



Informe de seguimiento técnico

Nombre del proyecto	“Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática de los Valle de Limarí y Choapa
Código del proyecto	” EST- 2016-026”.
Nº de informe	Final
Período informado	1 de diciembre 2016 al 2 abril 2018
Fecha de entrega	30 abril de 2018



INSTRUCCIONES PARA CONTESTAR Y PRESENTAR EL INFORME

- Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.
- Sobre la información presentada en el informe:
 - Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
 - Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
 - Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
 - Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.
- Sobre los anexos del informe:
 - Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, **especialmente a nivel de los resultados alcanzados**.
 - Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
 - También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información
- Sobre la presentación a FIA del informe:
 - Se deben entregar tres copias iguales, dos en papel y una digital en formato Word (CD o pendrive).
 - La fecha de presentación debe ser la establecida en el Plan Operativo del proyecto, en la sección detalle administrativo. El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 2 por mil del último aporte cancelado.
 - Debe entregarse en las oficinas de FIA, personalmente o por correo. En este último caso, la fecha válida es la de ingreso a FIA, no la fecha de envío de la correspondencia.

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES	4
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO	4
3.	RESUMEN DEL PERÍODO	5
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	6
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).....	6
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE)	7
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS	15
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO.....	15
9.	METODO.....	16
10.	HITOS CRÍTICOS DEL PERÍODO.....	16
11.	CAMBIOS EN EL ENTORNO	17
11.	DIFUSIÓN.....	17
12.	CONCLUSIONES	17
13.	PROGRAMA PROXIMO PERIODO.....	19
14.	ANEXOS.....	19

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre Ejecutor:	INIA
Nombre(s) Asociado(s):	Nueces del Choapa
Coordinador del Proyecto:	Angélica Salvatierra
Regiones de ejecución:	Coquimbo
Fecha de inicio iniciativa:	1 de agosto 2016
Fecha término Iniciativa:	31 de julio 2017 extensión a 2 de abril de 2018

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto			
Aporte total FIA			
Aporte Contraparte	Pecuniario		
	No Pecuniario		
	Total		

Acumulados a la Fecha		Monto (\$)
Aportes FIA del proyecto		
1. Aportes entregados	Primer aporte	
	Segundo aporte	
	Tercer aporte	
	Cuarto aporte	
	n aportes	
2. Total de aportes FIA entregados (suma N°1)		
3. Total de aportes FIA gastados		
4. Saldo real disponible (N°2 – N°3) de aportes FIA		
Aportes Contraparte del proyecto		
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario	
	No Pecuniario	
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario	
	No Pecuniario	
3. Saldo real disponible (N°1 – N°2) de aportes Contraparte	Pecuniario	
	No Pecuniario	

2.1 Saldo real disponible en el proyecto

Indique si el saldo real disponible, señalado en el cuadro anterior, es igual al saldo en el Sistema de Declaración de Gastos en Línea (SDGL):

SI	X
NO	

2.2 Diferencia entre el saldo real disponible y lo ingresado en el SDGL

En el caso de que existan diferencias, explique las razones.

3. RESUMEN DEL PERÍODO

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos en el período. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

El potencial de rendimiento del nogal no solo se afectaría por la escasez de agua de riego sino también por las altas temperaturas, baja humedad relativa y la ausencia (o escasez) de lluvias invernales. Esta fue la hipótesis que se planteó este estudio.

Las condiciones hídricas restrictivas en la zona norte, específicamente en la región de Coquimbo, es una realidad que se mantendrá en el futuro. Por tanto, se deberán modificar los protocolos para mantener una producción sustentable. Para ello, se establecieron los parámetros fisiológicos, de plantas de nogales sometidas a estrés hídrico en un ambiente adverso, durante 2 temporadas 2016 y 2017. Amas temporadas fueron contrastantes en condiciones climática lo que pudiendo establecer un rango de asimilación de CO₂, entre 9 y 20 $\mu\text{mol de CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, siendo el valor menor para condiciones de temperatura sobre 35 C y de DPV mayor a 3,5 kPa. Al contrario, con mejor estado hídrico, lluvias invernales y mayor disponibilidad de agua de riego, junto con temperaturas moderadas entre 25 y 30 C y DPV menor a 3,5 kPa. Las plantas con menor tasa de riego, tienen un menor potencial xilemático acercándose al límite de -1,2 Mpa, que se observó en la temporada 2016 y que ocurrió en momento de inducción floral. En cuanto al rendimiento en la segunda temporada se observó un rendimiento 30 % menos que el tratamiento con mayor volumen comparado con el historial del campo. Esto puede deberse a la baja tasa fotosintética y de acumulación de carbohidratos. De acuerdo a los resultados de la última temporada en cuanto al comportamiento fisiológico, potencial xilemático de -0.6 a -0.8 Mpa, asimilación de CO₂ entre 15 y 20 mol m⁻²s⁻¹, la planta debiese tener un mayor potencial productivo para la siguiente temporada siempre y cuando no se provoque un estrés hídrico y se aplique las practicas agronómicas adecuadas para tener una buena cuaja.

La prolina, bajo las condiciones de ensayo, tiene igual contenido en ambos tratamientos, que concuerda con los potenciales xilemáticos fuera de rango de estrés hídrico,

indicando no estrés.

En cuanto a golpe de sol, en la temporada 2016, se detectó un 10 % de daño extremo y que se comienza a visualizar a partir del mes de febrero. Con las 3 aplicaciones que se hicieron de 3 productos comerciales, no se visualizó una diferencia estadística entre ellos. En la segunda temporada si bien se amplió el número de aplicaciones, y se probaron 3 productos, no se visualizó el daño ya que no hubo condiciones predisponentes para ello.

Estos resultados fueron dados a conocer en el congreso agronómico y charlas en días de campo o seminario. Sin embargo, es necesario que estos resultados se traduzcan en prácticas agronómicas concretas y pensamos que se debe iniciar una línea de trabajo en innovar en sistemas de conducción para que sea posible, en el caso que sea necesario, proteger de condiciones muy adversas que impida un buen funcionamiento fisiológico y de producción de nueces.

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Determinar parámetros fisiológicos, de plantas de nogales sometidas a estrés por factores abióticos que influyen sobre la calidad de la nuez y el grado de susceptibilidad al daño por golpe de sol para implementar futuras estrategias de mitigación.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance a la fecha
1	Establecer los efectos fisiológicos, de plantas de nogal con riego deficitario versus con riego 100%ETc, que influyen sobre la calidad de la nuez.	100
2	Caracterizar y evaluar la susceptibilidad al daño de sol en arboles sometidos a tasas de riego reducidas versus plantas control (100% ETc) mediante uso de bloqueadores solares comerciales.	100
3	Difundir información relevante al sector productivo y generar proyectos.	100

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

6.1 Cuantificación del avance de los RE a la fecha

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
1	1	Comportamiento o fisiológico caracterizado de plantas estresadas versus plantas bien irrigadas	Potencial hídrico xilemático	Mpa en plantas con estrés y sin estrés hídrico	-1.2 Mpa en plantas estresadas 0.6 - -0.9 Mpa en plantas sin estrés	El potencial xilemático de plantas con menor tasa de riego es menor a las plantas con mayor tasa, sin embargo, en ambas temporadas las plantas estresadas alcanzan -1.2 Mpa en determinados momentos	Marzo 2018	100
1	2		Tasa fotosintética a diferentes tasas de riego.	$\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$		Menor a $9 \mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en ambientes desfavorables temperaturas sobre 35°C , DPV sobre 3.5 kPa y suelo con humedad bajo la CC. En condiciones moderadas de temperatura $25\text{-}30^\circ\text{C}$ y DPV entre 2 y 3,5 kPa, la tasa fotosintética promedio es de $17 \mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Marzo 2018	100

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)

Los parámetros fisiológicos evaluados durante dos temporadas muy diferentes entre sí, permitieron establecer el rango de asimilación de CO_2 y de potencial xilemático. Durante la temporada 2016-2017, en El Barraco de verano con días sobre 37°C y con déficit de presión de vapor sobre 6 kPa, la asimilación máxima fue de $9 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para ambos tratamientos de riego, mientras que, en zonas con influencia costera, El Infiernillo norte, fue de 15 para árboles con 100 % Etc y de 12 para los de 69% Etc. La conductancia estomática restringida, cierre de estomas, menor de $0,2 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
1	1	Comportamiento o fisiológico caracterizado de plantas estresadas versus plantas bien irrigadas	Potencial hídrico xilemático	Mpa en plantas con estrés y sin estrés hídrico	-1.2 Mpa en plantas estresadas 0.6 - -0.9 Mpa en plantas sin estrés	El potencial xilemático de plantas con menor tasa de riego es menor a las plantas con mayor tasa, sin embargo, en ambas temporadas las plantas estresadas alcanzan -1.2 Mpa en determinados momentos	Marzo 2018	100
1	2		Tasa fotosintética a diferentes tasas de riego.	$\mu\text{mol de CO}_2 * \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$		Menor a 9 $\mu\text{mol de CO}_2 * \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en ambientes desfavorables temperaturas sobre 35° C, DPV sobre 3.5 kPa y suelo con humedad bajo la CC. En condiciones moderadas de temperatura 25-30°C y DPV entre 2 y 3,5 kPa, la tasa fotosintética promedio es de 17 $\mu\text{mol de CO}_2 * \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Marzo 2018	100

se produce cuando el DPV del aire es menor a 3 Kpa. Con respecto a potencial xilemático, en plantas con menos tasa de riego, los momentos de evaluación estaban por sobre -1,2 Mpa y sólo en momentos puntuales, pero críticos por la inducción floral, estuvo en ambos tratamientos en valores de -1,2 Mpa. También se puede decir que la asimilación de CO2 después de las 11 h, disminuye y que en febrero es el mes de mayor asimilación de CO2, Si embargo en la siguiente temporada 2017-2018, cuando se tuvo una mejor condición hídrica de suelos (lluvias invernales sobre 200 mm) la primavera verano fue menos calurosa máximo 28 C, y el potencial xilemático se mantuvo entre -0,6 y - 0,8 Mpa, la asimilación de CO2 alcanzo valores de 20 y no hubo diferencias entre las plantas sometidas a las dos tasas de riego. La condición climática expresada como DVP menor a 3 es ideal para que las plantas alcancen su potencial fotosintético.

En este ensayo se instalaron mallas protectoras de golpe de sol, con el objeto de evaluar si

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
1	1	Comportamiento o fisiológico caracterizado de plantas estresadas versus plantas bien irrigadas	Potencial hídrico xilemático	Mpa en plantas con estrés y sin estrés hídrico	-1.2 Mpa en plantas estresadas 0.6 - -0.9 Mpa en plantas sin estrés	El potencial xilemático de plantas con menor tasa de riego es menor a las plantas con mayor tasa, sin embargo, en ambas temporadas las plantas estresadas alcanzan -1.2 Mpa en determinados momentos	Marzo 2018	100
1	2		Tasa fotosintética a diferentes tasas de riego.	$\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$		Menor a 9 $\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en ambientes desfavorables temperaturas sobre 35° C, DPV sobre 3.5 kPa y suelo con humedad bajo la CC. En condiciones moderadas de temperatura 25-30°C y DPV entre 2 y 3,5 kPa, la tasa fotosintética promedio es de 17 $\mu\text{mol de CO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	Marzo 2018	100

esta práctica mejora la capacidad fotosintética de los árboles sometidos a las distintas tasas de riego. La malla usada, recomendada para manzanos, disminuyó la radiación y afectó negativamente la asimilación de CO₂, no obstante, disminuyó la temperatura de hoja. Estos resultados son preliminares y debería ser motivo de otro proyecto en búsqueda de dar mejor condición para que los árboles de nogales expresen su potencial fisiológico.

Anexo 1. Ensayos de riego y evaluaciones realizadas

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
1	3	Comportamiento o fisiológico caracterizado de plantas estresadas versus plantas bien irrigadas	Contenido de prolina y almidón			Raíces: Almidón 30-40 mg/g PF Prolina: 5-6 mg/g PF Hojas Prolina 12-2 mg/g PF No se ve relación con tasa restringida de riego	Marzo de 2018	100 %

Existen antecedentes que la prolina aumenta en la medida que el estrés hídrico lo hace. No obstante, bajo las condiciones de ensayo la prolina no se vio asociada a la menor tasa de riego, indicando que la condición hídrica no sería restrictiva como para causar ese efecto. Es importante hacer notar que el contenido de prolina y de carbohidratos es mayor en el inicio de la temporada.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
1	4	Comportamiento o fisiológico caracterizado de plantas estresadas versus plantas bien irrigadas	producción	Árbol estresado/ no estresado (El Infiernillo Norte)	0.8	Temporada 2016-2017 = (6094kg/ha/6023 kg/ha) = 1 Temporada 2017-2018 =3186 kg/4094ha/ kg/ha = 0,77	Marzo 2018	100

N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
	5			Kg/m3 de agua (El Infiernillo o Norte)	0,88-1.16	Temporada a 2016-2017 Trat. S 1,34 Trat W 0,91 Temporada a 2017-2018 Trat. S 0,58 Trat. W 0,52	Marzo 2018	100

Se toma como indicador la producción obtenida en el Infiernillo norte, de O valle, puesto que se evaluaron fisiológicamente en las dos temporadas.

Durante le 2016-2017, entre ambos tratamientos no hubo diferencias en la producción ni en la caída de la fruta.

Los resultados obtenidos de disminución de rendimiento, podría explicarse como el efecto de una sequía y restricción hídrica de arrastre y la caída de casi el 50 % de lo que se venía cosechando, durante la temporada 2017-2018, por problemas en manejo agronómico de agricultores y por las condiciones adversas de la temporada anterior que debe haber afectado la inducción floral.

Par la próxima temporada si el agricultor aplica el manejo agronómico (cianamida y retain) en momento oportuno el potencial de rendimiento debiera ser mayor.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
2	1	Cuantificación del daño por golpe de sol en condiciones de campo	Tipos e intensidad de golpe de sol cuantificado	(frutos con daño según tipo - frutos totales) /100.	Indiferenciado	Las plantas control tienen un 10 % de frutos con golpe de sol severo. Solo un 26 % de frutos sin ningún tipo de daño, evaluación de temporada 2016-2017. La siguiente temporada no se registra daño por golpe de sol debido a las condiciones climáticas % de fruta con tipo de golpe de sol diferenciado	Marzo 2018	100
	2		Disminución de pérdida	10-20 %	Igual o menor a 5 %	Uno de los productos evaluados disminuye a 3 %. Esto debe ser evaluado en otras condiciones. Se realizó otro ensayo pero no se dan las condiciones predisponentes durante el 2017	Abril 2017	100

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)

Se hicieron las aplicaciones según el programa de los bloqueadores comerciales y se llevó un registro de intensidad de golpe de sol según observación visual de las dos caras expuestas al sol, este y oeste. Su condición hídrica era adecuada con valores de potencial xilemático sobre -0.9 Mpa. La intensidad de golpe de sol máxima (nivel 4) se hace evidente a partir de febrero marzo y se consigue disminuir a un 3 %, pero considerando el árbol en su totalidad, el golpe de sol severo está por bajo el 10 %.

La primera temporada no arrojó datos concluyentes por lo cual se decidió repetir el ensayo con 3 protectores solares, sin embargo, las condiciones climáticas fueron moderadas por lo cual no se observó daño por sol y, la evaluación de cosecha está en proceso a la fecha de este informe.

A la fecha, se tiene un abanico de protectores solares, se estima que las aplicaciones podrían ser menos que lo que indican las fichas técnicas, pero, en esta última temporada no se pudo

N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
2	1	Cuantificación del daño por golpe de sol en condiciones de campo	Tipos e intensidad de golpe de sol cuantificado	(frutos con daño según tipo - frutos totales) /100.	Indiferenciado	Las plantas control tienen un 10 % de frutos con golpe de sol severo. Solo un 26 % de frutos sin ningún tipo de daño, evaluación de temporada 2016-2017. La siguiente temporada no se registra daño por golpe de sol debido a las condiciones climáticas % de fruta con tipo de golpe de sol diferenciado	Marzo 2018	100
	2		Disminución de pérdida	10-20 %	Igual o menor a 5 %	Uno de los productos evaluados disminuye a 3 %. Esto debe ser evaluado en otras condiciones. Se realizó otro ensayo pero no se dan las condiciones predisponentes durante el 2017	Abril 2017	100

evaluar el efecto de cada uno de ellos. Es necesario repetir el ensayo en varias temporadas y ampliar las localidades de evaluación.

Anexo 2. Ensayos de protectores solares

N° OE	N° RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)					% de avance a la fecha
			Nombre del indicador	Fórmula de cálculo	Estado actual del indicador	Meta del indicador (situación final)	Fecha alcance meta	
3	1	Proyecto formulado	proyecto			1	Marzo 2018	100
<p>Se postula proyecto a FIA, en concurso 2017: <i>Estrategias de manejo agronómico del nogal para reducir los impactos ambientales y favorecer la calidad y productividad de la nuez en la región de Coquimbo</i>, "FIA - Proyectos de Innovación Convocatoria Nacional Temática 2017 "Adaptación al cambio climático a través de una agricultura sustentable"". PYT 2018-0072, la cual no fue admitida por falta de antecedentes administrativos.</p>								

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS.

Especificar los cambios y/o problemas en el desarrollo del proyecto durante el período informado (Legales, Técnicos, Administrativos, Gestión).

