



## RIEGO EN UVA DE MESA: 20 AÑOS DE APRENDIZAJE

**Luis Cariola L.,**  
*Ingeniero Agrónomo*

*lcariola@ucv.cl*

**Martín Silva A.,**

*Ingeniero Agrónomo*

*msilva@puc.cl*

El riego por goteo se inicia en Chile a comienzos de la década de los años 80. Probablemente el primer proyecto de envergadura fue el del predio Los Olmos, propiedad por ese entonces de Don Abel Bouchon, ubicado en Los Andes, contiguo al Río Aconcagua y al puente sobre éste, que conduce desde Los Andes a San Esteban.

Desde esos tímidos comienzos, donde prácticamente todos los materiales y componentes de los equipos debía ser importado, esta tecnología se masificó rápidamente en el país, siendo parte constituyente del desarrollo de nuevas zonas productivas como el Valle de Copiapó, extensas zonas de Ovalle, Vicuña, etc., hasta abarcar toda el área frutícola.

### 1ª ETAPA: ETAPA TEMPRANA (CANTIDAD DE AGUA A APLICAR):

En los inicios, el primer cuestionamiento se refería a la **cantidad de agua** a aplicar: ¿cuántas horas se debía regar?, ¿Cuál era el requerimiento de las vides?, ¿Cómo entender este suelo “seco” en superficie y asemejar la situación en relación al riego tendido?. La respuesta a estas preguntas, vino a través de algunos ingenieros que rápidamente introdujeron en la discusión los textos FAO, de la colección Riego y Drenaje. En ese sentido, el libro N° 24, “Crop Water

Requirements”, fue la base científica para poder estimar la evaporación del cultivo. Ese libro ha sido continuado y mejorado en el N° 56, de la misma colección, “Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computer Crop Water Requirements, FAO”.

Esos libros, fruto de un tremendo trabajo científico, describen el cómo estimar los requerimientos de agua de los cultivos, tomando como base diferentes metodologías.

El más simple de los métodos propuestos corresponde al uso de las bandejas de evapotranspiración del “tipo A”. Estas bandejas, medidas periódicamente, dan una referencia de la demanda de agua del cultivo, la cual se ajusta con un coeficiente de cultivo previamente determinado. Por lo tanto, a partir de la evaporación de la bandeja, se puede estimar la demanda de la vid.

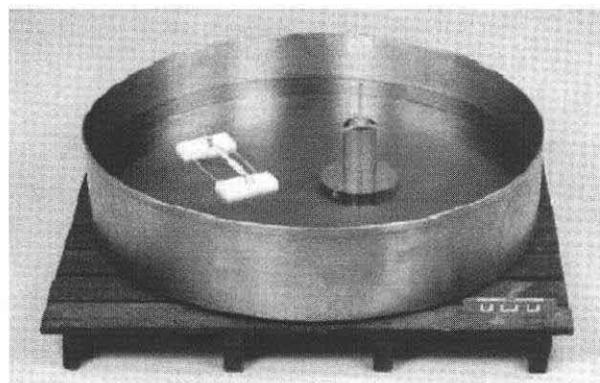


Foto 1. Bandeja Evaporativa Tipo A.



El “problema” que tiene Chile es la abundancia de agua de excelente calidad, la cual se almacena durante el invierno como nieve, y se libera de esta despensa que son Los Andes, en la medida que comienza a hacer calor en la primavera. De forma simultánea, despiertan las vides y comienzan a demandar esta agua maravillosa.

El costo de esta agua es irrisorio, a nivel productivo, incomparable con calidades y costos que reciben otras zonas productoras del mundo, como España, California (USA), Italia, etc. Lamentablemente, el efecto de este recurso abundante y de buena calidad, es que los asesores y productores chilenos siempre tienden a regar en exceso, justificando esta discrepancia con los estudios científicos en supuestas ineficiencias, suelos especiales, raíces con personalidad, variedades con sed permanente, etc.

