

## Nuevas consideraciones para el riego de paltos en Chile

Por Alejandro Palma P.  
apalma@agricom.cl

### Introducción

Hace ya seis años que *Servicios Agrícolas El Alto* ha decidido entrar en la nueva era del entendimiento fisiológico del palto y con ello, la elaboración de los más estrictos procedimientos de implementación; alcanzando de esta manera sorprendentes resultados en los rendimientos, así como también en la calidad final. Mucho se ha especulado respecto a nuestro trabajo, por tal razón, este artículo representa a la primera oportunidad en la que formalmente entregaremos nuestro punto de vista respecto al manejo de riego en paltos.

De alguna forma, no deseamos abolir lo conocido hasta ahora, muy por el contrario, deseamos generar un aporte al medio, el cual estamos seguros aparecerá como un complemento al conocimiento hoy implementado por los diferentes actores de la industria.

### Nuevos tiempos

Según el presidente del comité de palta de Chile, ha llegado el momento de prepararnos para un escenario difícil, donde solamente los más eficientes serán los llamados a mantenerse en la actividad. Un retorno promedio de U\$ 0,5 por kilo para el productor, con una fruta de gran calidad (sobre 220 gr. Promedio), representaría una realidad próxima, la cual debería poner sobre alerta a algunos agricultores. El punto es que, con costos directos bordeando los U\$ 6.500 por hectárea y considerando una amortización anual de U\$ 2.000 por hectárea; se tiene que para obtener una utilidad media de U\$ 1.500 por hectárea, se debiera producir por hectárea, el equivalente a U\$ 10.000.

Solamente produciendo 20 ton/ha es posible obtener dicho objetivo económico con U\$ 0,5; lo que rápidamente pone al más exigente analista, en un punto difícil y cuestionable de alcanzar para cualquier proyecto. Claro está, que cualquier agricultor que lograra estabilizar su producción en las 20 ton con calibres de 250 gr. Sería capaz de resistir cualquier embate del negocio en el futuro.

### Potencial real del cultivo

Al evaluar el futuro del negocio, inmediatamente surge la pregunta respecto a, si el palto posee realmente el potencial necesario como para obtener altas producciones con calidad y en forma sostenida. Sin embargo al interpretar numéricamente cada uno de los fenómenos productivos, se tiene que: con apenas un 40% de potencial máximo de floración anual; considerando que solamente un 10% de estas flores serán polinizadas y con un 50% de fecundación para todas estas; para luego y finalmente, aceptar un 50% de los frutitos caídos en la primera fase de caída y un 2% en la segunda fase; se tiene, que en base a 1.000.000 de flores potenciales, la siguiente ecuación:

$$1.000.000 \times (F) \times (P) \times (Fe) \times (Prc) \times (Sec) = N^{\circ} \text{ frutos / pl.}$$

$$1.000.000 \times 0,4 \times 0,10 \times 0,5 \times 0,5 \times 0,02 = 200 \text{ frutos /pl.}$$

$$\text{Potencial: } 556 \text{ pl/ha} \times 200 \text{ gr.} \times 200 \text{ frutos} = 22,2 \text{ ton /ha}$$

Es así como en un marco de plantación tradicional, y con parámetros productivos bastante conservadores, como 556 pl/ha y solamente 200 gr. por palta, es posible alcanzar rendimientos que permiten dar seguridad a la inversión realizada. Por otra parte cabe destacar además, que la única variable que escapa al control específico de una buena implementación de terreno, es la polinización, factor asociado a agentes que operan con variables no controlables, como son: la vegetación nativa, número y posición de colmenas, calidad de estas, etc.

Se puede responsablemente afirmar, que manejando discretamente las variables productivas, el potencial se encuentra por sobre lo requerido por la actividad.

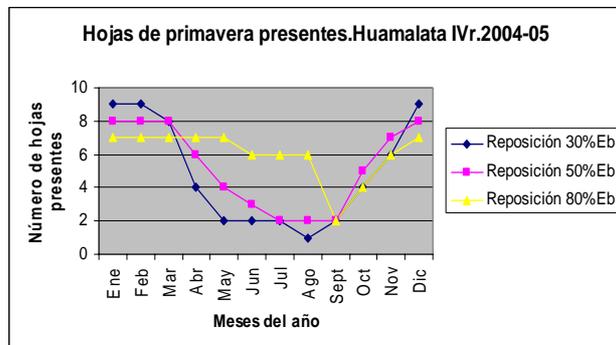
### Objetivos fisiológicos para el riego

Al evaluar los múltiples factores que inciden sobre la productividad, el riego aparece como el común denominador, que mayor influencia tiene sobre la productividad, estabilidad y calidad de la fruta.