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Temporada con clima moderado	No se puede determinar efecto de golpe de sol en la segunda temporada	No se puede hacer ajuste ya que proyecto llega a término
Uso de malla como protector	Mitigar el golpe de sol	Se puso mallas sobre ramas y se evaluó parámetros fisiológicos.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO.

8.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas en el período del informe.

Registro de fenologías
Evaluación parámetros de estado hídrico de las plantas y de suelo.
Medición de parámetros de fotosíntesis.
Realización de 2 ensayos de aplicación de protectores solares
Participación en charlas y seminarios dando a conocer los resultados

8.2 Actividades programadas y no realizadas en el período del informe.

Se cumple con el programa

8.3 Actividades programadas para otros períodos y realizadas en el período del informe.

No

8.4 Actividades no programadas y realizadas en el período del informe.

No hay

Nota: En el caso de asesorías técnicas o consultorías hechas al proyecto y completadas durante el período, se deben adjuntar el o los informe(s) recibidos en relación con dichas asesorías.

9. METODO.

- Descripción general del método utilizado. Anexo 1 y Anexo 2
- Principales problemas metodológicos enfrentados.
No se detectaron problemas metodológicos
- Adaptaciones o modificaciones introducidas.
No se hicieron modificaciones

10. HITOS CRÍTICOS DEL PERÍODO.

Evaluaciones fisiológicas realizadas en condiciones de campo para los distintos tratamientos de riego.

Este hito se cumple en un 100 %, las evaluaciones fisiológicas, fotosíntesis, potencial xilemático se presentan en anexo 1. También la determinación de almidón y prolina y la productividad del agua.

Evaluaciones de cosecha realizadas en condiciones de campo para los distintos tratamientos de riego.

Se cumplen en ambas temporadas, a excepción de ensayo de bloqueadores solares de la temporada 2017-2018, que está en proceso de cosecha y secado de nueces.

Cuantificación del daño por golpe de sol en condiciones de campo

Se realizó una observación visual de las distintas intensidades de golpe de sol, incluyendo también observaciones en la parte interna. Se cuantifica el daño en la temporada 2'16-2'10. Pero los datos no son concluyentes y se repite el ensayo en la temporada siguiente. Sin embargo, no hubo condiciones predisponentes para el golpe de sol.

Evaluaciones de protectores físicos (mallas)

Se realizan mediciones en ramas bajo malla usada en manzanos, como protectores de golpe de sol. El proyecto que se postuló se basa en la hipótesis de que árboles bajo una cubierta física, mallas, pueden tener condiciones más favorables para su desarrollo y producción, no obstante, para ello se debe evaluar sistemas de conducción y poda diferentes de manera de disminuir la altura de los árboles.

10.1 En caso de hitos críticos no cumplidos en el período, explique las razones y entregue una propuesta de ajuste y solución en el corto plazo.

CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si han existido cambios en el entorno que afecten el proyecto en los ámbitos **tecnológico, de mercado, normativo y otros.**

No hay cambios en el entorno

11. DIFUSIÓN

11.1. Describa las actividades de difusión programadas durante el período:

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	N° participantes	Documentación Generada
30 de Noviembre de 2016	Llimpo,	Día de campo	23	Uso de protectores solares para evitar golpe de sol en nogales
26 julio de 2017	Montepatria	Seminario	53	presentación
27 diciembre 2017	Predio Sergio Torres Ovalle	Día de campo	13	presentación
25 de Enero de 2018	Salamanca	seminario	61	presentación
Octubre de 2017	La Serena	Congreso agronómico		Resumen y presentación oral

*Debe adjuntar en anexos material de difusión generado y listas de participantes

12. CONCLUSIONES

12.1. ¿Considera que los resultados obtenidos hasta la fecha permitirán alcanzar el objetivo general del proyecto?.

La información generada sobre el comportamiento fisiológico complementada con las evaluaciones de productividad, después de terminar la cosecha, permite establecer valores bases para seguir investigando sobre maneras de mitigar las condiciones predisponentes a la deficiencia en el uso del agua y en la asimilación de CO₂ y, consiguiente acumulación de carbohidratos de manera de buscar prácticas de manejo agronómico y, el efecto de bloqueadores solares sobre la mitigación de golpe de sol.

12.2. ¿Considera que el objetivo general del proyecto se cumplirá en los plazos establecidos en el plan operativo?

Se extendió el proyecto para tener una temporada más de evaluaciones fisiológicas, esto fue bueno debido a que la última temporada fue contrastante en condiciones climáticas con la temporada anterior y, permitió ver el potencial de asimilación de CO₂ independiente del riego diferencial, pero que se vio favorecida por una mayor humedad de los suelos dada por las inusuales lluvias invernales (200mm).

Lo mismo pasó con la cuantificación de golpe de sol que los resultados de la temporada 1 no se pudo comparar con los de la siguiente temporada ya que el daño fue prácticamente nulo.

12.3. ¿Ha tenido dificultades o inconvenientes en el desarrollo del proyecto?

No

12.4. ¿Cómo ha sido el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

El equipo técnico de Choapa, Don Giovanni Lobos y Ariadna Veas tiene contacto permanente con los asociados del proyecto, Nueces del Choapa. Las actividades en campo y las evaluaciones se realizaron sin problemas.

12.5. En relación a lo trabajado en el período informado, ¿tiene alguna recomendación para el desarrollo futuro del proyecto?

Se abren líneas de investigación interesantes que podrían en el futuro cercano hacer innovaciones en el cultivo del nogal.

12.6. Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

13. PROGRAMA PRÓXIMO PERÍODO

- Indicar de manera resumida en no más de una página, las acciones y lineamientos de trabajo para el próximo período.
- Actualización de la carta Gantt del proyecto si hay cambios en ella.

Los cambios o acciones distintas a las pactadas en el contrato, requieren de la aprobación previa del FIA y deberán ser consultadas mediante el envío de una carta a la dirección ejecutiva, solicitando la aprobación por parte de ésta. la carta deberá explicar en forma detallada las razones que justifican dichas modificaciones y adjuntar toda la información que justifique los cambios solicitados.

14. ANEXOS

Realice y enumere una lista de documentos adjuntados como anexos.

Anexo 1. Ensayos de riego y evaluaciones realizadas

Anexo 2. Implementación ensayos protectores solares

Anexo 3. Actividades de difusión

Anexo 1. Ensayos de riego y evaluaciones realizadas.

Temporada 2016-2017.

El presente estudio se hace en unidades experimentales de tasas reducidas de riego, implementadas en proyectos anteriores, como se especifica más adelante, cuyo propósito era contribuir a una mayor eficiencia del recurso hídrico en la Región de Coquimbo.

Unidades experimentales de riego.

Las unidades experimentales donde se evaluaron tres tasas de riego, dos de ellas reducidas en un 15% y 35% respectivamente, se implementaron desde el 2013, en parcelas de nogales adultos cv. Serr en las localidades de Barraco (329994,34 E/6470509,35 S) y en Infiernillo Norte (284417,10 E/ 6599857,33 S). La reducción del riego se estimó considerando como testigo la tasa de riego utilizada por el productor, asignando a este valor el 100% de la evapotranspiración de cultivo (ETc) cubierta. Luego, se ajustó según tratamiento el caudal entregado a las plantas modificando los lineales de riego, a través de la incorporación de goteros de 2, 4 y 8 L/h, autocompensados hasta alcanzar la reducción de la tasa según el procedimiento establecido.

En las dos temporadas de evaluación, 2014 y 2015, la productividad no se vio afectada, con las distintas tasas de riego. El color de la nuez, es un factor diferenciador que influye sobre el precio de mercado y, se postula que las altas temperaturas junto a un déficit hídrico, podría afectar el color de la nuez.

Para efectos del estudio, se continuó con el ensayo durante la temporada 2016-2017 y, se evaluaron parámetros fisiológicos que podrían influir en la calidad de nuez y en el golpe de sol en árboles de los tratamientos extremos de los ensayos ya implementados, es decir

100% (W) de la evapotranspiración de cultivo (ETc) y del 69 % (S) y; del 100 y 65 % en Chillepín (El Barraco) y en Ovalle (Infiernillo Norte) respectivamente.

Luego, los tratamientos de riego fueron los siguientes:

➤ El Barraco:

N° plantas/ha: 208

N° goteros/planta: 22

Caudal goteros: 4 L/h

Luego:

-Tratamiento W (ETc 100%): 22 goteros/planta x 4 L/h= 88 L/planta/h.

-Tratamiento S (ETc 65%): (7 goteros/planta x 4 L/h) + (15 goteros/planta x 2 L/h) = 58 L/planta/h.

- CU (%): 0,77

➤ Infiernillo Norte

N° plantas/ha: 178

N° goteros/planta: 27

Caudal goteros: 3,8 L/h

Luego:

--Tratamiento W (ETc 100%): (11 goteros/planta x 8 L/h) + (16 goteros/planta x 3,8 L/h) = 148,8 L/planta/h.

-Tasa de riego convencional T2 (ETc 69%): 27 goteros/planta x 3,8 L/h=102,6 L/planta/h.

-CU: 0,90

En la temporada 2016-2017 el riego se inició, en ambas parcelas, en septiembre de 2016.

Cuadro 1. Horas de riego mensuales. Temporada 2016-2017.

Mes	El Barraco	Infiernillo
	horas	
Septiembre	8	8
Octubre	20	24
Noviembre	40	36
Diciembre	60	45
Enero	60	58
Febrero	60	65
Marzo	56	40
Total	305	276

Cuadro 2. Agua aplicada (m³/ha) en parcela experimental El Barraco y El Infiernillo Norte entre septiembre/16 a marzo/17.

Trat.	El Barraco	Infiernillo
W	4.299	6.575
S	2.794	4.536

Cabe destacar que en el predio de El Barraco el coeficiente de uniformidad (77%) es bajo debido al distinto caudal de emisores existentes en el cuartel por el ensayo previamente establecido.

Al observar la cantidad de agua aplicada/ha se observa que, en El Barraco, si bien son más las horas de riego, la cantidad de agua aplicada es menos, debido a que Barraco tiene 22 goteros/planta y una eficiencia de riego de 75%, mientras que Infiernillo Norte, tiene 27 goteros/planta y una eficiencia de riego de 90%, por lo tanto, el huerto de Ovalle recibe más descarga por hora.

En cuanto a los riegos entregados, estos se determinaron a través de la demanda ambiental sumada al estado fenológico de la planta. Los datos de evapotranspiración se estimaron a través de las estaciones meteorológicas (Eto) y el coeficiente de cultivo a través del índice de vegetación (NVDI). Para ambos tratamientos, presentan una capacidad de campo de 41% y se determinó dar los riegos cuando la humedad del suelo llegue a 28%. La frecuencia de riego ha sido variable, regando entre 7 a 10 días con un tiempo aproximado de 10 horas.

En el caso de Infiernillo Norte, se entregaban las recomendaciones a agricultor para que fueran aplicadas en el campo. No obstante, el aplicaba de acuerdo a su calendarización, y se registraba el caudal de entrega al sitio de ensayo.

Los instrumentos de medición instalados previamente al inicio del estudio en ambas parcelas, fueron:

Humedad de suelo y del aire.

La instalación de los sensores se efectuó en el 2014 en Barraco y en Infiernillo Norte.

Sensores EC-5 Soil Moisture Decagon utilizados para medir contenido de humedad volumétrica (θ) en el suelo. La instalación consistió en insertar tres sensores EC-5 Soil Moisture Decagon bajo gotero en el lineal central de riego, a 30 cm, 60 cm y 90 cm de profundidad. Para ello, se cavaron tres calicatas, una por cada tratamiento, de 90 cm de profundidad. Una vez listas, se instalaron, por calicata, tres sensores EC-5 Decagon en forma horizontal sobre suelo inalterado a las profundidades anteriormente mencionadas y se cubrieron con tierra del perfil excavado que se mantuvo separada en sacos conservando así la homogeneidad del suelo al rellenar nuevamente la calicata. Instalados los sensores, se configuró cada registrador de datos con el programa computacional Data Trac 3, especificando cada una hora el registro de datos.



Figura 1. Instalación de sensores EC-5 Decagon en parcelas experimentales.



Figura 2. Sensor de humedad continúa EC-5 Decagon (izquierda) y registrador de datos EM-5b (derecha).

Registrador de temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%) Keytag H4011206 para el monitoreo de ambas variables, obteniendo de este modo, información climática específica de cada zona donde se establecieron los ensayos. Cada registrador Keytag H4011206 se colocó en una caja protectora, que se ubicó en el centro del huerto, en el espacio generado entre dos plantas en la sobre hilera a 1,50 m sobre el suelo con orientación sur. El registro de lecturas se programó cada una hora y la descarga de éste se realizó semanalmente con el programa computacional Keytag Analyser 2.3 Build 30.



Figura 3. Registrador de temperatura y humedad ambiental Keytag H4011206.



Figura 4. Instalación de registrador Keytag H4011206 en parcela experimental de Barraco (izquierda), e Infiernillo Norte (derecha).

Crecimiento de Tronco y frutos

Dendrómetros de fruto para monitorear el crecimiento diario a través de la contracción y dilatación continua de estos. Para ello se seleccionó un árbol por tratamiento (W y S) y dos frutos por planta, uno con orientación este y el otro, oeste sobre los cuales se dispuso un dendrómetro tipo DF, cuidando que el fruto quedara centrado en el sistema de fijación anti desplazamiento del sensor y que el apriete de los tornillos de sujeción permitiese la correcta lectura de crecimiento ecuatorial de la nuez en estudio, medido en milivoltios (mV). La información generada cada una hora, se almacena en el registrador de datos EM-50 previa programación del software Data Trac 3. Estos instrumentos se instalaron en El Barraco, el 14 de octubre de 2016 hasta fines de crecimiento de fruto.



Figura 5. Armado de dendrómetro de fruto tipo DF en terreno (izquierda). Medición con pie de metro de cada uno de los frutos a evaluar, previa instalación de dendrómetro de fruto en parcela experimental de Barraco, comuna de Salamanca (derecha).



Figura 6. Instalación de dendrómetro de fruto en nogal (izquierda). Vista general de dendrómetro de fruto ya instalado (derecha).

Dendrómetro de tronco, en El Barraco, durante la temporada 2014-2015 se instaló un sensor dendrómetro tipo DD-L en el tronco de una planta bajo régimen de riego convencional (T1 ETc 100%) con el objeto de cuantificar durante toda la temporada el estado hídrico de la planta y la tasa de crecimiento a través de las micro variaciones diarias que el tronco sufre de forma irreversible debido al crecimiento celular y reversibles, causada por las diferencias en el contenido de agua del tronco, de este modo, cuando la transpiración fue elevada, se produjo una fase de reducción o contracción del diámetro, mientras que por las noches se generó un periodo de rehidratación y crecimiento, siendo ambos ciclos registrados y graficados por el programa Data Trac 3. Por otra parte, el 15 de diciembre de 2015, se instaló un segundo dendrómetro de tronco a través del proyecto FIC-R 2015 "Transferencia Tecnológica en Agronomía del Riego y Fortalecimiento de

Frutales con Bajo Requerimiento Hídrico para la Agricultura Familiar Campesina Regional” en un árbol perteneciente a la tasa ETc 65%, de este modo, se pudo comparar tasa de crecimiento, curva de crecimiento, variación del diámetro y contracción del tronco bajo dos regímenes hídricos. Asimismo, se instaló en Infiernillo Norte un dendrómetro el 8 de enero de 2016.

Todos estos equipos ya instalados contribuyeron a la recopilación de información para determinar periodos de crecimiento.

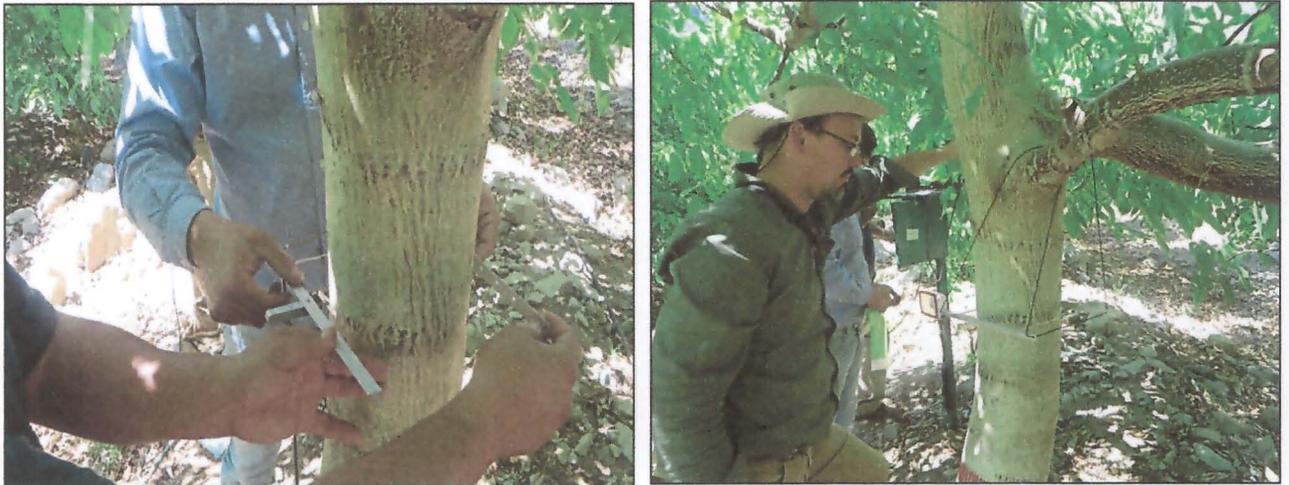


Figura 7. Instalación de dendrómetro de tronco DD-L (izquierda). Vista general de dendrómetro de tronco DD-L ya instalado (derecha).