Este “riego con yapa”, aplicado en momentos de baja demanda, por ejemplo en la etapa de

pre flor, es sinónimo de una oferta de agua excesiva para la planta, e insuficiente en términos de oxígeno, problema ante el cual la planta debe ajustarse para sobrevivir adecuadamente. La planta tiende a poner sus raíces donde es capaz de obtener este óptimo balance entre oxígeno y agua. Al aumentar la demanda, el bulbo mojado tiende a contraerse, y parte de las raíces que se habían ubicado en sus bordes, muy activas y de buena calidad, pueden quedar en una zona seca, deteniéndose con ello el crecimiento de la planta, y afectándose severamente el desarrollo del calibre del fruto.

Desde nuestro punto de vista, el término de esta primera etapa, se produce cuando se aborda el problema denominado “decaimiento de los parrones”, en el Valle de Aconcagua. Este problema fue objeto de un proyecto realizado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, el cual fue dirigido por los investigadores Gabriel Sellés, Raúl Ferreyra y Rafael Ruiz, entre otros.



Mediciones de agua desde una bandeja de evaporación americana. Esta también puede construirse (Goodwin, 1995)

Kp, Eto, Kc, Etc.

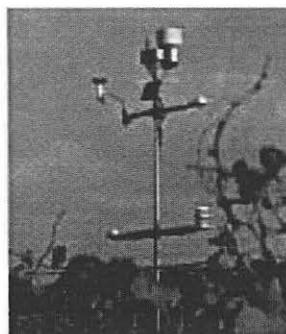


Figura 1. Estimando la demanda.

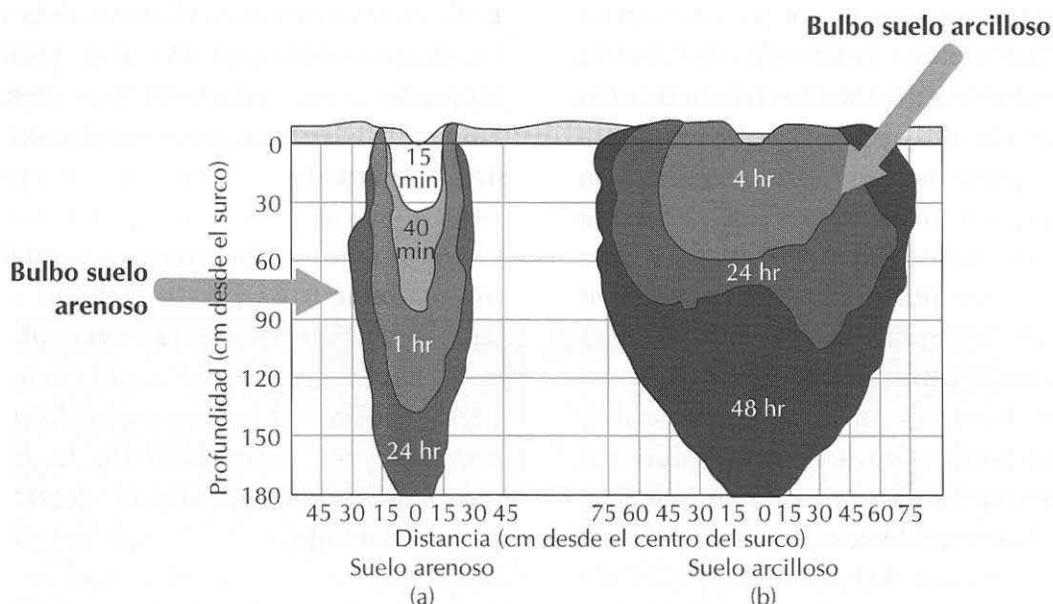


Figura 2. Distintos tipos de Bulbo de mojado.

