

DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO EN NOGALES

Una serie de estudios de INIA Intihuasi miden con claridad los efectos de la sequía y muestran lo que pasa cuando se deja de regar incluso después de que ya se ha logrado el calibre de las nueces. Sin embargo, puede realizarse un manejo cuidadoso para ahorrar del orden de 1.000 m³, sin afectar la productividad ni la calidad de la nuez.



Giovanni Lobos.

Giovanni Lobos, investigador de INIA Intihuasi en la región de Coquimbo, especialista en frutales de nuez con un postítulo en Teledetección y S.I.G./Gestión de Recursos Hídricos, actualmente coordina el Programa de Transferencia Territorial de Nogales de Limarí y Choapa. Señala que el déficit hídrico desde la zona central al norte en los últimos años ha afectado seriamente la productividad y calidad de la nuez.

En 2019, agrega, la falta de precipitaciones generó alrededor de un 80% de déficit, debido a las escasísimas lluvias en Limarí y Choapa. Las lluvias caídas casi no tuvieron impacto en la humedad del suelo: ninguno de los sensores instalados en huertos estudiados por INIA pudo detectar esa humedad. De ahí la importancia de regar en invierno ante una baja pluviometría, indica el investigador. Después de haber cosechado y con el huerto en senescencia, el ideal es alcanzar alrededor de 200 mm entre precipitación y riego para ir llenando el estanque que es el suelo y disponer de un “colchón” de agua en la partida de la temporada.

En un huerto de Buin en 2020 con la primera lluvia de 24 mm en junio la humedad llegó hasta los 60 cm; con una segunda lluvia, de 14 mm, ocurrió lo mismo. Recién a la tercera lluvia, cuando ya se acumularon alrededor de 80 mm, la humedad del suelo alcanzó a los 100 cm de profundidad. Esto, continúa Lobos, refrenda la importancia de combinar las precipitaciones con el riego en otoño-invierno, el

cual, además, permite el lavado de sales.

El déficit hídrico ha afectado la calidad del agua, aumentando la concentración de cloruros y sulfatos en la zona central. Asimismo, se incrementa la conductividad eléctrica. Los niveles de cloruros medidos en la temporada 2019/20 en el área del Maipo se situaron en alrededor de 156 miligramos por litro (mg/L). Con esa cifra, la aplicación de 10.000 m³ de agua se traduce en un aporte de cloruros al suelo de 1,5 toneladas por hectárea (t/ha). El uso de ácidos húmicos ayuda a ir bloqueando el contenido de cloruros y otros elementos que provocan toxicidad en las plantas.

La tardanza en la entrega de agua de las organizaciones de regantes puede significar el comienzo de la temporada con el suelo seco, advierte.

DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DESDE BROTAÇÃO A ENDURECIMIENTO DE CÁSCARA PONE EN JAQUE EL CALIBRE

Estudios realizados por INIA Intihuasi han permitido registrar durante varias temporadas el promedio de días de las distintas etapas fenológicas, principalmente en la variedad Serr. La media desde brotación a senescencia se sitúa en torno a los 238 días, sin embargo, el valor ha ido disminuyendo bastante; por ejemplo, en 2018/19 fue de 213 días. La mayor reducción en esa temporada se dio desde cuaja a endurecimiento de cáscara, lo cual afecta en forma directa el calibre de la fruta, dado que una vez endurecida la cáscara la nuez ya no crece. En suma, el tiempo con el cual cuenta la nuez para crecer se ha acortado, por efecto de la condición climática y por estrés hídrico.

Un instrumento que permite conocer cómo se desarrolla la curva de crecimiento del huerto durante la temporada es la Plataforma Agrícola Satelital, PLAS. Tiene acceso libre en <http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=plas>; el usuario es plas y la contraseña también plas. La información cubre desde la región de Atacama hasta la Araucanía.