Descripción de perfiles modales de parcelas demostrativas

Sitio: Infiernillo Norte, Punitaqui (30° 42' 53" S 71° 15' 4" O)

Agricultor: Francisco González

Altitud: 270 msnm

Información general del sitio de muestreo. Suelo modificado. De los 40 cm hacia abajo pertenece a un suelo de origen aluvial. Y de los 40 cm hacia arriba, corresponde a un suelo granítico de precordillera, trasladado mecánicamente por el propietario del campo. No se aprecian problemas por la capa freática. En general el cultivo tiene un buen desarrollo.



Figura 8. Condición del cultivo en la parcela de Infiernillo Norte, Ovalle.

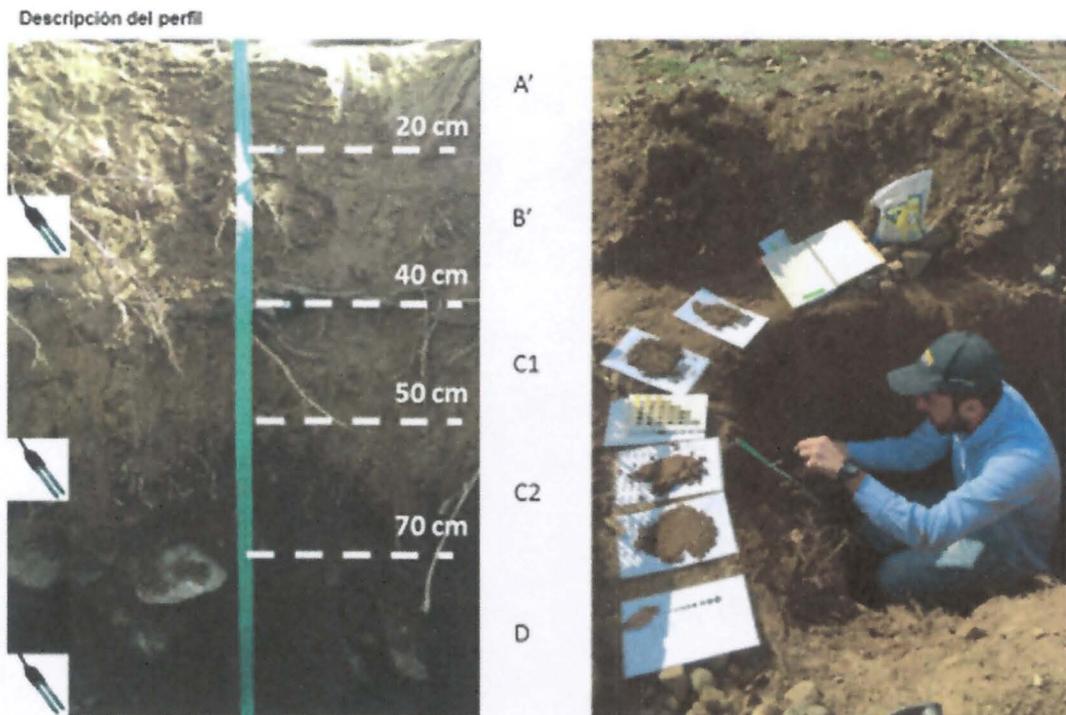


Figura 9. Descripción visual estratas del suelo y sus características.

Sitio: Chillepín, Salamanca (31°53'20" S 70°47'47" O).

Agricultor: Centro Experimental Choapa – INIA Intihuasi, Parcela El Barraco

Altitud: 784 msnm

Información general del sitio de muestreo. Suelo franco, de origen coluvial, constituido por materiales sueltos y heterogéneos de suelo o fragmentos de roca, depositados por desprendimiento de murallones, lavados de lluvia, ruptura o deslizamiento (zona de remoción de masas o de tránsito). Estructura granular simple; Pedregosidad elevada, ocasionando problemas de penetración radical en el perfil, limitando altamente la capacidad de almacenaje de agua del perfil, lo que ocasiona problemas de sequía fisiológica u osmótica en periodo de alta demanda atmosférica; En el perfil se distingue una buena distribución de las raíces, apareciendo raíces absorbentes y estructurales de manera homogénea a lo largo y ancho del perfil, estableciéndose concentración en los primeros 60 cm. No se aprecian problemas por la capa freática.

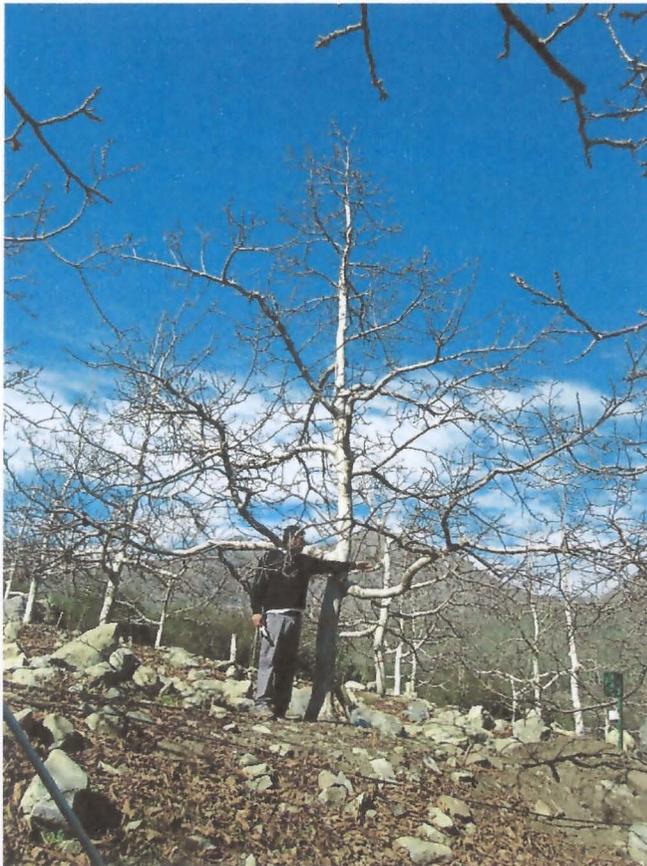


Figura 10. Condición del cultivo de Nogal en parcela de El Barraco.

Evaluaciones fisiológicas realizadas en Infiernillo Norte, ensayo de riego

Potencial xilemático

Como una manera de establecer el estado hídrico de las plantas (Ferreyra, 2001), se realizaron mediciones de potencial xilemático, evaluando hojas previamente envueltas, y sometiénolas a presión con una bomba scholander. Estas mediciones se hicieron a mediodía, en 2 hojas por árbol con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos.

Intercambio gaseoso en hojas

Parámetros de Fotosíntesis, conductancia estomática, temperatura de hoja y CO₂ interno se cuantificaron mediante mediciones en hojas expuestas al sol en dos lados del árbol, realizadas una vez al mes desde octubre a marzo. Para ello se usó un equipo portable LICOR 6400 XT de propiedad de INIA-Intihuasi.

Durante la temporada 2016-2017, se evaluó desde las 9 horas hasta las 15 horas, de manera de caracterizar el comportamiento diario de los árboles sometidos a los tratamientos de riego, entre los meses de diciembre a marzo.

Todas las mediciones se hicieron en duplicado por árbol con un n= 9, para los tratamientos de 100 % y 65 % ETc en hojas expuestas a la luz. La metodología usada es la propuesta por Rosati et al. 2006

Contenido de carbohidratos y prolina

A nivel de raíces, durante el invierno del 2017, y en hojas durante el verano de temporada 2017-2018, se determinó el contenido de almidón y azúcares solubles. También se cuantificó el contenido de prolina, en brotes como en raíces, siguiendo la propuesta de Lotfi, 2010.

RESULTADOS

Temporada 2016-2017.

Variables de Temperatura y Humedad Ambiental.

A través de los registradores de temperatura y humedad Keytag, se pudo establecer la diferencia climática que se genera entre el predio el Barraco ubicado en Choapa y el huerto de Infiernillo Norte de Ovalle, este último con influencia costera, lo que incide en un menor DPV, puesto que la humedad ambiental que aportan los nublados matinales evita que la demanda ambiental por vapor de agua sea mayor como en el caso del predio ubicado en la precordillera del Valle del Choapa, por lo tanto, las plantas pueden subsistir o desarrollarse con menos agua porque la exigencia hídrica en Infiernillo Norte es menor (Figura 11). Asimismo, se observa que la humedad relativa mínima es más alta en Infiernillo Norte que en Barraco, por lo expuesto anteriormente (figura 12), y las temperaturas máximas son menores que en la parcela experimental del Valle del Choapa (Figura 13).

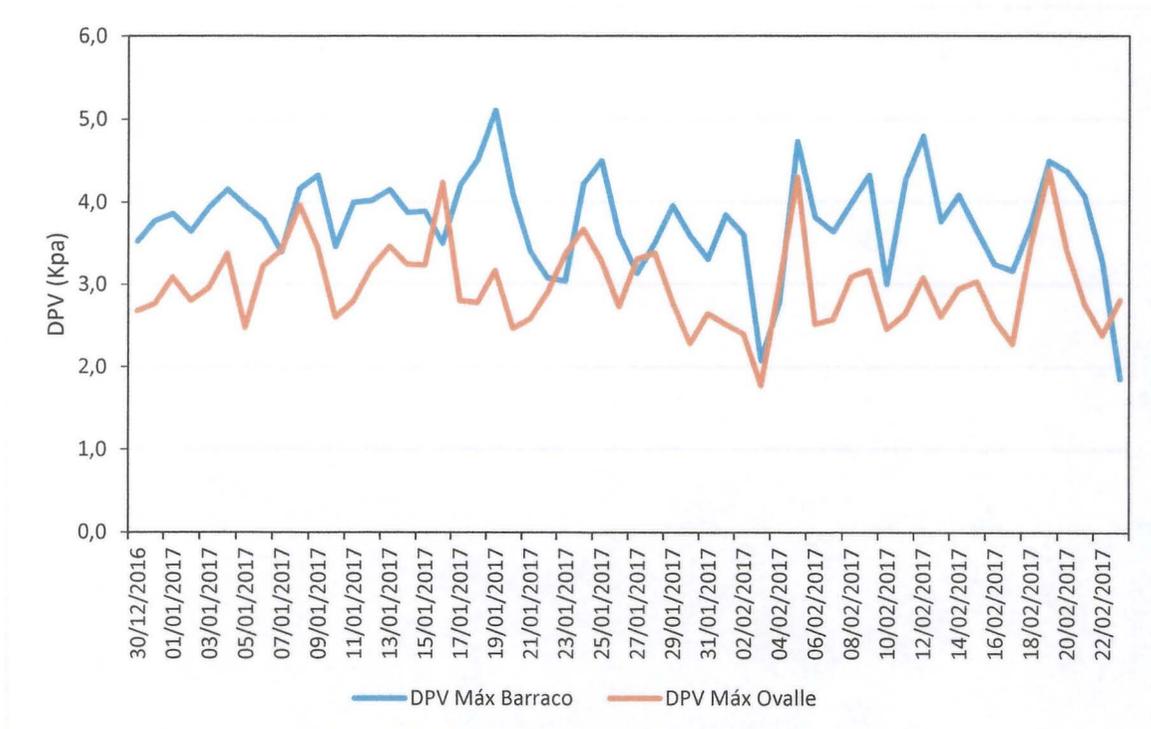


Figura 11. Comportamiento del déficit de presión de vapor (DPV) máximo diario entre Barraco en Infiernillo Norte (Temporada 2016-2017).

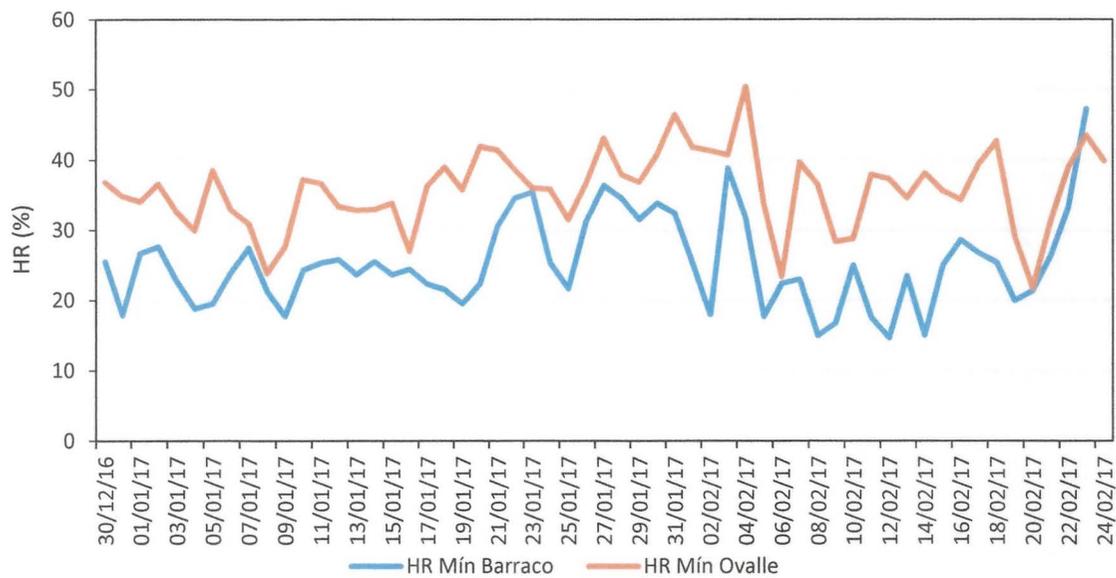


Figura 12. Comportamiento de la humedad relativa mínima diaria entre Barraco e Infiernillo Norte (Temporada 2016-2017).

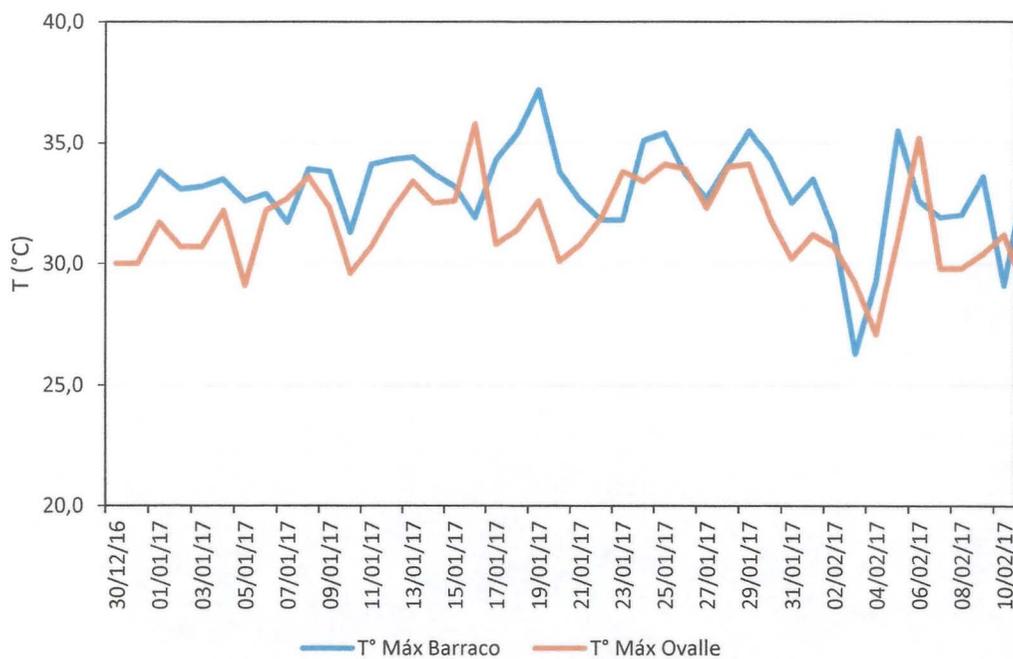


Figura 13. Comportamiento de la temperatura máxima diaria entre Barraco en Infiernillo Norte (Temporada 2016-2017).

Localidad: El Barraco.

Potencial hídrico xilemático y Humedad en suelo.

El estado hídrico de las plantas durante la temporada 2016-2017 fue similar entre los dos tratamientos, no obstante, a partir del 10 de enero se observó que los árboles bajo el tratamiento 100 % de reposición (W), presentaron un potencial xilemático invariable, pero hacia fines de temporada fue menor que el tratamiento S, explicado en parte por la presencia de síntomas de Phytophthora y por el déficit puntual que se produce después de diciembre (figura 7). Pese a tener más agua disponible en el suelo, las raíces no fueron capaces de extraerla del suelo, incrementando negativamente su potencial hídrico.

Por su parte, el estado hídrico de las plantas del tratamiento S se mantuvo cerca del límite superior del estado de confort (-1,0 Mpa) y cuando el DPV fue máximo (19/01) bajó a -1.2 Mpa.