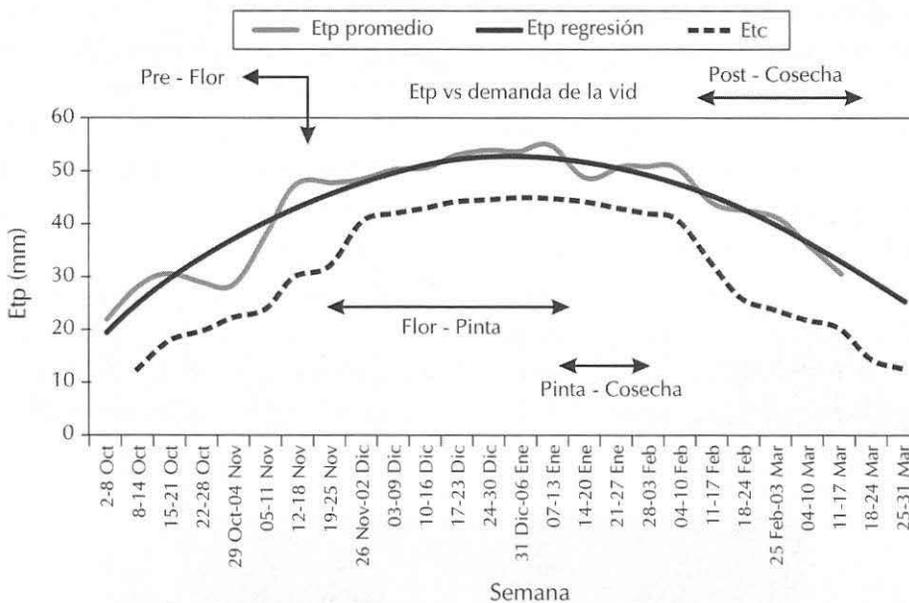


Figura 3. Estimación de la Demanda.

### 2ª ETAPA: ETAPA MEDIA (DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL SUELO):

Este problema lleva al segundo aspecto, y no por ello menos importante del manejo adecuado del riego, esto es **la distribución del agua** en el suelo.

Luego de un comienzo “a tuestas”, se insistió en una forma de riego de alta frecuencia, diaria. Igualmente y como ya se explicó anteriormente, la cantidad aplicada era mayor a la indicada por la teoría. Esto, unido a la “invitación” a las raíces a explorar debido a la humedad generada por las lluvias de invierno, lo cual hace que las raíces más activas se concentren en los bordes del bulbo mojado,



donde acceden a una mejor proporción de agua y oxígeno. Luego, al aumentar la demanda debido al mayor requerimiento climático, junto a la evolución del estado fenológico de la planta, el bulbo se contrae, quedando esta zona límite con un déficit, afectándose una alta proporción de raíces activas. La planta interpretará este problema como un déficit hídrico, aún cuando la cantidad de agua aplicada puede corresponder a su demanda. Este efecto se traduce en señales hormonales, las que al llegar a las hojas harán que los estomas comiencen a cerrarse. Con esto disminuye el flujo hídrico, la absorción de  $\text{CO}_2$ , y la tasa fotosintética, con la correspondiente disminución en la producción de carbohidratos. Consecuentemente, producirá una disminución en el crecimiento de los brotes y raíces, así como en el calibre de la fruta.

Es necesario reconocer el gran aporte del Doctor Eduardo Alonso en cuanto a la necesidad de mojar el suelo, y lograr una adecuada distribución del agua en el perfil. Igualmente importante ha sido para muchos, el aporte del asesor sudafricano Tiennie du Preez. Desde su especialidad de Soil Scientist, abrió a muchos la necesidad de incorporar el

análisis del suelo desde abajo, es decir, a partir de grandes calicatas, las que permitieron asomarse a un mundo de una importancia fundamental en la producción de uva de mesa de alta calidad.

Junto con ello, se confirmó la importancia del sistema radicular sobre la cantidad y calidad de la fruta a obtener. Es decir, al obtener evidencias de que el agua debía estar disponible para todas las raíces de la planta, se pudo comprobar la importancia de contar con raíces abundantes, sanas, activas y en permanente renovación, para de esta forma tener una adecuada absorción de agua y nutrientes desde la solución suelo, necesarios para la planta. Este punto se ha ido haciendo cada vez más importante, existiendo actualmente el convencimiento que para lograr altos rendimientos, medidos tanto en cantidad como en calidad de fruta, se debe contar con sistemas radiculares extensos, sanos y activos. Otro punto de acuerdo, es el reconocimiento del rol que tiene la materia orgánica en potenciar las características descritas en el sistema radicular, ya sea por su efecto mejorador sobre el suelo mismo, su estímulo y aumento de la vida microbiana, su efecto



Foto 2. Calicatas.



directo sobre el desarrollo de la raíz, o su aporte de nutrientes de liberación lenta. Es ya un hecho comprobado, que aquellas plantaciones donde puede reconocerse mayores producciones, así como una etapa productiva más larga, son objeto de aportes

todos los años, de materia orgánica, principalmente como guano animal, y recientemente en la forma de compost, el que está comenzando a ser conocido y fabricado en el país.