El primer objetivo fisiológico que directamente maximiza los recursos productivos del huerto, tiene que ver con el ***aumento de la vida media del follaje*** y con ello la mejora de hasta un 30%, los recursos disponibles para los diferentes eventos. Actualmente la vida media de las hojas de la brotación de primavera en un huerto estándar, que va de Septiembre a Diciembre es de 6,5 meses, contando a partir de hojas maduras y funcionales. Ya en el mes de Abril, se habrán perdido casi el 80% de las hojas formadas en primavera, dañando seriamente la formación de fotoasimilados, especialmente el periodo de inducción y diferenciación.

El poder disponer de un ***follaje de alta calidad***, cuya vida media supere los 10 meses, permite potenciar además, el momento de mayor carencia de fotoasimilados: la floración.

Durante la temporada 2004-05 se procedió a evaluar el efecto del riego en la vida media de hojas de primavera; esta evaluación permitió comprobar el aumento de la vida del follaje de 4 meses (febrero) a 10 meses (agosto). En la actualidad, es posible comprobar una muy baja tasa de caída de hojas en huertos con manejo intensivo, hecho que por sí solo marca una enorme diferencia productiva al evaluar el calibre y número de frutos finales.

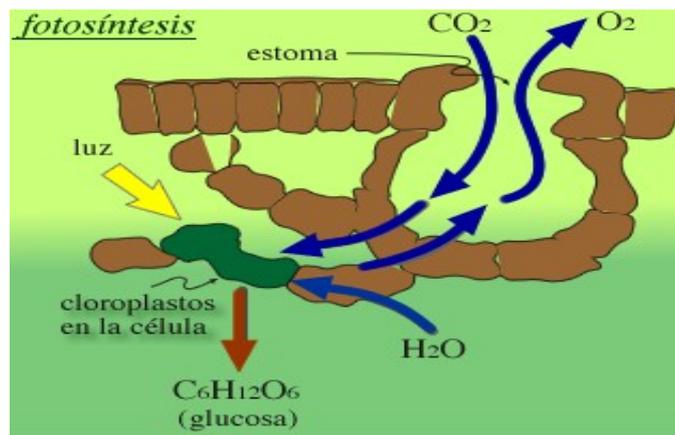


Durante el periodo estival, y ante situaciones denominadas como de estrés hídrico, normalmente imperceptibles para el ojo humano, ocurren leves pero persistentes periodos de **calentamiento foliar** (lámina), que propician la acumulación paulatina de fito-hormonas inhibitoras, responsable de una verdadera llovizna de hojas, que llega a hacerse crónica durante el periodo de floración. Poder evitar que el etileno estimulado por el efecto de la alta temperatura foliar, genere una paulatina e irreversible acumulación de ABA, representa a la esencia fisiológica a manejar, para poder optar a una excelente calidad de follaje.

El segundo objetivo fisiológico es bastante tangible, sin embargo difícil de evidenciar a nivel de campo, representa a la base del entendimiento y éxito de la nueva generación de agricultores empresarios, que si bien no han abandonado los conceptos tradicionales de evaluación como el suelo y clima, enfocan su manejo de manera directa hacia el árbol.

**El aumento de la tasa metabólica** (1) del huerto es el segundo objetivo fisiológico, relacionado con maximizar la incorporación de CO<sub>2</sub>, y con ello asegurar el mejor potencial nutricional.

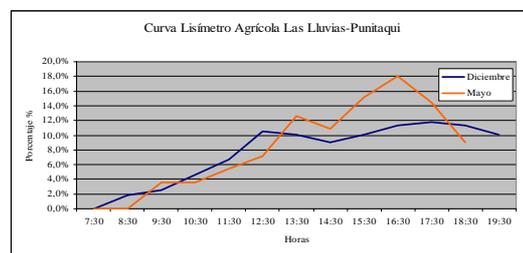
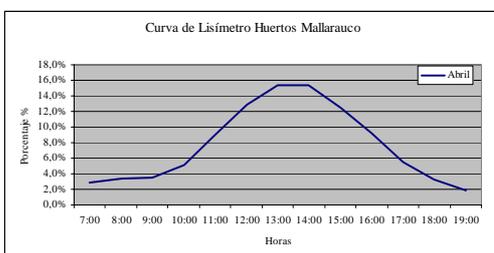
La incorporación del CO<sub>2</sub> está relacionada con la conductancia estomática y con ello, la capacidad de mantener un excelente nivel de foto-asimilados a disposición del palto.