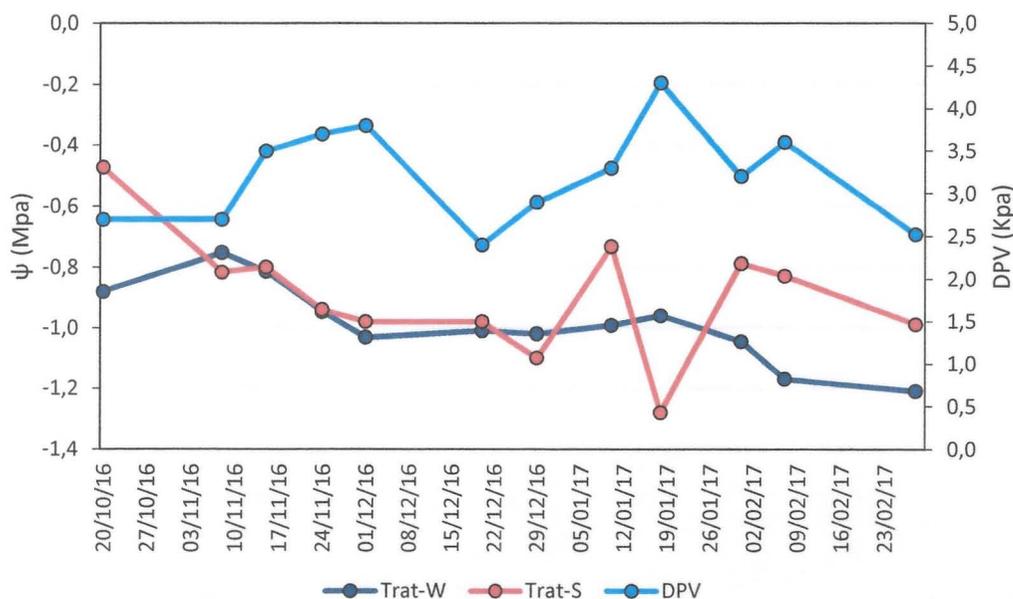


Figura 14. Potencial xilemático (Ψ Mpa) y déficit de presión de vapor del aire (DPV kPa) tomado desde hojas de ambos tratamientos, desde el inicio de la temporada 2016-2017 en El Barraco.

A nivel de suelo, en la figura 15 se aprecia el comportamiento de la humedad a 3 profundidades con respecto al tratamiento W. Podemos apreciar que hasta el 15/12 las humedades de los 3 perfiles se mantienen dentro del rango de capacidad de campo, lo que permite mantener una humedad permanente en el perfil de suelo para satisfacer el requerimiento de la planta, periodo que además coincide con la etapa principal para el desarrollo del fruto.

Posterior a este periodo, el agua en el perfil de suelo estuvo fuera del rango de la capacidad de campo (33 %), provocando en algunas etapas, que las plantas estén bajo

un déficit hídrico, tal como lo demostró las mediciones del potencial hídrico de este tratamiento (figura 6).

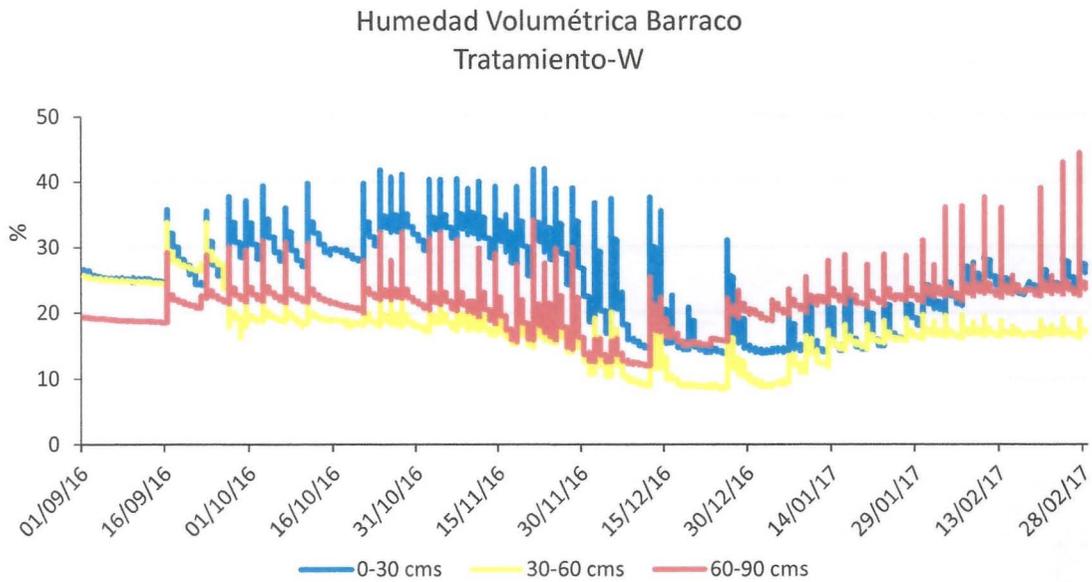


Figura 15. Comportamiento de la humedad de suelo (%) a 3 profundidades correspondiente al tratamiento W.

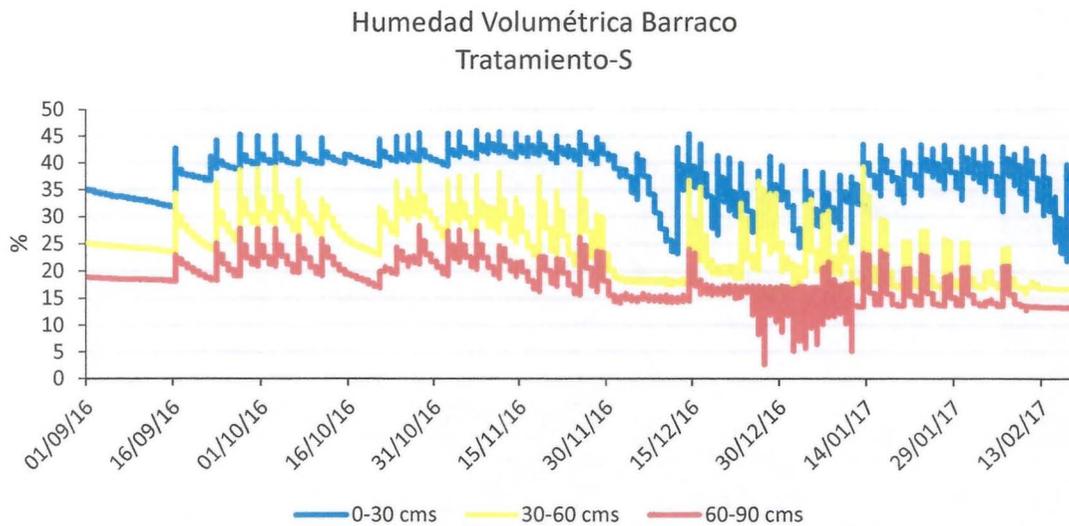


Figura 16. Comportamiento de la humedad de suelo a tres profundidades en el tratamiento S.

Para el tratamiento S, el comportamiento de la humedad de suelo, fue similar al tratamiento W, se mantuvo durante la primera etapa de desarrollo del fruto en el rango de capacidad de campo, sin generar déficit al fruto y a la planta. Posterior al 15/12, la planta estuvo sometida a déficit hídrico, coincidiendo con un menor potencial xilemático.

Mediciones de fruto mediante Dendrómetro en El Barraco

En la parcela experimental de El Barraco se observó que el fruto, bajo la tasa de riego reducida en un 35%, fue aproximadamente dos cm más grandes que el fruto regado con el 100% de la demanda hídrica (figura 17). Esto se explica porque durante esta temporada, el huerto presentó varios árboles enfermos por *Phytophthora*, incluido, el árbol W donde se instaló el set de dendrómetros (Figura 18 y 19), por lo tanto, esto pudo influir en el tamaño final del fruto puesto que las dos temporadas evaluadas anteriormente a través del proyecto anterior, el fruto bajo riego convencional (ETc 100%) siempre fue más grande que el fruto que se regó con un 35% menos de agua (ETc 65%), no obstante aquello, a través del dendrómetro se puede observar claramente cuando crece el fruto y los periodos críticos donde no debe faltar el agua.

El fruto, independiente del tratamiento, creció desde su cuaja en octubre hasta la primera semana de diciembre donde endureció la cáscara y comenzó el llenado de la mariposa. El mayor crecimiento de la nuez ocurrió durante el mes de octubre y la primera quincena de noviembre, donde el fruto define su tamaño.

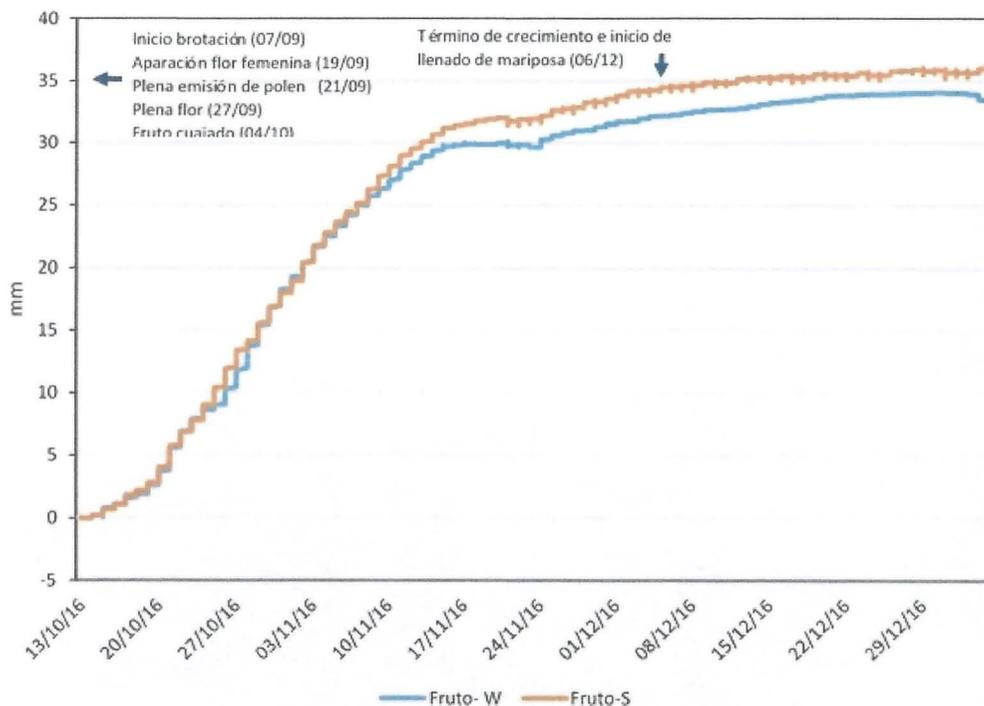


Figura 17. Curva de crecimiento de dos frutos bajo distintos regímenes hídricos en la parcela experimental de Barraco (Temporada 2016-2017).



Figuras 18 y 19. Detalle del estado de planta (izquierda) y frutos (derecha) bajo tratamiento T-W (ETc 100%) con síntomas de Phytophthora y pelón deshidratado.

Variables fisiológicas

El Barraco

Este predio como se indicó anteriormente se encuentra en un suelo y clima adverso al nogal.

La fotosíntesis se evaluó en un día de enero y en horas críticas de calor, con temperaturas sobre 35° C y con un potencial xilemático cercano a -1, 2 Mpa (figura 20).

Esto explica en parte, los bajos valores de fotosíntesis, que dependiendo del tratamiento va desde 1 a 9 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

La conductancia estomática fue muy baja, probablemente por el cierre de estomas, dado el alto déficit de presión de vapor que fluctuó ente 6,5 y 7,5 kPa.

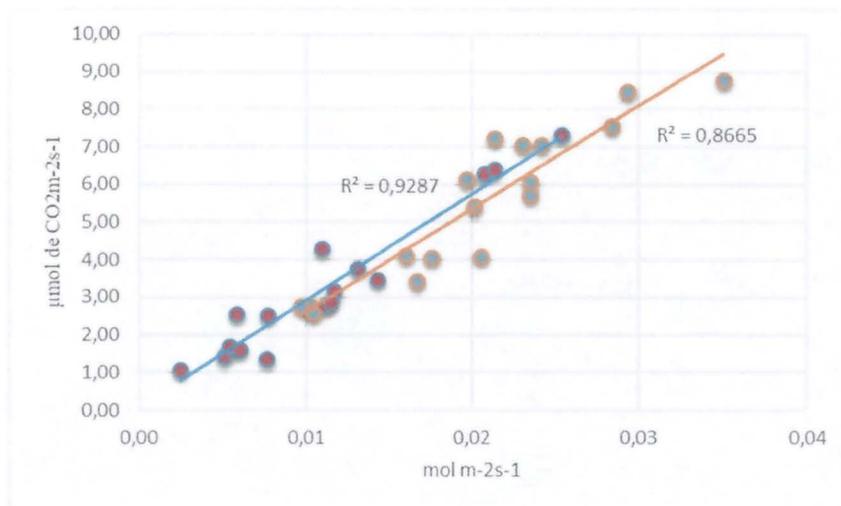


Figura 20. Relación entre la asimilación neta de CO₂ y conductancia estomática Enero 2017. Tratamiento S (rojo) y tratamiento W (celeste).

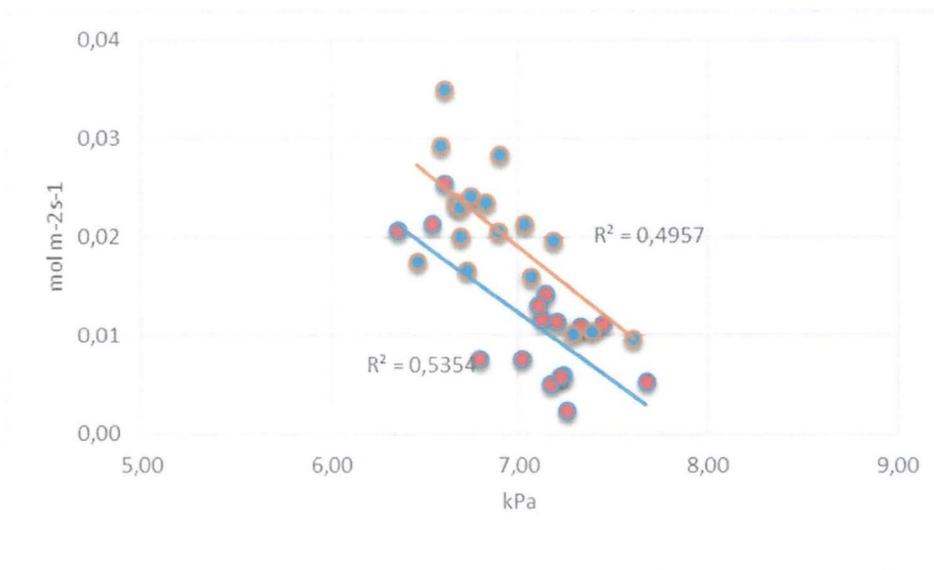


Figura 21. Relación entre la conductancia estomática y el déficit de presión de vapor. Enero 2017. Tratamiento S (rojo) y tratamiento W (azules). $P = 0,0015$.

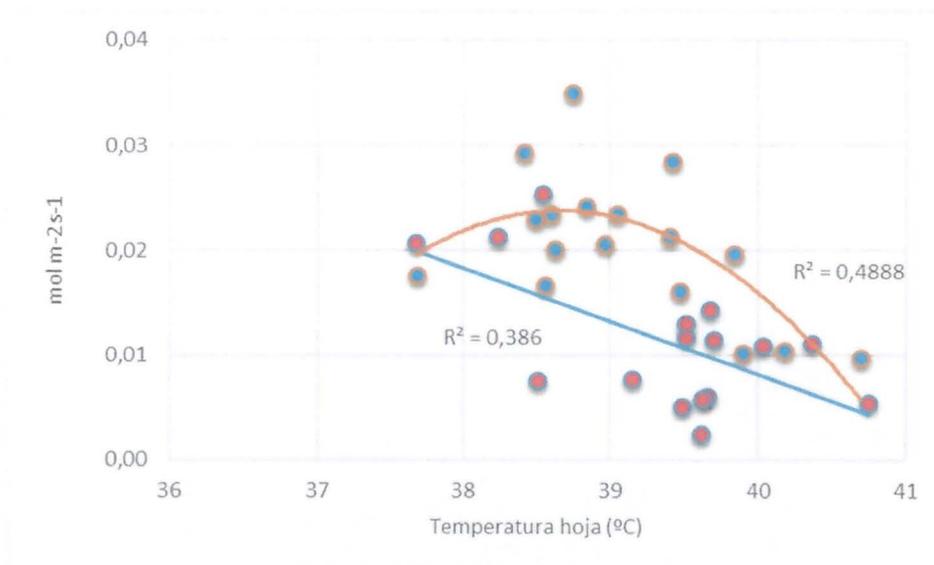


Figura 22. Relación entre conductancia estomática con temperatura de hoja Tratamiento S (rojos) y Tratamiento W (azul).

De este mismo predio, se colectaron raíces, desde árboles en receso y se analizó el contenido de prolina, aminoácido relacionado con el estrés hídrico. Sin embargo, para la fecha de colecta no se ve diferencias entre ambos tratamientos.

Cuadro 3. Contenido de prolina mg/g peso fresco en raíces.

Trat	Contenido mg/g
W	4,02±0,77
S	4,25±0,77

Almidón en raíces

El contenido de almidón en raíces y de carbohidratos no muestra diferencias entre ambos tratamientos, que coincide con la baja asimilación de CO₂.