Por ejemplo, generalmente se usan los coeficientes de cultivo de FAO, que indican un máximo de crecimiento del nogal en diciembre o principios de enero. Pero PLAS permite ver la situación real, y en la variedad Serr el *peak* se alcanza a mediados de octubre y para Chandler es a mediados de noviembre, independientemente de la ubicación del predio. Asimismo la plataforma posibilita identificar las zonas menos vigorosas del huerto, para ir a revisar si se originan en problemas de goteros, de suelo o de otro tipo. PLAS entrega las curvas de crecimiento y el índice de vegetación de la temporada, así como también permite consultar registros históricos.

DÉFICIT HÍDRICO APLICADO TODA LA TEMPORADA AFECTA EL CALIBRE

Desde el año 2017, Lobos ha monitoreado 26 huertos de nogales entre la región de Coquimbo y la de O'Higgins. Como se puede apreciar en el cuadro 1, el promedio de rendimiento cayó en un 34% en el año 2020 respecto de 2019, pero con variaciones locales: huertos de Serr en Aconcagua bajaron un 61%, y de Chandler en Maipo un 49%. En cuanto a la calidad de la fruta, el mismo estudio mostró nueces livianas y calibres más pequeños en 2020. La causa se encuentra en el déficit hídrico y en problemas de sales que se vienen arrastrando desde temporadas anteriores.

Desde 2013 a 2016 el especialista de Intihuasi evaluó tres tratamientos de déficit hídrico, en un predio ubicado en Ovalle (Infiernillo Norte) y dos en Choapa (El Barraco y Cuncumén): T1 (testigo) reposición del 100% de la evapotranspiración (ETc) durante toda la temporada, T2 85%, y T3 65%.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas en términos de kilos por planta al hacer la comparación en cada temporada en los huertos sometidos a restricción hídrica respecto del T1 con 100% de reposición. Sí hubo una diferencia al considerar las tres temporadas en conjunto, pero solo en

Cuadro 1. Rendimientos promedios de 26 huertos de nogales estudiados por INIA Intihuasi desde la región de Coquimbo a la de O'Higgins.

Provincia	Variedad	Rendimiento kilos/hectárea				Reducción
		2017	2018	2019	2020	respecto a 2019 (%)
Limarí	Serr	2.814	3.379	2.994	2.395	-20
	Chandler	2.286	2.965	3.000	2.465	-18
Choapa	Serr	4.659	3.252	4.520	2.026	-55
	Chandler	2.767	3.100	2.650	2.680	1
Aconcagua	Serr	4.453	3.057	3.340	1.288	-61
	Chandler	1.029	3.356	3.180	3.063	-4
Maipo	Serr	4.000	4.000	3.000	1.468	-51
	Chandler	5.000	5.000	5.000	2.558	-49
O'Higgins	Serr	4.200	2.300	2.200	1.000	-55
	Chandler	7.500	7.500	7.100	5.400	-24
Promedio	Serr	3.601	3.318	3.484	2.093	-40
	Chandler	2.452	3.406	3.237	2.710	-16

Cuadro 2. Ensayo de déficit hídrico 2019-2020 (m³/ha).