### Previo al riego

Antes de definir las bases modernas del riego, es necesario tomar conceptos y antecedentes ya estudiados, los que llevados a un uso práctico a nivel de huerto, representan a la mejor herramienta para alcanzar un alto potencial productivo.

El **lisímetro de Armfield** utilizado para monitorear los cambios en el peso del sistema planta-suelo- agua, debidos a la evapotranspiración, ha sido implementado en forma masiva en cada uno de los huertos orientados a un manejo intensivo; de esta forma ha sido posible determinar el inicio y fin del consumo de agua por la planta, factor asociado entre otros, a la latitud- longitud, topografía local; temperatura y radiación.





frutos; está asociada a la turgencia celular, representada por la *ecuación de Lackhart* (2), crecimiento que ocurre en durante la noche.

### A considerar

En términos simples, resulta evidente que la máxima eficiencia para la entrega del agua desde el punto de vista del palto, para así poder maximizar los parámetros productivos, así como también, y en forma secundaria, lograr una mejor eficiencia nutricional, está sobre la base de poder realizar riegos diurnos, de manera de aproximarse de la forma más eficiente a la realidad del cultivo; sin embargo la realidad nacional respecto de la capacidad instalada de los sistemas de riego, obligan a riegos nocturnos; lo que necesariamente implica considerar al suelo como un elemento esencial para obtener el menor estrés posible.

Por otra parte, los conceptos modernos de riego para subtropicales y especies forestales, están propiciando diseños diurnos, de manera de mejorar la productividad y optimizar los recursos. Mangos, café, olivos y arándanos entre otros cultivos, ya han entrado en esta nueva era.

### Cuanto regar

Finalmente y en terreno, la pregunta más importante es la que define cuanto regar, de manera de poder obtener una excelente calidad de follaje (alta vida media) y por otro lado, lograr maximizar el metabolismo derivado de la fotosíntesis.

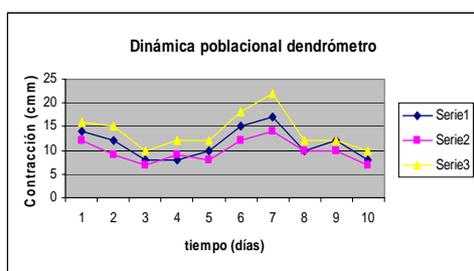
Como definitivamente ambos factores a manejar están asociados con una permanente conductancia estomática, es que el riego orientado a este objetivo, resulta fundamental. Sin embargo, como ya se mencionó, la infraestructura no siempre acompaña, por lo que, considerando los parámetros de siempre, el objetivo está basado en la obtención de la menor contracción del tronco posible.

Las evaluaciones visuales y calicatas, que otorgan una idea intuitiva de la condición radical respecto a la humedad disponible, siguen teniendo vigencia como elemento de análisis de terreno ; sin embargo la obtención de elementos cuantitativos de evaluación resultan esenciales para un acertado resultado.

Considerando lo anterior, el dendrómetro permitirá ajustar de mejor manera el agua requerida, ya que representa al primer instrumento de evaluación directa al cultivo, sin traducciones, como en el caso de tensiómetros y bandeja evaporimétrica.

El dendrómetro bajo ninguna circunstancia define cuanta agua agregar, muy por el contrario; define una tendencia poblacional del grado de estrés asociado a la conductancia estomática, permitiendo con ello inferir, cuantos milímetros se asocian a un determinado grado de conductancia.