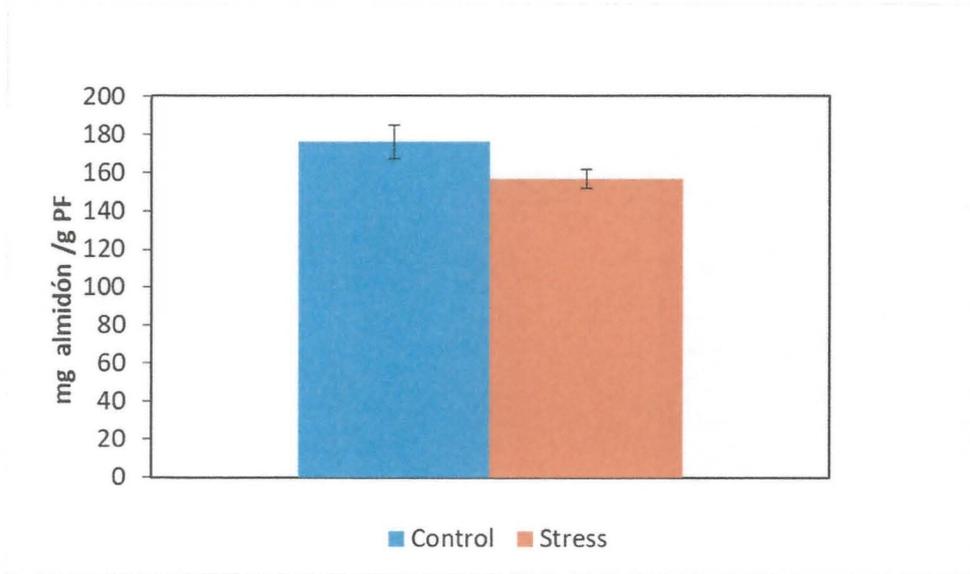


Figura 23. Contenido de almidón en raíces de El Barraco.

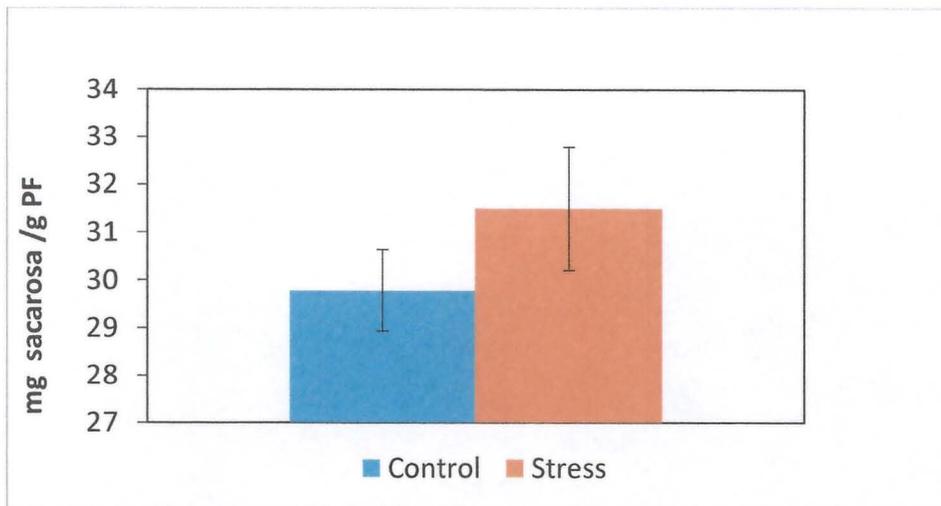


Figura 24. Contenido de carbohidratos expresado como sacarosa en raíces en El Barraco.

Producción

La producción es baja para los de otras zonas de la región, esto es por las condiciones adversas en que se encuentran los nogales tanto de suelo como de clima. Sin embargo, la calidad sobre el 80 % es de buena calidad en cuanto a color de la mariposa (figura 25)

Cuadro 4. Producción de nueces y eficiencia de uso de agua en la localidad de Barraco. Temporada 2016-2017.

Tratamiento	Kilos/planta (±SE)	Kilos/ha	m ³ / ha	Kg/m ³
S	18,31± 4,11	3808	2.794	1,36
W	20,625 ±2,78	4288	4.299	0,99

S= 69 % de Etc y; W 100 % de Etc; plantas/ha: 208; no hay diferencias estadísticas en el rendimiento.

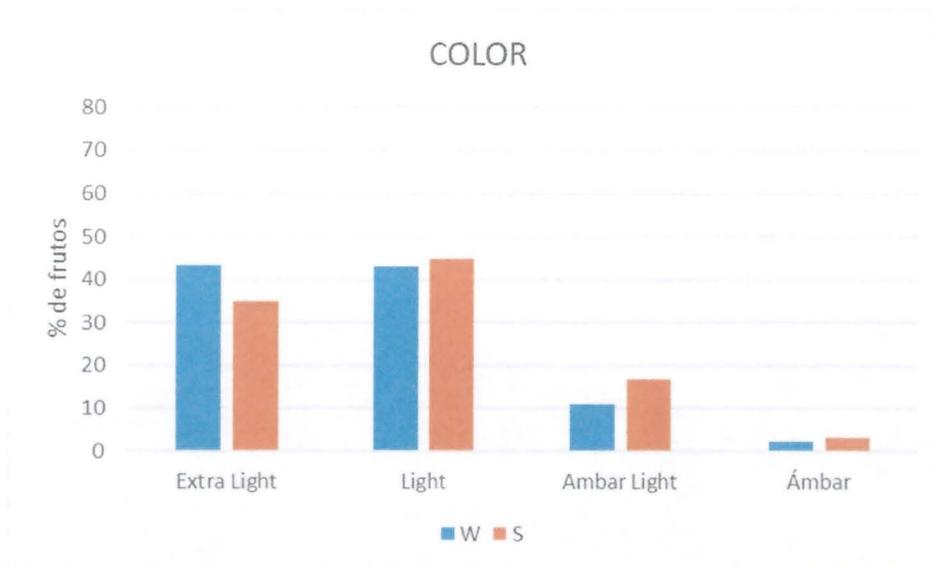


Figura 25. Calidad de frutos (%) según categorías comercial de color.

Infiernillo Norte

El estado hídrico (Ψ Mpa) de las plantas al comienzo de la temporada de riego no tuvo grandes diferencias entre ambos tratamientos, pero a partir del 17 de noviembre, el potencial hídrico de las plantas regadas con menos agua (Trat-S) fue más negativo que aquellas regadas con el 100% de la ETc (Trat-W), ubicándose fuera de la zona de confort hídrico -1,2 Mpa. La frecuencia de riego era de más de siete días y el DPV fue entorno a los 3 Kpa (flecha amarilla). Las mediciones de potencial hídrico, inmediatamente posteriores al riego, no indicaron diferencia entre tratamientos, pese a que el DPV fue uno de los más altos de la temporada de evaluación (flecha verde). El activo crecimiento del fruto que ocurrió entre inicios de noviembre hasta mediados de diciembre, donde comenzó el llenado de la semilla, se vio sometido a un estado hídrico fuera de la línea de estrés para ambos tratamientos.

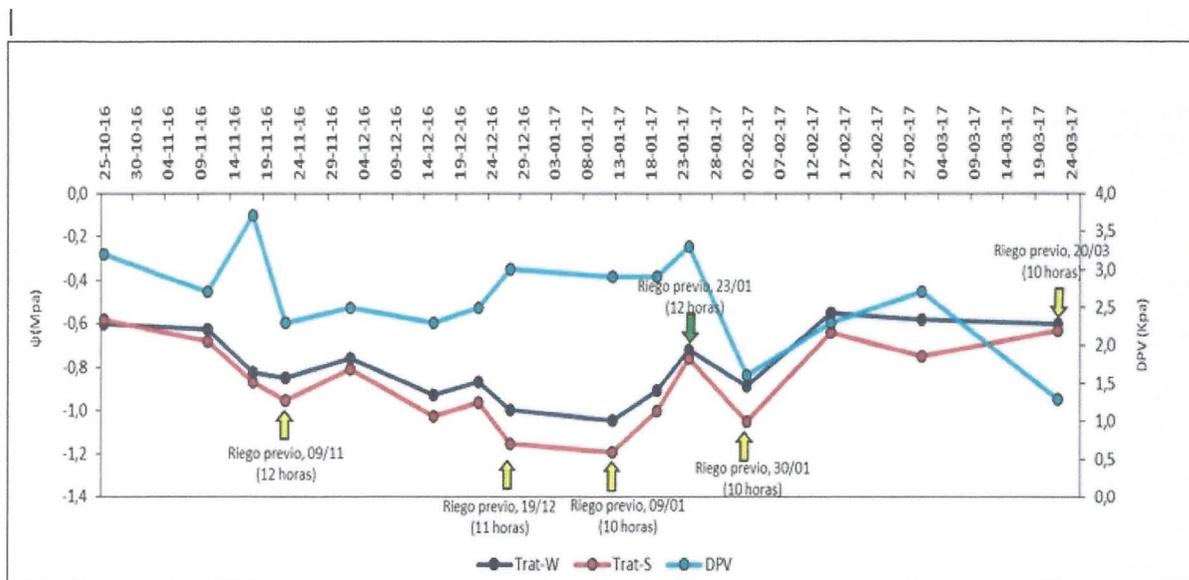


Figura 26. Potencial hídrico de hojas en ambos tratamientos y déficit de presión de vapor del aire (DPV), desde el inicio de la temporada.

El comportamiento diario del estado hídrico de las plantas, independiente de la tasa de riego se refleja a través de las curvas de potencial hídrico que muestran como a medida que se incrementa la demanda ambiental por vapor de agua a lo largo del día, este se va haciendo más negativo.

Esto se traduce en que, las plantas regadas con menos agua (Trat-S) tienen valores de Ψ más negativo, en la medida que el DPV del aire es mayor, acercándose a la zona límite inferior del confort hídrico (-1 Mpa), mientras que las plantas bajo el régimen hídrico W, alcanzan valores en torno a los -0,8 Mpa.

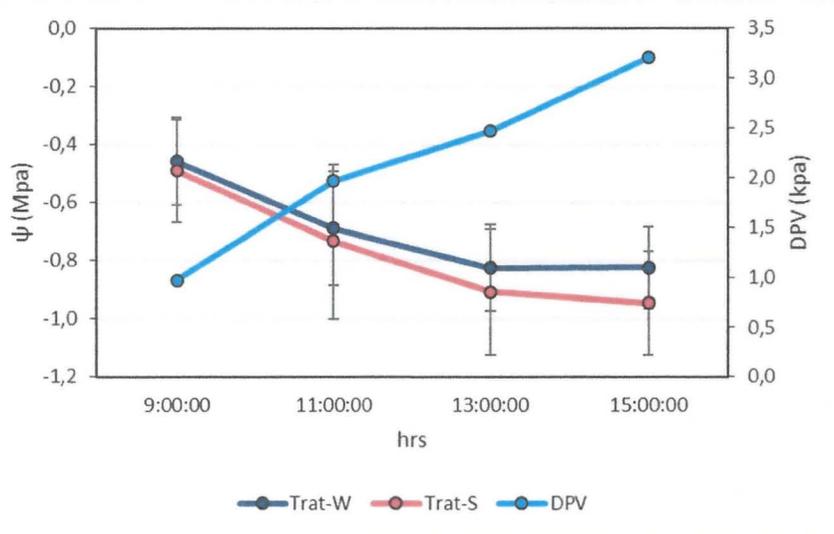


Figura 27. Comportamiento del potencial hídrico bajo dos regímenes de riego a lo largo del día.

La humedad de suelo en el predio de Infiernillo Norte tuvo similar comportamiento al del huerto de El Barraco, y permitió satisfacer las necesidades hídricas en el periodo de crecimiento del fruto. En diciembre, la capacidad de campo estuvo entre 42 y 30% de humedad. En el perfil de profundidad entre 30-60 cm, la humedad fue menor, ya que la predominancia de arena, contribuye a un agotamiento de la humedad, lo que no afecta el desarrollo del fruto y de la planta, ya que los otros perfiles tienen la capacidad para retener por más tiempo el agua. A partir de enero, la disponibilidad hídrica entre riegos fue menor, alejándose de la capacidad de campo (figura 28).

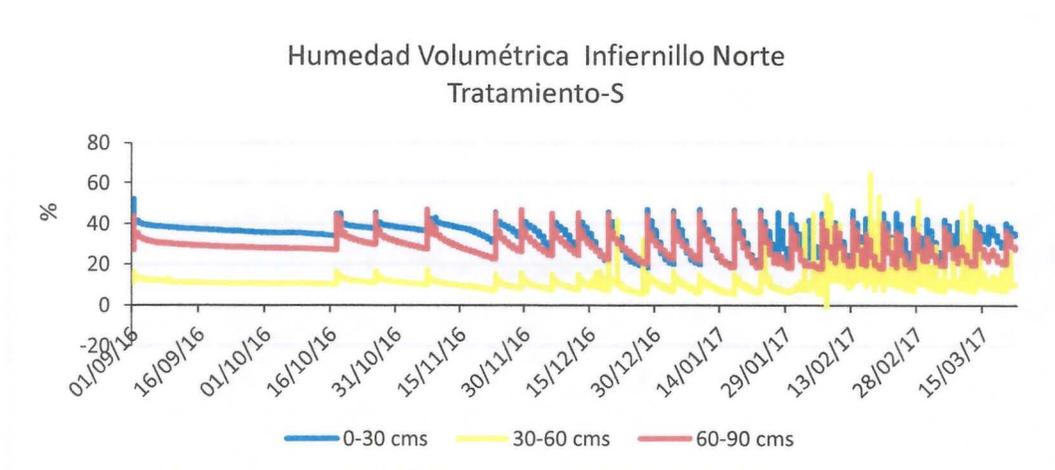


Figura 28. Comportamiento de la humedad de suelo a 3 profundidades en el tratamiento S.

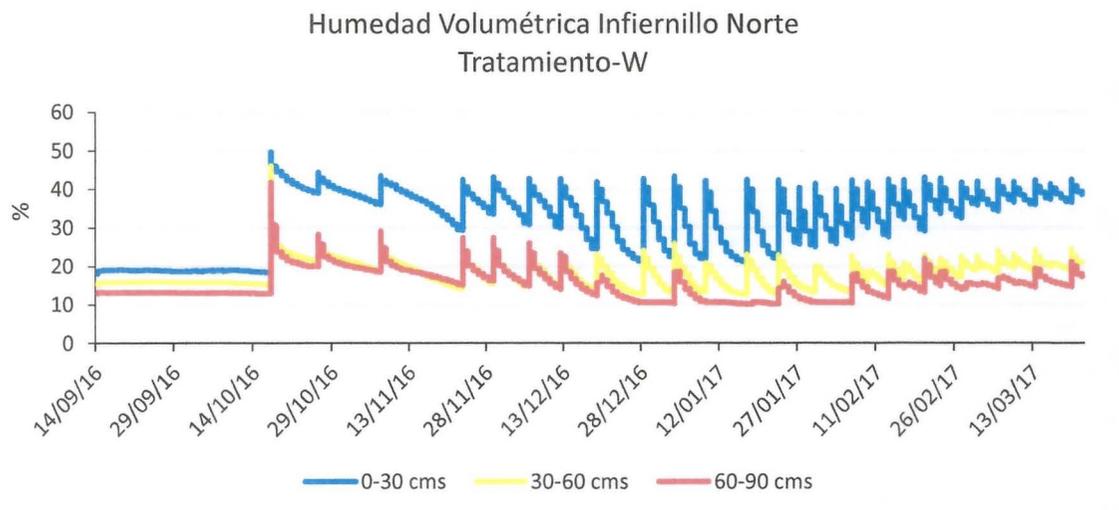


Figura 29. Comportamiento de la humedad de suelo a 3 profundidades en el tratamiento W.

Para el tratamiento S, la condición es similar que los huertos de El Barraco y el tratamiento W. La humedad de suelo es cercana a capacidad de campo en los periodos donde crece el brote y el fruto, no generándose estrés hídrico antes del 20/12. Posterior a esta fecha, la planta es sometida a déficit hídrico, pero no afectaría el llenado de la nuez. A partir de mediados de febrero, la disponibilidad hídrica en el perfil de suelo aumenta, ya que disminuye la demanda ambiental.

Descripción de la Fenología temporada 2016-2017

Los nogales del predio El Barraco fueron tratados con Cianamida hidrogenada (Dormex), producto que permite suplir la falta de frío invernal y generar una brotación más uniforme. El Dormex se aplicó el 12 de agosto en dosis del 2% con un mojamiento de 1800 L/ha.

Como respuesta, ambos tratamientos tuvieron la misma fecha de brotación y coincidente también en los diferentes estados fenológicos venideros. Para ambos casos el inicio de la brotación fue el 07/09 y la cuaja el 02/10.

En cambio, el huerto de Infiernillo Norte, no fue tratado con Dormex, por lo que la fenología fue más tardía y desuniforme, encontrándose diversos estados en la misma fecha, situación que genera un desorden en el crecimiento del fruto, ya que el periodo de floración es más largo. Para este huerto la brotación se generó prácticamente 1 mes después del huerto de El Barraco, es decir el 06/10 y la cuaja de frutos fue el 01/11. El no aplicar Dormex, genera una dispersión muy grande de los calibres al final de la cosecha.

El comportamiento fenológico del nogal bajo la tasa de riego convencional (Etc 69%) en Infiernillo Norte (Ovalle). El tronco inicia lentamente su crecimiento a salidas de invierno hasta la segunda quincena de octubre. A partir de esta fecha, el tronco crece activamente hasta el mes de febrero, alcanzando el peak de su crecimiento en enero, mientras que, en

marzo, no se observa crecimiento importante. Por su parte, el brote inicia su crecimiento en octubre junto con el tronco, dejando de crecer cuando el fruto inicia su activo crecimiento entre noviembre y mediados de diciembre, cuando la cáscara se endurece y comienza el llenado de la semilla.