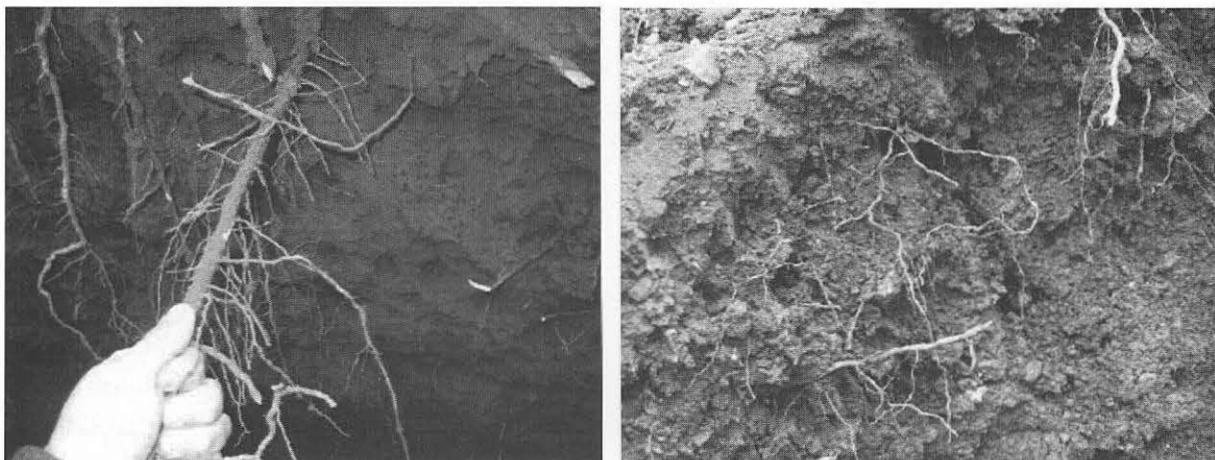


Foto 3. Raíces.

**Cuadro 1. Capacidad Estanque de diferentes suelos y Humedad Aprovechable Estimación de la Capacidad Estanque \*CC / PMP (de acuerdo a clase textural).**

Clase textural	Capacidad Estanque (mm/m)	40% Agotamiento	20% Agotamiento
Suelo muy gravoso	50	20	10
Arena gravosa, Arena fina			
Franco arenosa	80	32	16
Arena francosa, areno franco fino	125	60	26
Arena muy fina, franco, limo francosa	160	64	32
Arcillo francoso, limo arcilloso francoso, arena arcilla francosa	180	72	36
Arena arcillosa, limo arcilloso, arcilloso	170	68	34

Fuente: Raath, P. (2004).

**Cuadro 2. Propiedades de los suelos.  
Propiedades de los suelos relacionadas con la textura.**

Propiedad del suelo	Arena	Franco arenoso	Franco	Arcillo francoso	Arcilloso
Humedad aprovechable	Baja a muy baja	Bajo a mediano	Alto a mediano	Medio a alto	Medio bajo
Tasa de movimiento del agua	Muy rápida	Rápido a mediano	Medio	Medio a bajo	Lento
Movimiento de aire (el cual afecta la tasa de drenaje)	Muy alto	Alto	Medio	Medio a bajo	Bajo
Capacidad de aporte de nutrientes	Bajo	Bajo a mediano	Medio	Medio a alto	Alto
Lixiviado de nutrientes y herbicidas	Alto	Alto a moderado	Moderado	Medio	Bajo
Tendencia a sellado superficial o compactación	Bajo	Alto	Alto a mediano	Medio	Medio a bajo
Velocidad de calentamiento luego de mojado	Rápido	Rápido	Rápido a mediano	Medio	Lento
Lapso para trabajo y circulación luego de lluvia o riego	Corto	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Largo
Susceptibilidad a compactación	Moderado a alto	Alto	Moderado a alto	Moderado	Moderado a bajo

Fuente: Nicholas, P. (2004).