Fundo Campanario (Prohens)-Ovalle-IV región



día	Riego adicional			Total regado	Evap.Band.	% reposición	Nº Pulsos	Ajuste lisímetro
	Arbol Nº1	Arbol Nº2	Arbol Nº3					
1	14	12	16	0	6	9,4	64	25
2	12	9	15	0,5	6,5	9,8	66	27
3	8	7	10	0,5	7	9,2	76	29
4	8	9	12	-0,5	6,5	9,8	66	27
5	10	8	12	0	6,5	10	65	27
6	15	12	18	0	6,5	10,5	62	27
7	17	14	22	0	6,5	10,2	64	27
8	10	10	12	0	7,5	10	75	31
9	12	10	12	0	7,5	11,2	67	31
10	8	7	10	0	7,5	10,8	69	31

El dendrómetro representa correctamente la dinámica poblacional y tendencia de la condición de estrés, obviamente, en un huerto que permita entregar requerimientos similares de riego, similar lisímetro y condiciones relativamente homogéneas de suelo. Al igual que los parámetros estadísticos de la medida de presión arterial humana, el dendrómetro permite inferir tendencias representativas, dado principalmente por el hecho de que es un instrumento de interpretación directa hacia el palto, sin coeficientes de traducción.

El dendrómetro *nunca definirá cuanta agua agregar*, menos cuanta agua requiere determinado huerto; este instrumento solamente refleja el grado de apertura estomática y con ello el nivel de estrés presente.

Existirán huertos, donde el nivel de estrés alcanzable para la infraestructura disponible, será muy bueno, eventualmente no tan buena en otros y así sucesivamente. Estará en nosotros, evaluar todos los factores, de manera de minimizar lo mejor posible, el grado de contracción.

Es así, como la experiencia indica, que al final de una temporada; huertos con bajas contracciones, presentan una vida media foliar, superior a los 10 meses, conservando su follaje incluso en abundantes floraciones. También es posible evidenciar un mejor calibre final de fruta y lo que es mejor: un alto nivel productivo, con añerismos menores al 20%.

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CALIBRES POR CATEGORIA (TEMP 2004-2005)**

CATEGORIA	CALIBRE GRANDE 32-36-40	CALIBRE MEDIANO 50	CALIBRE CHICO 60-70-84
CONSIGNADOS	16,7%	37,1%	46,3%
FRUPOL	29,6%	37,1%	33,3%
MANEJO INTENSIVO	40,6%	35,4%	24,0%
ORGANICOS	2,6%	23,8%	73,6%
COMPRA	10,5%	37,4%	52,1%
GENERAL TEMPORADA	21,8%	36,5%	41,6%

Fuente: Agricom Ltda.

### Consecuencias y realidades

Sistemas de riego diseñados para regar en 24 horas, obligan a realizar riegos nocturnos en alguna zona del huerto, lo que implica, que al menos 12 horas se deberá regar considerando factores asociados al suelo.

Un riego realizado fuera del horario del lisímetro, por ejemplo a las 20:30 hr. Implicará que dicho bloque de árboles, NO utilizará el agua sino hasta al menos 12 horas más. Grave situación, si se está al frente de un huerto con un alto contenido de arcilla; ya que implicará que el agua permanecerá acumulada a nivel radicular, más del tiempo prudente como para evitar una asfixia. Por otra parte, en un suelo con un alto contenido de arena, se encontrará que gran parte del agua se perderá en profundidad en 12 horas, exponiendo al huerto a un altísimo grado de estrés durante el medio día siguiente.

Dado lo anterior, y ante la imposibilidad de mejorar el sistema de riego, no hay otra posibilidad que regar acorde al suelo, tratando de obtener los niveles de contracción lo mejor posibles, sin entrar en riesgos de asfixia o estrés por falta de abastecimiento.

Realizar caso a caso, un análisis costo/beneficio respecto a las ventajas y desventajas de adaptar o mejorar un sistema de riego existente, resulta fundamental a la hora de orientar una estrategia productiva.

Existen huertos de paltos que con un excelente nivel de drenaje y camellones responden muy bien a riegos nocturnos; sin embargo para alcanzar niveles de bajo estrés (bajo 10 cmm en verano), obligará a llegar a niveles muy cercanos al 100% de la evaporación de bandeja, situación que lleva a un análisis secundario, como: mayor costo energético, menor eficiencia en la fertilización, mayor contaminación subterránea, etc.

Los diseños modernos, que permiten responder a la curva de lisímetros; si bien demandan una mayor inversión inicial, se ven enormemente compensados con el nuevo criterio de densidades de plantación, mayor eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, pudiendo llegar incluso a contracciones de 50 micrones, con reposiciones no superiores al 55% de la evaporación de bandeja; y por supuesto lo más importante, un nivel productivo muy superior.