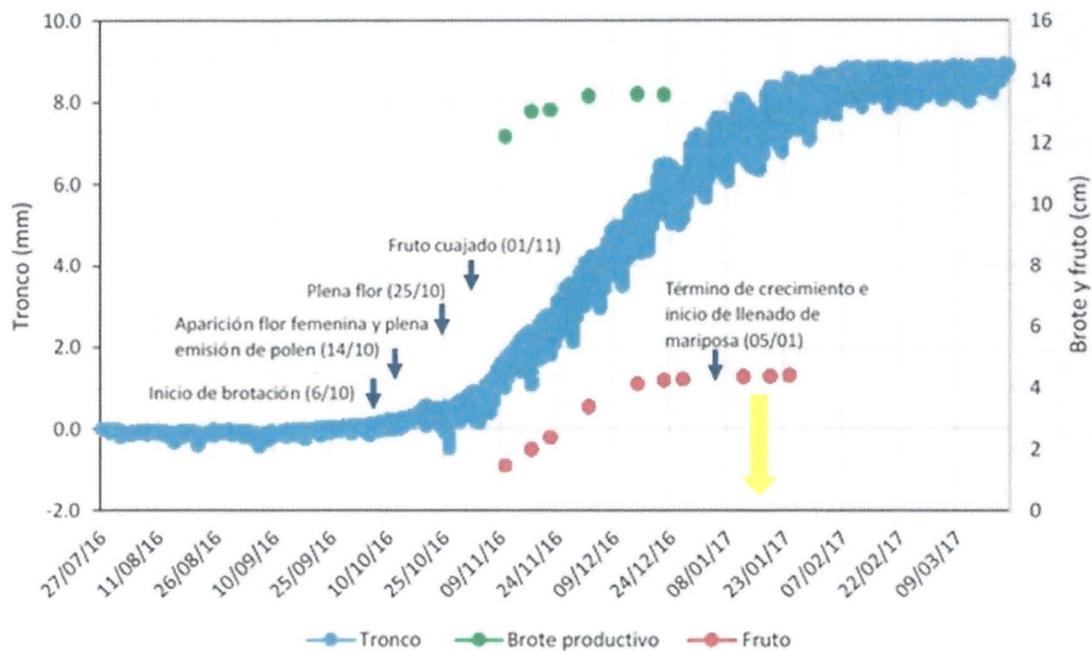


Figura 30. Comportamiento fenológico del nogal en parcela experimental de Infiernillo Norte (Temporada 2016-2017). Flecha amarilla indica inicio de inducción floral.

Comportamiento fisiológico estacional de plantas.

Las evaluaciones de Asimilación de CO₂, desde noviembre de 2016 a marzo de 2017, durante el día de evaluación se realizaron en un estado hídrico dentro del rango considerado adecuado, independientemente de los tratamientos de riego. Esto significa potencial hídrico xilemático sobre -1,0 Mpa, el cual se manifiesta en las horas de mayor déficit de presión de vapor del aire, que se genera después del mediodía (figura 31).

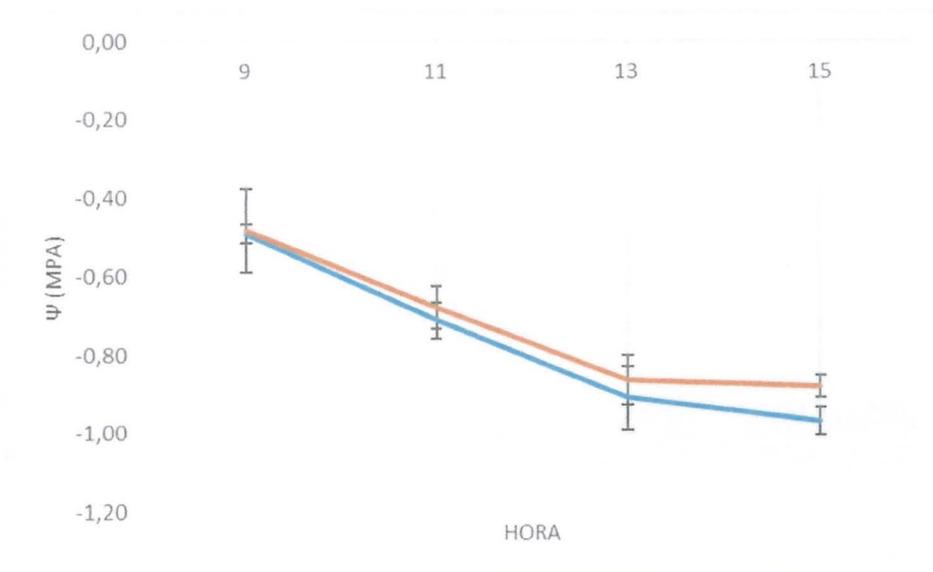
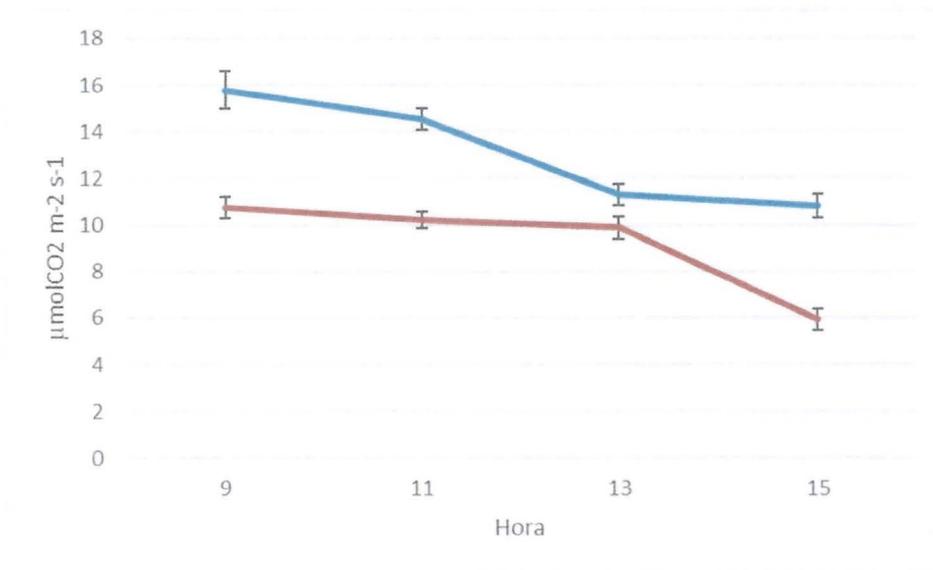


Figura 31. Potencial hídrico xilemático diario en plantas sometidas a dos tratamientos de riego (S línea azul y W línea roja) desde diciembre a febrero de 2016-2017.

La asimilación neta de CO_2 en los árboles sometidos a estrés (S) con una tasa de riego menor en 32% con respecto a (W), tienen una menor asimilación de CO_2 que en tratamiento W, lo cual se agudiza hacia la hora de mayor déficit de presión de vapor. En el caso de W, la asimilación de CO_2 baja después de las 11 hr y, plantas sometidas a S, no varían en su asimilación permaneciendo alrededor de $10 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para después de las 13 h disminuir. Este comportamiento se explica por la conductancia estomática, que indica el cierre de estomas más o menos temprano dependiendo del tratamiento.



Promedio \pm SE.

Figura 32. Asimilación de CO₂, patrón diario, para árboles sometidos a dos tratamientos de riego S 69 % ETC línea roja y W 100 % ETC línea azul.

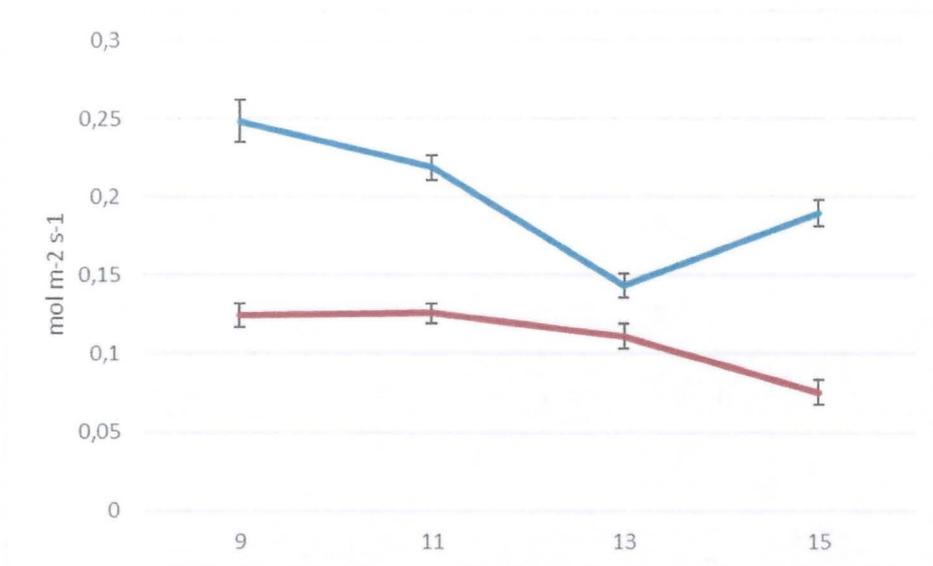


Figura 33. Conductancia estomática, patrón diario, para árboles sometidos a dos tratamientos de riego S 69 % ETC línea roja y W 100 % ETC línea azul. Promedio \pm SE.

Considerando todas las mediciones hechas durante la temporada 2016-2017 desde diciembre, se puede ver un patrón de asimilación de CO₂, bajo las condiciones de ensayo, que muestra que después de las 11 hr, disminuye y que se explicaría por una baja conductancia estomática ligada al aumento de déficit de presión de vapor

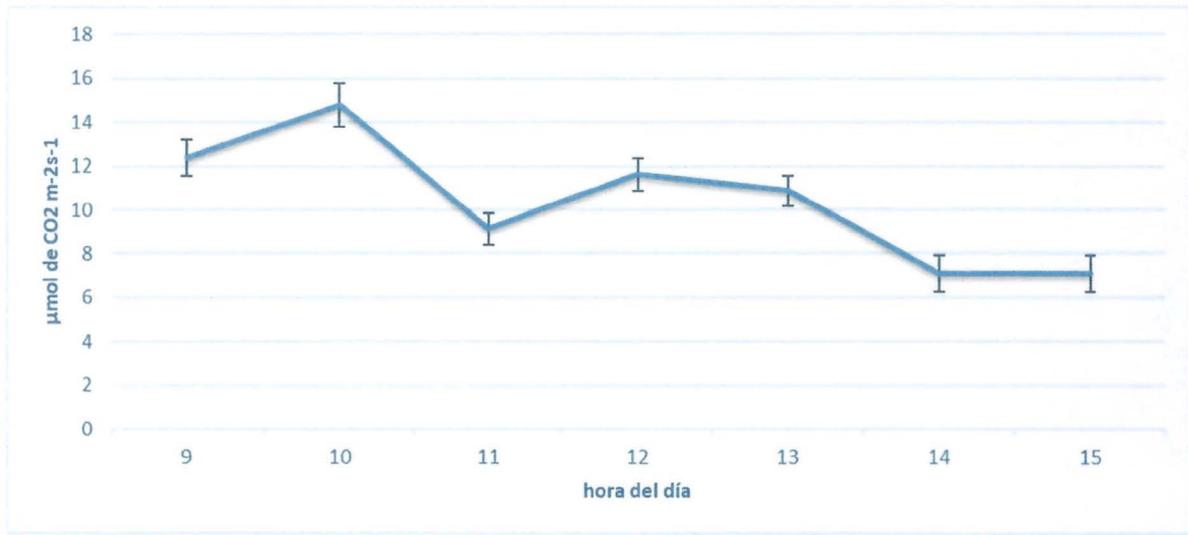


Figura 34. Asimilación neta de CO₂ diaria, considerando ambos tratamientos, entre octubre y marzo de la temporada 2016-2017.

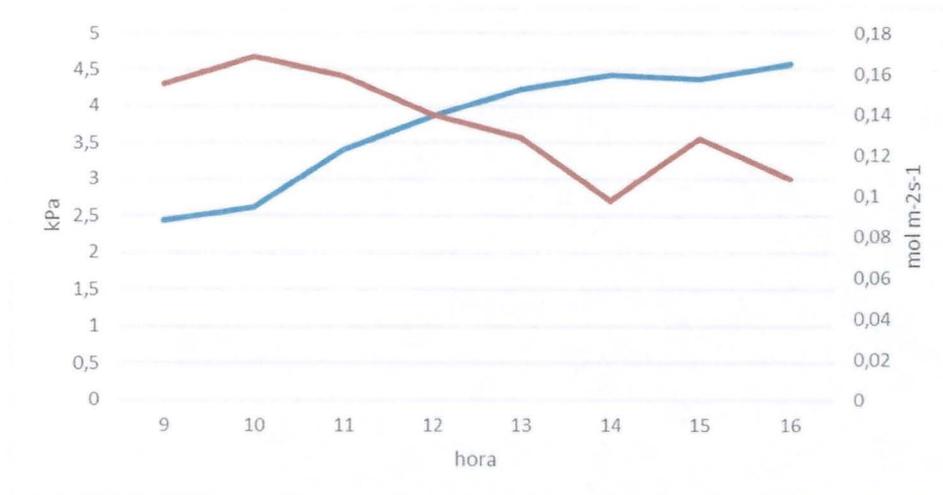


Figura 35. Déficit de presión de vapor (línea azul) y conductancia estomática (línea roja) a lo largo del día, considerando ambos tratamientos, entre octubre y marzo de la temporada 2016-2017.

El patrón a lo largo de la temporada también indica que los árboles con menor tasa de riego, tienen menor potencial de asimilación de CO₂ que los tratamientos con mayor cantidad de agua (figura 36).

Si relacionamos este patrón con el de fenología se observa que prácticamente todos los eventos de fenológicos ocurren en un periodo de alza de asimilación de CO₂, diciembre a enero, pero después de esto la asimilación de CO₂ comienza a bajar y, es cuando ocurre la inducción floral de la próxima temporada.

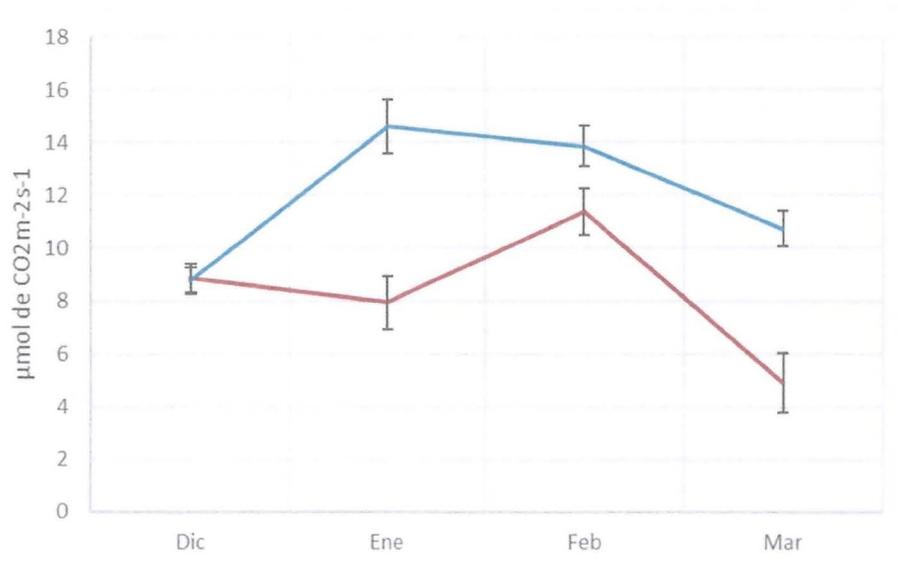


Figura 36. Asimilación neta de CO₂, a lo largo de la temporada, en ambos tratamientos, S (roja) y W (azul) en la temporada 2016-2017.

Relaciones fisiológicas

Las plantas sometidas a tratamiento S presentó durante toda la temporada una menor conductancia estomática que conlleva a una asimilación de CO₂ máxima de 12 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mientras que las plantas de tratamiento W presentan una mayor conductancia estomática y alcanza una mayor tasa fotosintética (Figura 37).

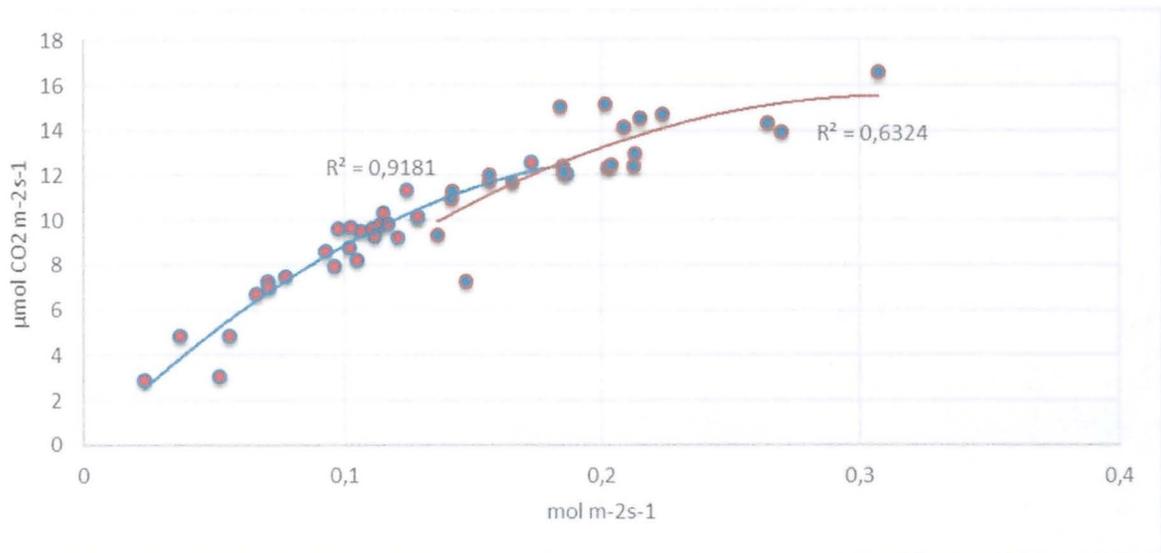


Figura 37. Relaciones entre asimilación de CO2 y conductancia estomática tratamientos S (puntos rojos) y W (puntos celestes).