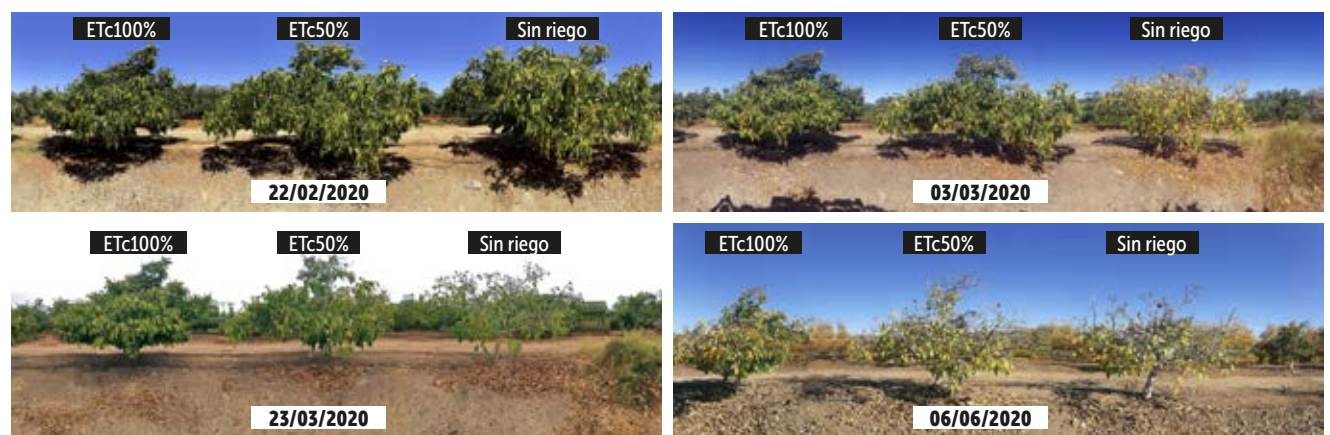
Mes	Agua aplicada Cabrería (Monte Patria)				Agua aplicada Infiernillo (Ovalle)			
	T1 Etc 100% TT	T2 Etc 65% EC	T3 Etc 120% EC	T4 Etc 120% TT	T1 Etc 100% TT	T2 Etc 65% EC	T3 Etc 120% EC	T4 Etc 120% TT
Ago-19	343	343	343	419	145	145	145	177
Sep-19	411	411	411	503	817	817	817	993
Oct-19	1.028	1.028	1.028	1.257	1.362	1.362	1.362	1.655
Nov-19	1.319	1.319	1.319	1.613	1.035	1.035	1.035	1.258
Dic-19	1.714	1.714	1.714	2.094	1.634	1.634	1.634	1.986
Ene-20	1.285	1.057	1.428	1.561	1.089	897	1.207	1.324
Feb-20	1.257	828	1.542	1.542	1.089	705	1.324	1.324
Mar-20	381	248	476	476	926	599	1.126	1.126
Abr-20	381	248	476	476	363	235	441	441
Total	8.119	7.195	8.737	9.941	8.461	7.429	9.091	10.286

TT: toda la temporada. EC: desde endurecimiento de cáscara.

el huerto de menor vigor. En cuanto al rendimiento de pulpa, este nunca descendió del 55%. Los tratamientos de déficit hídrico aplicados mejoraron el rendimiento de color Extra light, mientras las plantas que tuvieron el 100% de la demanda hídrica presentaron colores más oscuros de pulpa. Lo que sí se vio afectado fue el calibre al tercer año de someter las plantas al déficit hídrico con una reducción del 35% de las tasas de riego. Teniendo en cuenta que el mercado exige tamaños sobre 32 mm, se decidió cambiar el diseño de los tratamientos en ensayos posteriores, aplicando el déficit hídrico una vez que las plantas lograron el calibre final.

MANEJO DEL RIEGO PERMITE AHORRAR DEL ORDEN DE MIL METROS CÚBICOS

En efecto, se desarrolló un nuevo ensayo entre 2017 y 2020, en el cual el déficit hídrico se aplicó desde enero en adelante, es decir cuando el calibre ya estaba definido. Además, se estudió el efecto de aumentar en un 20% el agua con respecto al testigo. Se efectuaron cuatro tratamientos en huertos ubicados en Ovalle y Chillipín (Salamanca): T1 (testigo) reposición del 100% de la evapotranspi-



Fotos 1, 2, 3 y 4. Efecto sobre nogales de distintas tasas de riego aplicadas desde el 19 de enero en adelante.

www.protekta.cl

Algefert fertilizante

Fortaleza y Nutrición

www.biorizon.es

Tecnología que da frutos

PROTEKTA
Lider en Agrotexiles y sistemas de Cultivo

Biorizon biotech
EMPRESA ESPAÑOLA - ALMERÍA

BIOESMULANTES
Algefert

Algefert es el abono natural más efectivo del mercado basado en microalgas.