**3ª ETAPA:  
ETAPA ACTUAL  
(CANTIDAD Y DISTRIBUCIÓN):**

El objetivo de mejorar la distribución del agua en el perfil, no ha sido garantía de éxito. Lamentablemente, no siempre ha habido una asociación entre cantidad de agua a aplicar y distribución de la misma. En la búsqueda de “mojar los suelos”, se ha llegado a aumentar considerablemente las tasas de riego. Debido a esto, en muchos casos se riega en cantidades similares en zonas cuya demanda evaporativa es completamente diferente. De la misma

manera, ha habido muy poca evolución en cuanto a modificar los equipos de riego, buscando que estos ayuden o permitan una mejor distribución del agua en el perfil. Es corriente ver equipos diseñados para Copiapó, o Paihuano, zonas cuyas evaporaciones son muy altas, con las mismas características de suministro diario que en zonas como Curicó, en la Zona Sur, cuya demanda es considerablemente menor. En resumen, esta “escuela de mojado del suelo”, en muchos casos se independiza del concepto de la demanda de la planta, y del efecto del clima y del estado fenológico sobre ésta.



Esta forma de regar, se explica además en el poco uso de instrumentos de medición de humedad en el suelo. Los clásicos tensiómetros, en este esquema, pierden validez ante los riegos frecuentes y abundantes que buscan mejorar la distribución. De esta manera, es corriente escuchar que “no funcionan”, porque no muestran movimientos acordes con la evolución de las plantas y su demanda.

Esta prioridad asignada a la distribución asociada a tasas de riego por sobre la demanda de las plantas, va a producir en muchos casos un cambio importante en la distribución del sistema radicular activo, el cual se desplaza fuertemente a la zona de la entre hilera. Como consecuencia de lo anterior, debe hacerse mayores esfuerzos para poner el agua en esa zona, siendo corriente el desplazamiento manual de las mangueras, tantas veces como sea necesario. Este problema, asociado al sobre riego en el bulbo de mojado, es la causa principal de la distribución creciente de raíces en la entre hilera, más que el efecto de las lluvias de invierno. En efecto, la humedad aportada por las lluvias invernales que mojan la entre hilera, inducirían a las raíces a explorar esta zona en períodos en que la raíz crece mucho menos. Luego, en primavera, la entrehilera tenderá a secarse, en la medida que la planta va extrayendo agua del perfil. Sin embargo, el sobre riego va a forzar a la planta a buscar el oxígeno necesario para que la raíz pueda absorber el agua, lo que consigue en zonas cercanas al borde del bulbo, si de riego frecuente se trata.

¿Es posible abordar conjuntamente los objetivos de distribución de agua en el perfil y cantidad de agua requerida por la planta? Por supuesto que sí, y más aún, es necesario. Preocupa enormemente el hecho que en este clima cambiante, sin duda volverán a presentarse años de escasez del recurso agua, y si no

sabemos exactamente como regar con un recurso escaso, y como hacerlo bien para no afectar la calidad de la fruta, ello tendrá un alto costo.

A continuación se enumera algunos principios que permitan abordar correctamente un programa de riego en forma exitosa:

1. Reconocer la importancia de la raíz en cuanto a ser un factor fundamental en la eficiencia del riego, en la nutrición, en la producción de hormonas fundamentales. Por ello se debe hacer esfuerzos máximos en:
  - Preparación de suelo, de manera que no presente una resistencia mecánica (compactación) al crecimiento y desarrollo de la raíz.
  - Preparación de suelo, de manera de mezclar las estratas que complican el movimiento del agua en el perfil.
  - Aumentar el porcentaje de macro poros, de manera que, en capacidad de campo la disponibilidad de oxígeno sea mayor.
2. “Parámetros climáticos locales, para estimar la necesidad de agua del cultivo durante la temporada en forma teórica.

Mediante una bandeja de evapotranspiración, se puede construir una curva de demanda diaria, semanal o mensual de agua. De esta forma, durante el invierno se puede predecir cuanto se debe estar regando en el peak de demanda del cultivo. Esto proporciona un marco bastante exacto del riego real a aplicar, el cual se va modificando de acuerdo a las características de la temporada específica que transcurre, aumentando o reduciendo lo programado previamente (**Figura 4**).