Según los datos de la relación entre déficit de presión de vapor y de la conductancia estomática, indicador e apertura de estomas, indica que sobre 3.5 kPa la conductancia disminuye afectando la asimilación de CO2 (figura 38).

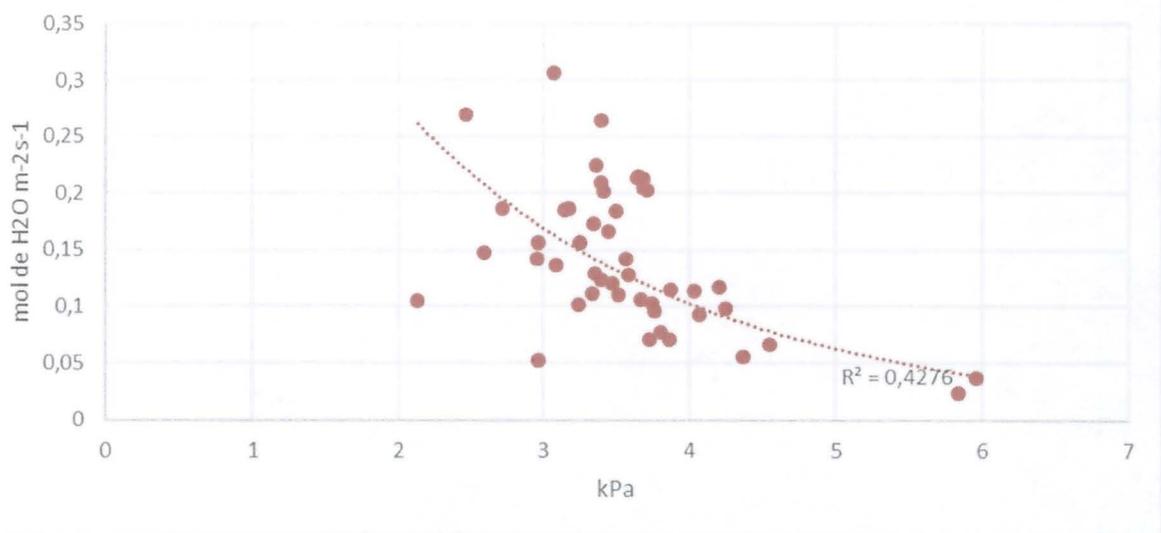


Figura 38. Relación entre déficit de presión de vapor de hoja y conductancia estomática tratamientos S (puntos rojos) y W (puntos celestes).

Temperaturas sobre 32 °C, aumenta el DPV (kPa) por sobre 4 lo que reduciría la conductancia estomática por un cierre de estomas. Las plantas con mejor estado hídrico pueden sobrellevar esta condición no cerrando necesariamente los estomas indicada por una mayor transpiración (figura 39).

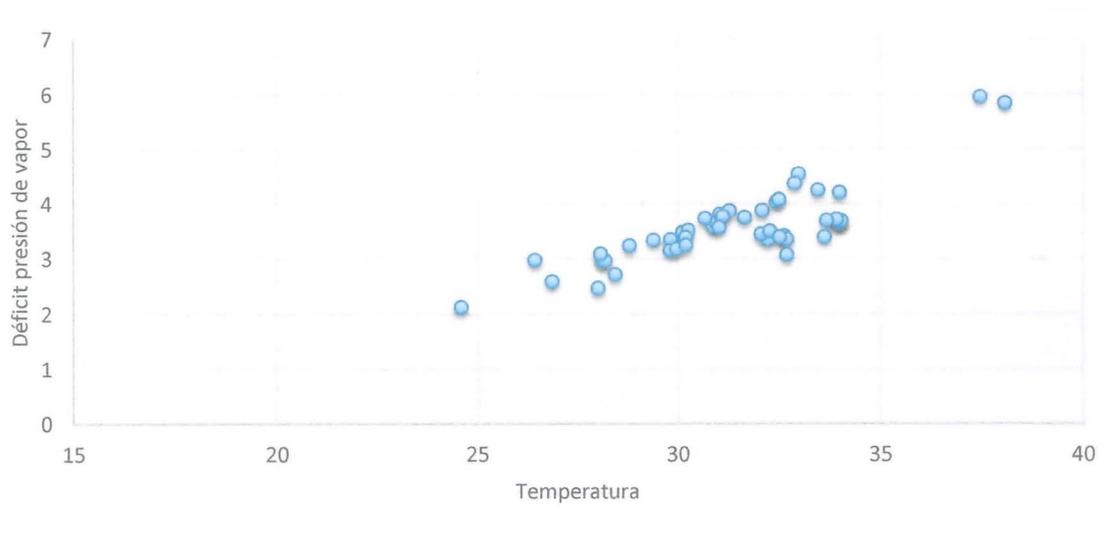


Figura 39. Relación entre el déficit de presión de vapor y la temperatura.

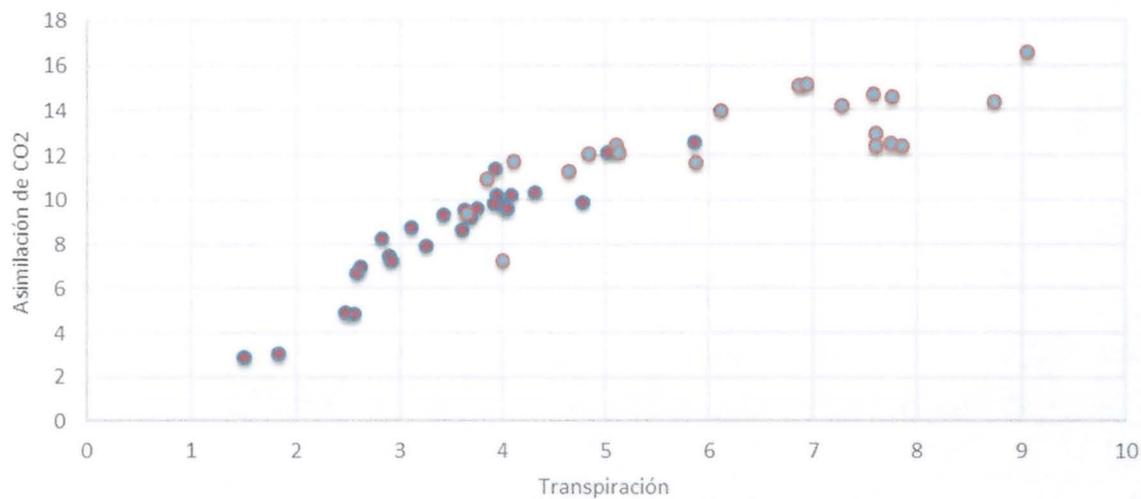


Figura 40. Relación entre el déficit de presión de vapor y la temperatura.

Contenido de almidón y carbohidratos.

Si bien no hay diferencias entre los contenidos de almidón y carbohidratos en ambos tratamientos, se muestra una leve tendencia de que las plantas mejor hidratadas tienen mayor contenido de almidón y carbohidratos, concordando con la mejor tasa fotosintética.

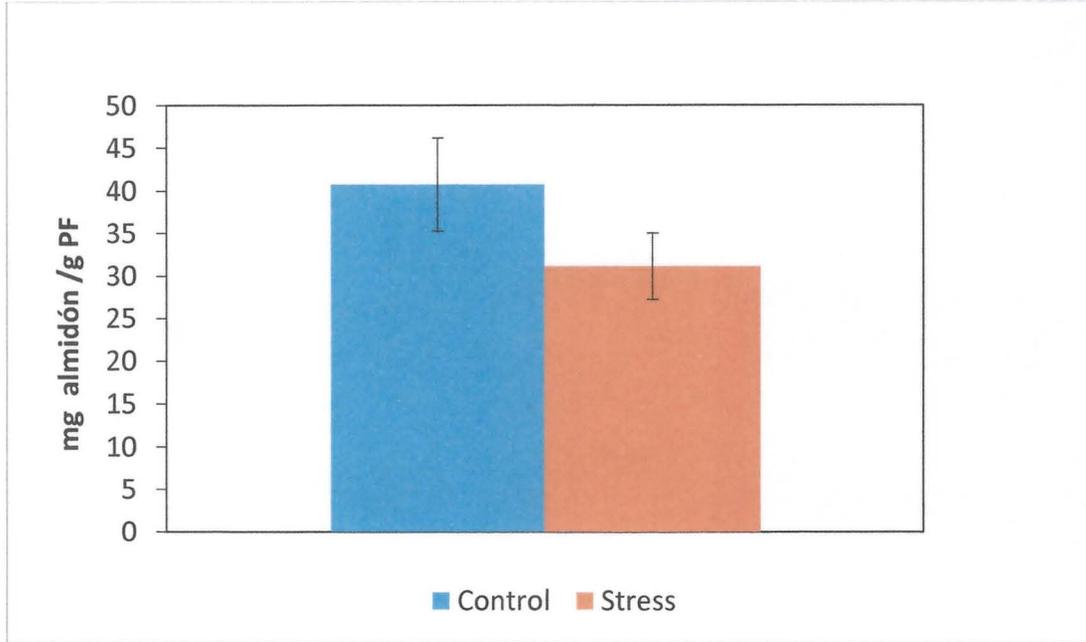


Figura 41. Contenido de almidón en raíces en época invernal para plantas sometidas a tratamiento S y W (control).

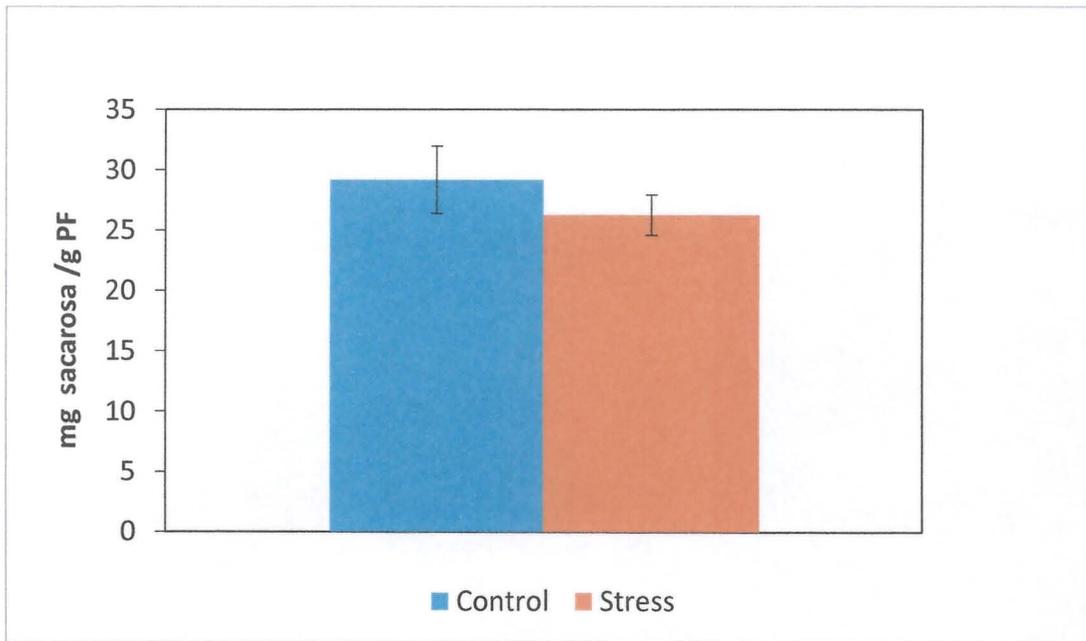


Figura 42. Contenido de carbohidratos totales (expresado como sacarosa) en raíces en época invernal para plantas sometidas a tratamiento S y W (control).

Al igual que en las raíces, los contenidos en las hojas en las plantas W tienden a tener un mayor valor de almidón y carbohidratos que las plantas S. Al partir la temporada se ve una cantidad de reservas mayor que hacia fines del mes ya ha disminuido en un 30 % aproximado.

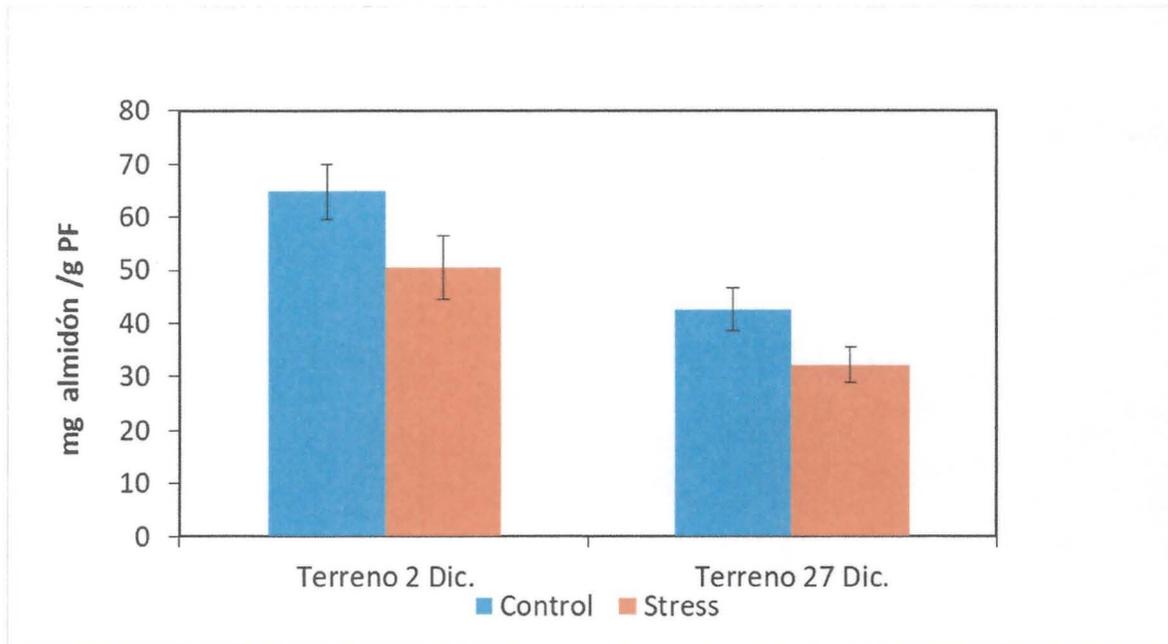


Figura 43. Contenido de almidón en hojas en para dos fechas de colecta.

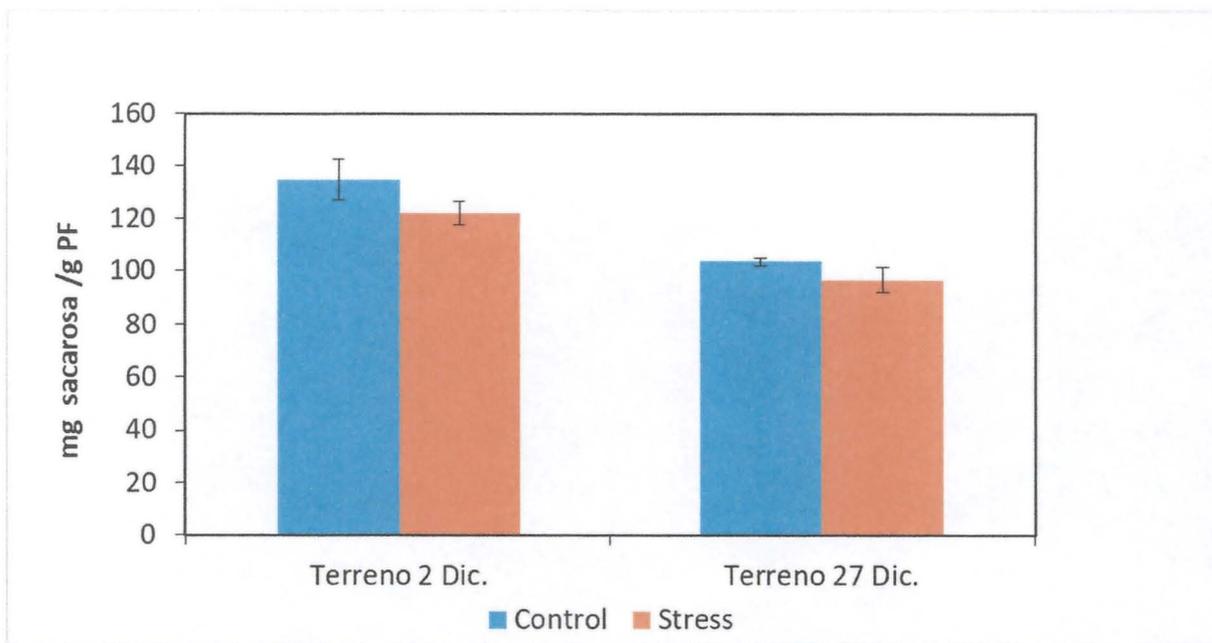


Figura 44. Contenido de carbohidratos en hojas en para dos fechas de colecta.