### Heterogeneidad en los diseños actuales

Normalmente se habla de una homogeneidad en el caudal de los emisores no mayor al 10%, lo que fácilmente se cumple con emisores auto-compensados, sin embargo, pocos agricultores evalúan el volumen final por emisor después de una operación (ciclo de riego) de riego.

Se han detectado heterogeneidades mayores al 100% del caudal nominal del fabricante, consecuencia del vaciado de líneas y submatrices causados, entre otros factores, por tramos excesivamente largos, carencia de válvulas, etc. Lo anterior, impide y atenta contra el concepto de eficiencia en la reposición.

#### Volumen real de entrega

	<b>Etna</b>	<b>Fassa</b>	<b>Dolom</b>	<b>Empoli</b>
Caudal nominal real	<b>29,0</b>	<b>30,5</b>	<b>30,0</b>	<b>29,4</b>
Horas de riego		<b>1</b>		
		<b>1</b>		
<b>Aforo Lts</b>				
<b>MS</b>	<b>Etna</b>	<b>Fassa</b>	<b>Dolomite</b>	<b>Empoli</b>
1	26,4	28,0	29,5	28,7
2	29,0	28,8	31,0	30,0
3	31,1	30,6	31,4	33,0
4	24,0	37,0	33,0	43,2
5	26,0	36,5	34,0	47,4
6	26,7	36,5	36,0	48,0
<b>Max</b>	<b>31,1</b>	<b>37,0</b>	<b>36,0</b>	<b>48,0</b>
<b>Min</b>	<b>24,0</b>	<b>28,0</b>	<b>29,5</b>	<b>28,7</b>
<b>Promedio</b>	<b>27,2</b>	<b>32,9</b>	<b>32,5</b>	<b>38,4</b>
<b>% diferencia</b>	<b>-6,2%</b>	<b>7,8%</b>	<b>8,3%</b>	<b>30,8%</b>

Fuente: Agro las Lluvias-Punitaqui IV región

Muchos proyectos en laderas han colapsado por este factor, más que por factores de suelo, especialmente en aquellos productores que no realizaron camellones. Bajo estas condiciones, se deberá asumir que habrá sectores del huerto (zonas altas) sub-regados y

sobre-regados (zonas bajas), situación en la cual, nuevamente se deberá considerar al suelo, al momento de decidir cuantos milímetros agregar.

Situarse hipotéticamente ante una situación que considere un riego en 24 horas, en una zona de alto contenido arcilloso, sin camellones y con un sistema de goteros; obviamente parece un suicidio y no un *problema inherente a lo cerros*. Ante esta situación se deberá privilegiar regar acorde a la condición más desfavorable (zona baja) dejando fuera de potencial productivo a las áreas medias y altas.

Finalmente y como un elemento de aporte: se deberá tratar de limitar la heterogeneidad en la descarga a niveles bajo el 10%, tratando a su vez de implementar riegos diurnos en los suelos más complicados, siendo imposible aspirar a contracciones menores a 15 cmm en el verano.

### Nuevas tendencias

Actualmente el riego está orientado a acercarse prudentemente a la curva del lisímetro, considerando que el 17% de la demanda máxima del día en verano ocurre en una hora; por lo que por ejemplo: un huerto que consumirá 5 mm/día; demandará 0,85 mm en la hora de máximo consumo. Por otra parte, el riego deberá estar concebido para 8 a 10 horas de reposición.

El sistema de riego deberá procurar múltiples puntos de contactos, de manera de asegurar la superficialidad de las raíces (uso de mulch plástico), y así poder interactuar diariamente con al menos el 85% de las raicillas activas entre los cero y los 30 cm. de profundidad.

(1) *Alta tasa metabólica*: Acelerar las reacciones bioquímicas que ocurren en las células, para la obtención e intercambio de materia y energía, con el medio ambiente y síntesis de macromoléculas a partir de compuestos sencillos.

(2) *Ecuación de Lackhart*: 
$$\frac{dV}{dT} = \frac{L_p \times \phi \times (\Delta\Psi + P - Y)}{\phi + L_p}$$

L<sub>p</sub>=conductividad hidráulica

P= presión de turgencia

Y= presión mínima de turgencia necesaria para producir la extensión de la pared

= extensión celular.