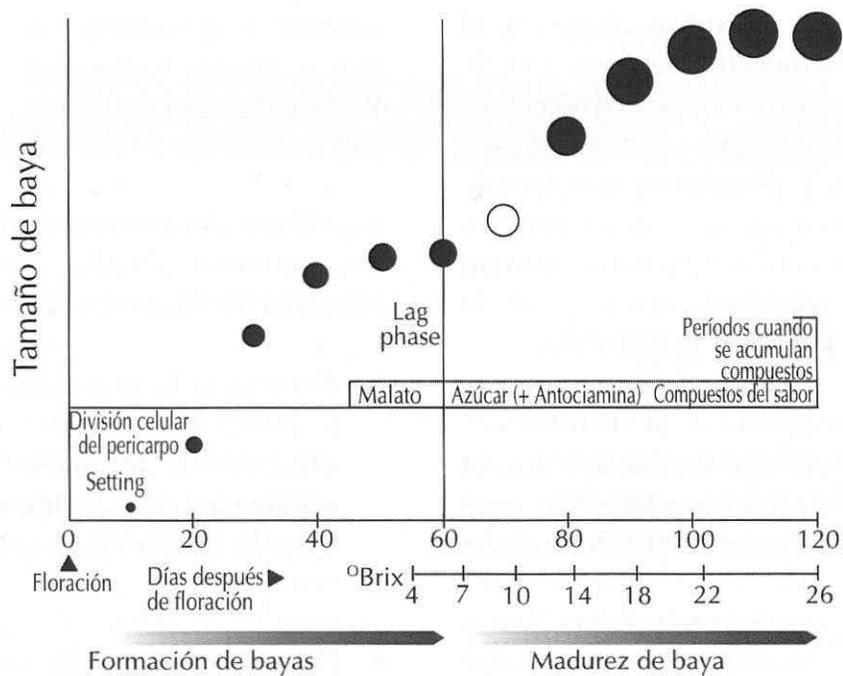


Figura 4. Desarrollo de la Baya.

3. Abordar el riego de acuerdo a períodos o etapas específicas:

- a. **Brotación a cuaja:** en esta etapa se produce en forma ascendente el primer crecimiento radicular, el cual será máximo al llegar al período de flor. Inicialmente la demanda es muy baja, el coeficiente de cultivo es creciente, y que el clima se inicia el aumento de temperatura. El suelo está mojado por las lluvias de invierno. En zonas donde llueve menos de 200 mm aproximadamente, es conveniente realizar riegos invernales. Especialmente en suelos livianos, de manera de enfrentar la brotación con humedad cercana a capacidad de campo. Lo fundamental a considerar es que un exceso de riego en esta etapa afectará negativamente el crecimiento de la raíz, y con ello su desarrollo para toda la temporada. Es más, este exceso durará mucho tiempo en el suelo, porque la extracción y, por lo tanto la demanda de la planta es mínima, por lo

que el consecuente déficit de oxígeno generado por sobre riego en esta etapa temprana, durará por un largo período. Nutrientes fundamentales que deben ser absorbidos por raíces nuevas y en crecimiento, no podrán hacerlo 'exitosamente si no hay oxígeno suficiente. Por lo tanto, en esta etapa el oxígeno es el objetivo primario, y luego el agua. Se suele decir, que ante una duda en cuanto a regar, es preferible en esta etapa no hacerlo. De esta manera, para la Zona Central del país, se continúa unos tres riegos pre floración, dependiendo del tipo de suelo, y de la temporada. Nos preocupa una cierta tendencia a regar durante el invierno. Si el suelo se seca demasiado, ello afecta el desarrollo de la raíz. Sin embargo, en un período que como ya se explicó, es de muy baja demanda, es preferible un adecuado suministro de oxígeno, el cual asegura sanidad, por sobre el agua, la que se suministrará oportunamente.



Con mucho éxito en zonas de suelos salinos se ha estado realizando el riego por conductividad en este período. Cada vez que la conductividad se eleva por sobre dos deciSiemens/metro, se recomienda regar cuando las aguas son menos salinas que el umbral indicado. Ello evita la intoxicación de la planta y asegura una buena brotación.

