Botrytis, Pseudomonas, etc.).
- Bases de datos de regiones y localidades para la evaluación de riesgos climáticos asociados a la toma de seguros agrícolas. Por ejemplo, una empresa de seguros podría asociar la plantación de una variedad al riesgo de heladas, cobrando más en aquellos sectores con alta probabilidad de ocurrencia y menos en aquellas áreas con baja probabilidad. Sobre esta base se podría llegar a tener un "mapa de riesgos climáticos". Estos datos podrían ayudar a tomar decisiones tales como la compra de un predio, por los mayores o menores costos asociados al riesgo. 

CONVENIO INAPI-INIA

Un convenio para la colaboración en términos de formación de recursos humanos calificados, intercambio de información, y cooperación en el fomento y difusión de activida-

des pertinentes, fue suscrito por los Directores Nacionales del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI) y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).



INIA, PRINCIPAL REFERENTE EN SUELOS Y FERTILIDAD

Un estudio encargado por el Cluster Lácteo de la Región de Los Lagos determinó que el 67% de la investigación aplicada en el ámbito de fertilidad de suelos para producción de leche que se ha realizado a la fecha en el sur de Chile, ha sido desarrollada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). En información científica, el INIA también es líder, junto a la Universidad de La Frontera y la Universidad Austral de Chile, con el 24, 25 y 21% del total de artículos científicos encontrados, respectivamente. Ade-



más, se estableció que más de la mitad de toda la información en esta área está disponible a través de la biblioteca de INIA Remehue y en la Biblioteca Digital de este centro en www.inia.cl/remehue/publicaciones

EXITOSA VERSIÓN DE EXPO INIA 2009 EN LA ARAUCANÍA



La actividad, desarrollada en el Centro de Investigación Carillanca, congregó a más de 4.500 personas, doblando el número de asistentes en relación al año pasado. El evento, que contó con la participación de más de 40 empresas, fue auspiciado por la Compañía Molinera El Globo, Pucalan y la Asociación Chilena de

Seguridad; además del patrocinio de SOFO, Mesa Regional Campesina, Saval y Sago de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Esta vitrina tecnológica permitió a los asistentes adquirir nuevos conocimientos y experiencias sobre rubros de interés.