La **Spirulina** es el secreto de **Algefert**. Esta microalga contiene una elevada concentración de aminoácidos, polisacáridos, fitohormonas, oligoelementos y antioxidantes, lo que la convierte en el complemento biológico por excelencia.

Recomendado para:
El uso está especialmente recomendado para:

- Crecimiento y engorde de los frutos.
- Mayor rapidez en el enraizamiento de los cultivos.
- Potenciación de los colores naturales de los frutos.
- Calibre y maduración homogénea.
- Mejora de la resistencia de la planta frente a plagas, estrés térmico, y enfermedades.

CASA MATRIZ • LA CORDILLERA N°21 • LAMPA • SANTIAGO

COTIZA TUS PRODUCTOS EN VENTAS@PROTEKTA.CL ☎ 2 2952 7966

Cuadro 3. Efectos cuantitativos sobre la fruta de la variedad Serr de distintas tasas de riego aplicadas desde el 19 de enero en adelante.

Categoría análisis externo	Sin riego	ETc 50%	ETc 100%
	%	%	%
Frutos sin mancha	30,2	95,0	100,0
Frutos mancha leve pelón (< 30%)	52,4	3,3	0,0
Fruto mancha grave pelón (> 31%)	5,6	0,0	0,0
Nueces casco abierto	5,6	1,7	0,0
Nueces sin posibilidad de retiro de pelón	6,3	0,0	0,0
< 28mm	0,0	0,0	0,0
28-30 mm	0,0	0,0	0,0
30-32 mm	3,4	3,9	6,7
32-34 mm	4,6	5,1	5,5
34-36 mm	55,0	52,6	51,6
> 36 mm	37,7	38,4	36,2
Color pulpa nueces sin daño externo			
Extra light	12,3	65,7	73,3
Light	22,8	12,0	18,4
Ámbar light	41,6	8,9	7,2
Ámbar	11,3	7,7	0,0
Deshidratada	12,0	5,7	1,1
Rendimiento de pulpa	45,1	51,9	56,8
Peso fruto (g)			
Nueces sin daño cáscara	10,7	11,3	13,3
Nueces daño < 30% cáscara	10,4	11,6	0,0
Nueces daño > 31% cáscara	10,4	-	-
Nueces casco abierto	9,7	-	-
Rendimiento kg/ha	1.809	2.740	3.450

ración (ETc) durante toda la temporada; en el T2, se redujo al 65% desde enero en adelante; el T3 se sobrerregó, aplicando un 120% de la ETc, desde enero en adelante, y el T4 también un 120% de reposición, pero durante toda la temporada. La demanda hídrica a reponer se definió a partir de la evapotranspiración informada por las estaciones meteorológicas y a través del coeficiente de cultivo definido por el índice de vegetación obtenido en la plataforma PLAS. La frecuencia de riego se determinó con los datos de sensores de humedad de suelo y midiendo potencial hídrico a través de la bomba de Scholander.

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento de kilos por planta en ninguno de los tratamientos ni localidades. Tampoco hubo variación estadística en peso de nuez y el rendimiento de mariposa. El riego deficitario no mostró diferencias respecto del testigo en rendimiento de pulpa

o en calibre. Sí se observó una mejora en los rendimientos de colores claros de la nuez (Extra light y Light) en el tratamiento con riego deficitario. A la vista de los resultados, no se justifica la opción de reponer un 120% de la evapotranspiración, en ninguno de los estados fenológicos, ya que el sobrerriego no mejora el rendimiento ni la calidad de la fruta.

Como se aprecia en el cuadro 2 (página 33), en la temporada 2019/20 el riego deficitario controlado significó un ahorro del orden de 1.000 m³, lo que puede ser un manejo a implementar en aquellos periodos donde el recurso hídrico es escaso.

¿Y QUÉ PASA SI SE DEJA DE REGAR POR COMPLETO DESPUÉS DE ALCANZADO EL CALIBRE?