- b. **Cuaja a Pinta:** esta etapa es clave, porque con la cuaja aparece un nuevo actor, el fruto. Este levanta su bandera y se erige como sink, principal durante la temporada en curso. Junto con ello, el clima va acercándose a su máximo en términos de temperatura y radiación. El nuevo fruto, que inicialmente crece por división de células y finalmente sólo crece por elongación celular será muy sensible al estrés por falta de agua. En esta etapa debe priorizarse el suministro de agua, por sobre el oxígeno, pero sin exagerar este punto. La diferencia está en que con el desarrollo que ha tenido la canopia y la demanda del clima, el sistema toma mucha agua. Por ello, un exceso de suministro puede eliminarse con rapidez, a diferencia de la etapa anterior. Nuevamente se dice que ante una duda, ahora se debe regar.
- c. **Pinta a cosecha:** en esta etapa muchos productores tratan de regar como si la fruta fuera un globo, creyendo que en la medida en que más se riega, se infla. Por otra parte, desde la Región Metropolitana al sur, la demanda evaporativa disminuye enormemente a partir de mediados de febrero, cuando muchas de estas cosechas se realizan en marzo e incluso abril. El riego excesivo en esta etapa es muy nocivo, porque nuevamente es la raíz la más afectada, pero se ha observado en terreno, una cierta relación entre exceso de riego

con mayor incidencia de Botrytis, pobre coloración de la fruta, mala lignificación de sarmientos y baja fertilidad de yemas al año siguiente. En general, es conveniente reducir el aporte de agua en este período, sin llegar a estresar a la planta.

- d. **Riego de post cosecha:** inmediatamente de cosechada toda la fruta, nuevamente es la raíz el órgano principal y por lo tanto es necesario tratarla cuidadosamente. Para ello, se ha adoptado con éxito una estrategia de simulación de riego tendido, es decir, se busca una cierta alternancia entre “suelo húmedo y suelo seco”. Por lo tanto, al finalizar la cosecha, se suspende el riego por un período entre cuatro días y dos semanas, dependiendo de la zona y del tipo de suelo, privilegiando el oxígeno en el suelo, para luego mojar completamente el perfil. Luego se repite el procedimiento, alargando los períodos de sequedad, con lo cual se respeta la demanda que es decreciente desde el centro al sur del país. En el norte, se debe tener cuidado para no provocar rebrote en las plantas. Con esta estrategia se logra “invitar” a la raíz a crecer, y se le asegura oxígeno y agua. La nutrición de postcosecha se aplica en estos riegos, y en donde se esté regando, es decir, si las mangueras se han movido a la entre hilera, también se fertiliza en esta posición.
4. **Cuantificar objetivamente las observaciones:** hoy se tiene acceso a todo tipo de instrumentos, y así como éstos pueden generar información valiosa, al mismo tiempo pueden ser fuente de confusión. Toda información valiosa lo será efectivamente, en la medida que pueda ser analizada y usada en la toma de decisiones. De lo contrario, se transforma en un peligro, y en una fuente de confusión.



Sin embargo, es necesario poner números al tema riego, de manera de darle objetividad a las observaciones. Cada calicata genera un sinnúmero de opiniones, en cuanto a contenido de humedad, lo que se traduce en colocar más y más agua para dejar a todos tranquilos. Se cree fundamental el reforzar las observaciones con algunos instrumentos, como acceso a datos de estaciones meteorológicas, y aquellos que permitan medir humedad en el suelo, como tensiómetros, FDR, etc.

5. **Incorporar más agronomía a los diseños de equipos de riego:** los equipos de riego cumplen, en general, con entregar las cantidades requeridas a nivel de goteros. Sin embargo, existiendo múltiples

alternativas en el mercado, difieren poco entre sí, lo que no ocurre de la misma manera con los suelos chilenos, los que son extremadamente variables. Simultáneamente, se debe regar donde haya raíces activas, por lo que es cada día más corriente, el mover las mangueras para regar la entre hilera. Se cree que es el momento de explorar nuevamente y con fuerza, diseños que incorporen doble línea de riego, goteros de diferente gasto, micro aspersores y micro jets, etc. Si los principios están bien asentados, y si el efecto de la práctica se puede medir adecuadamente, estas tecnologías completamente validadas en otras partes del mundo, deberían funcionar perfectamente, permitiendo solucionar algunos problemas puntuales.