En otro ensayo (Illapel) se sometió a nogales de la variedad Serr a un déficit hídrico extremo para medir su efecto. En el T1 el árbol recibió el 100% de re-

Cuadro 4. Efectos cuantitativos sobre la fruta de la variedad Chandler de distintas tasas de riego aplicadas desde el 19 de enero en adelante.

Categoría análisis externo	ETc 50%	ETc 100%
	%	%
Frutos sin mancha	95,8	100,0
Frutos mancha leve pelón (< 30%)	3,1	0,0
Fruto mancha grave pelón (> 31%)	0,0	0,0
Nueces casco abierto	0,0	0,0
Nueces sin posibilidad de retiro de pelón	1,1	0,0
< 28mm	0,6 a	0,0 a
28-30 mm	2,7 a	0,0 b
30-32 mm	7,8 a	5,7 a
32-34 mm	13,7 a	14,8 a
34-36 mm	48,1 a	52,9 a
> 36 mm	27,1 a	26,6 a
Color pulpa nueces sin daño externo		
Extra light	91,8 a	92,3 a
Light	1,0 a	6,0 b
Ámbar light	0,0	0,0
Ámbar	0,0	0,0
Deshidratada leve	6,5 a	1,7 b
Deshidratada grave	0,8 a	0,0 b
Rendimiento de pulpa	44,9 a	50,2 b
Peso fruto g	10,9 a	13,4 b
Rendimiento kg/ha	2.488 a	2.720 a

Letras distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$)

posición de la evapotranspiración, en el T2 se disminuyó la reposición al 50% a partir del 19 de enero, y en el T3 se dejó de regar las plantas desde esa misma fecha. Las fotos 1, 2, 3 y 4 (página 33), muestran la evolución de los nogales. El 3 de marzo las plantas sin riego habían perdido el 50% de su follaje. 20 días más tarde solo restaba el 40% de las hojas, prácticamente todas senescentes.

Giovanni Lobos indica que, como consecuencia de esta condición provocada por el déficit hídrico severo, una fertilización de precosecha no tendrá ningún efecto porque el nogal no será capaz de absorber la nutrición.

Las frutas sufrieron un fuerte daño de golpe de sol y muchas cayeron al suelo con el pelón adherido, sin poder darle salida comercial (foto 5). El cuadro 3 muestra los efectos sobre los frutos en términos cuantitativos.

Un ensayo similar, aunque reduciendo el riego solo hasta el 50% se efectuó en Chandler (Illapel). En este caso se encontraron diferencias significativas en el



Foto 7. Mariposas de nuez Chandler con riego al 50%.

peso del fruto y un porcentaje importante de nuez deshidratada (cuadro 4).

RECOMENDACIONES IMPORTANTES A PARTIR DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

En síntesis, señala Giovanni Lobos que el déficit hídrico puede aplicarse solo a la variedad Serr, una vez que la fruta ha definido su calibre para no afectar esta variable, lo que ocurre desde enero en adelante. Cuando se enfrenta una disponibilidad hídrica baja, la disminución puede llevarse a tasas de un 15 a 30%. El apoyo de sensores de humedad es muy útil para hacer los riegos, en lo posible una vez que se ha agotado el 30% de la humedad a capacidad de campo, trabajando con un potencial hídrico de hasta 9 bar (-0,9 Mpca). Los datos de evapotranspiración del cultivo se pueden revisar en el portal de agrometeorología del INIA y obtener las curvas de coeficiente de cultivo en la Plataforma Agrícola Satelital PLAS.

Si las lluvias son escasas, agrega, resulta muy importante regar en invierno (200 mm aproximadamente), agua que permitirá suplir el requerimiento de la planta en sus primeros estados fenológicos y así favorecer un buen crecimiento del fruto, hasta obtener el 100% de calibre de nuez. **Ra**



Fotos 5 y 6. Frutos y mariposas de nogales variedad Serr sin riego desde el 19 de enero en adelante.