En cuanto a prolina, no hay diferencias entre ambos tratamientos.

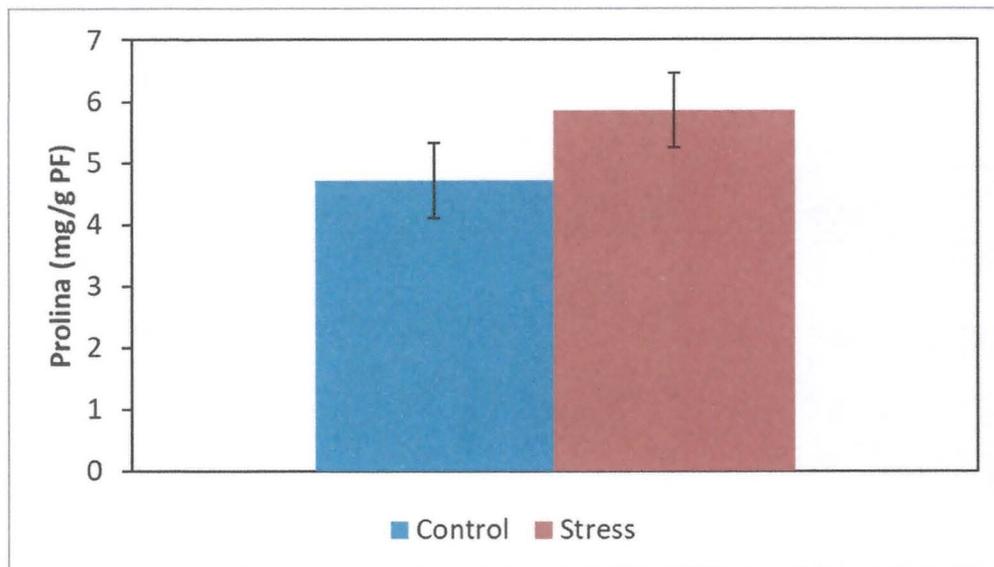


Figura 45. Contenido de Prolina en raíces colectadas en receso. Valores promedios y barras de error estándar.

Producción

No se observa diferencias entre tratamientos para la producción por hectárea, no obstante, la productividad del agua es más eficiente en el tratamiento S.

Es importante destacar que la producción en términos de número de nueces, uno de los componentes de rendimiento, se define en la temporada anterior a inicio de enero. Esto podría indicar que, en la temporada anterior, las condiciones fueron las adecuadas para no afectar la inducción floral y, que en la temporada 2016 y 2017, las condiciones hídricas no afectaron la calidad de la nuez.

Cuadro 5. Producción de nueces y eficiencia de uso de agua en la localidad de Infiernillo Norte. Temporada 2016-2017.

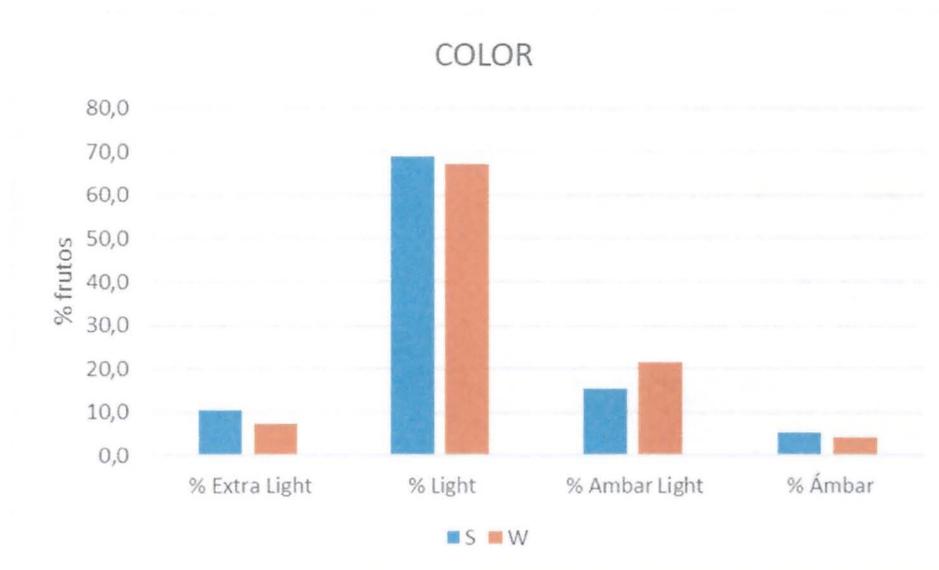
Tratamiento	Kilos	Kilos/ha	m ³ / ha	Kg/m ³
S	34,24±6,38	6094	4.536	1,34
W	33,84±7,80	6023	6.575	0,91

n=9 árboles, 178 plantas por ha

No se observan diferencias significativas en la calidad de la nuez entre ambos tratamientos ya que casi lo 2000 m³ menos que reciben las plantas de tratamiento S no impide el desarrollo y llenado de la nuez, lo que podría indicar que la variedad Serr, tolera de mejor manera menos agua en los periodos de llenado de la fruta.

Cuadro 6. Características de la nuez en la localidad de Infiernillo Norte. Temporada 2016-2017.

Tratamiento	Diámetro (mm)	Peso con cáscara (g)	Peso mariposa (g)	Mariposa %
S	33,29	10,85	6,72	62,06
W	33,61	11,02	6,74	61,49



n=9 árboles, 500 g por árbol, 50 frutos evaluados

Figura 46. Color de frutos de la localidad de El Infiernillo.

Instalación de malla contra golpe de sol

El 20 de febrero se instaló en 4 árboles por tratamiento una malla para evaluar la reducción del impacto por golpe de sol (Delsantek) con el objetivo de cuantificar si la sombra que esta ejerce sobre los frutos interfiere en la fotosíntesis de la planta.

Esta medición abre una línea de investigación en relación al efecto de protección de árboles contra condiciones climáticas adversas, alta temperatura y /o radiación. La malla usada corresponde a la que se usa en manzanos para proteger del golpe de sol. Según la medición efectuada, la malla disminuye la radiación total y baja la temperatura de la hoja, y tanto en plantas con mayor volumen de agua (W), con menor volumen (S) la tasa fotosintética disminuye.

Cuadro 7. Variables fisiológicas medidas con el Licor-6400 XT en hojas con y sin sombra.

Trat	Condición	Fotosíntesis $\mu\text{mol de CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Conductancia $\text{Mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	DPV hoja kPa	Temperatura hoja $^{\circ}\text{C}$	Radiación (W/m^2)	DPV Aire kPa
W	con	8,99	0,17	2,62	27,59	174,41	2,54
	sin	13,11	0,27	2,59	28,82	294,64	2,43
S	con	6,16	0,10	3,22	29,71	202,47	3,08
	sin	7,42	0,12	3,57	31,51	286,64	3,32



Figura 47. Mallas instaladas sobre ramas con frutas en Infiernillo.

Resultado análisis foliar

El 19 y 23 de enero de 2016 se extrajo por tratamiento una muestra foliar de nogal en Infiernillo Norte y Barraco respectivamente, las que se sometieron a un análisis de fertilidad completa más boro. Los resultados se resumen a continuación:

Inf. Norte-W				
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado
Nitrógeno total	%	2,71	Adecuado	2,2 a 3,2
Fósforo	%	0,18	Adecuado	0,1 a 0,3
Potasio	%	1,249	Adecuado	1,2 a 1,8
Calcio	%	1,748	Adecuado	1 a 2
Magnesio	%	0,485	Adecuado	0,3 a 0,6
Zinc	ppm	13	Deficiente	18 a 60
Manganeso	ppm	45	Adecuado	30 a 100
Cobre	ppm	5	Adecuado	4 a 20
Boro	ppm	79	Adecuado	36 a 200

Inf. Norte- S				
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado
Nitrógeno total	%	2,72	Adecuado	2,2 a 3,2
Fósforo	%	0,167	Adecuado	0,1 a 0,3
Potasio	%	1,299	Adecuado	1,2 a 1,8
Calcio	%	2,075	Alto	1 a 2
Magnesio	%	0,602	Alto	0,3 a 0,6
Zinc	ppm	14	Deficiente	18 a 60
Manganeso	ppm	70	Adecuado	30 a 100
Cobre	ppm	7	Adecuado	4 a 20
Boro	ppm	126	Adecuado	36 a 200

Para el caso del huerto de Infiernillo, los macronutrientes se encuentran dentro del rango adecuado, lo que permite determinar que la fertilización aplicada al huerto, suple los requerimientos de la planta. Solo el zinc aparece en un rango deficiente, lo que se puede corregir a través de aplicaciones foliares o vía riego.

Barraco-W				
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado
Nitrógeno total	%	2,25	Adecuado	2,2 a 3,2
Fósforo	%	0,18	Adecuado	0,1 a 0,3
Potasio	%	1,147	Bajo	1,2 a 1,8
Calcio	%	2,198	Alto	1 a 2
Magnesio	%	0,437	Adecuado	0,3 a 0,6
Zinc	ppm	16	Bajo	18 a 60
Manganeso	ppm	210	Excesivo	30 a 100
Cobre	ppm	5	Adecuado	4 a 20
Boro	ppm	99	Adecuado	36 a 200

Barraco-S						
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado		
Nitrógeno total	%	2,1	Deficiente	2,2	a	3,2
Fósforo	%	0,211	Adecuado	0,1	a	0,3
Potasio	%	1,495	Adecuado	1,2	a	1,8
Calcio	%	2,549	Excesivo	1	a	2
Magnesio	%	0,445	Adecuado	0,3	a	0,6
Zinc	ppm	22	Adecuado	18	a	60
Manganeso	ppm	292	Excesivo	30	a	100
Cobre	ppm	7	Adecuado	4	a	20
Boro	ppm	111	Adecuado	36	a	200

Para el caso del Barraco, el tratamiento W, aparece con elementos en deficiencia, como es el caso del potasio y el Zinc, mientras que el tratamiento S, solo presenta deficiencias para el caso del Nitrógeno, pero que no influyeron en el desarrollo de la planta y fruto, descritos en puntos anteriores.

TEMPORADA 2017-2018

Comportamiento humedad de suelo huerto El infiernillo norte.

Los 250 mm de precipitación que se generaron en Ovalle durante el invierno de 2017 tuvieron como consecuencia una reserva de agua importante en los suelos, lo que evitó un estrés hídrico en las plantas durante la temporada.

La condición de la humedad de suelo tanto del tratamiento W 100% ETc y S 69% ETc, se comportaron de forma similar durante el periodo de riego (figura 48 y 49), es decir la disponibilidad de agua se mantuvo cercano a capacidad de campo (45 %), durante toda la temporada.

La mayor oferta hídrica de la cuenca para esta temporada sumada a una recarga mayor de los suelos durante el invierno permitió mantener una humedad mayor en los suelos, lo que se reflejó en el registro de los sensores de humedad de ambos tratamientos. En ningún caso la humedad de suelos llegó al nivel de reposición (ZRe) excepto el T100% en momentos puntuales, pero no implicó que las plantas estuvieran sometidas a estrés hídrico, lo que se ratificó con el potencial hídrico xilemático de ambos tratamientos durante la temporada.

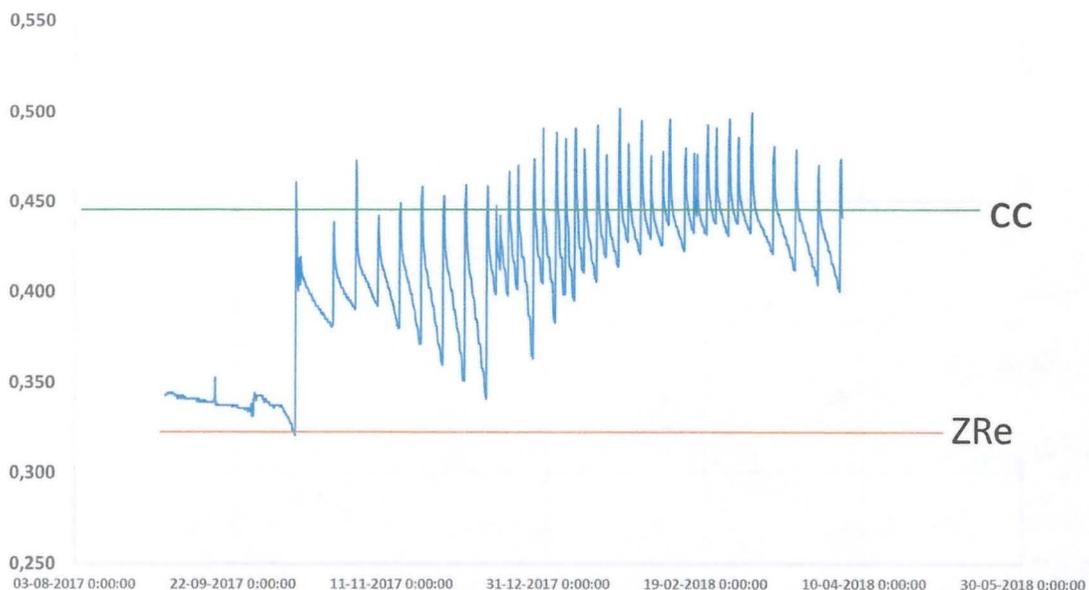


Figura 48. Comportamiento de la humedad de suelo a 30 cm de profundidad del tratamiento de 69% ETC.

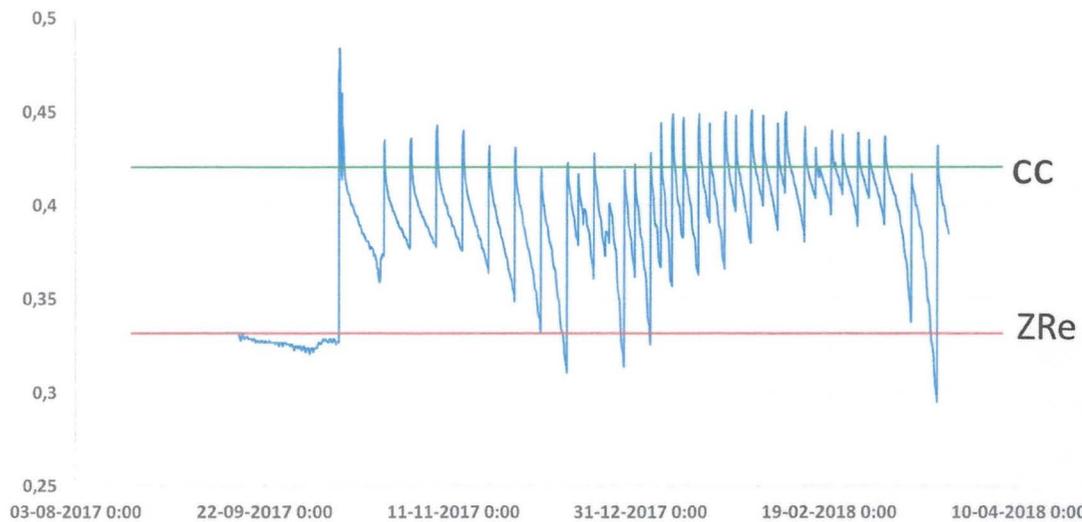


Figura 49. Comportamiento de la humedad de suelo a 30 cm de profundidad del tratamiento de 100% ETC.

Antecedentes climáticos en comparación entre 2016 y 2017.

La temporada 2017-2018 presentó un registro de temperatura máxima menor y, una humedad relativa mínima mensual más alta que la temporada anterior (2016-2017), por lo tanto, la demanda ambiental (DPV) y con ello, la evapotranspiración de referencia (ET_o) fueron más bajas en relación al periodo pasado (Figura 50,51 y 52).

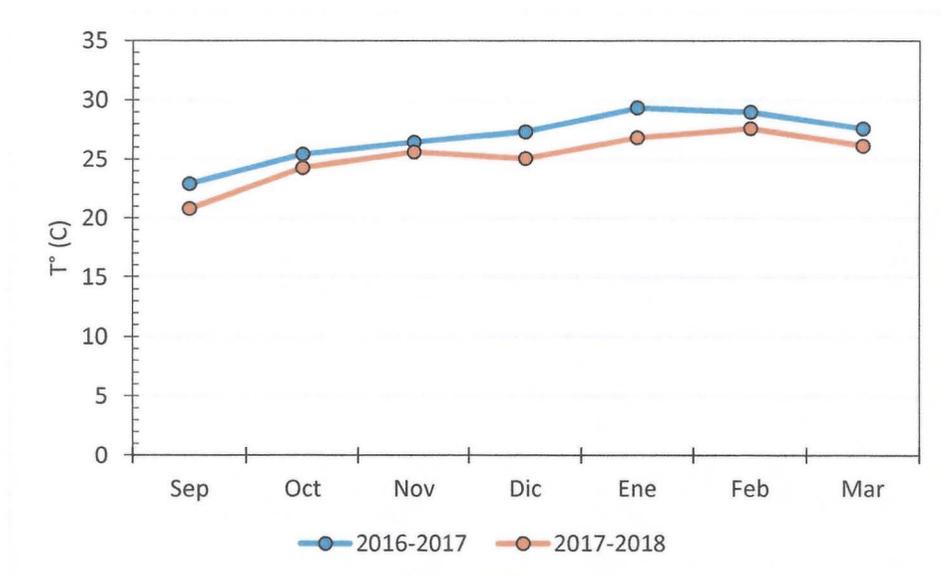


Figura 50. Comparación de la temperatura máxima mensual durante dos temporadas en Infiernillo Norte.

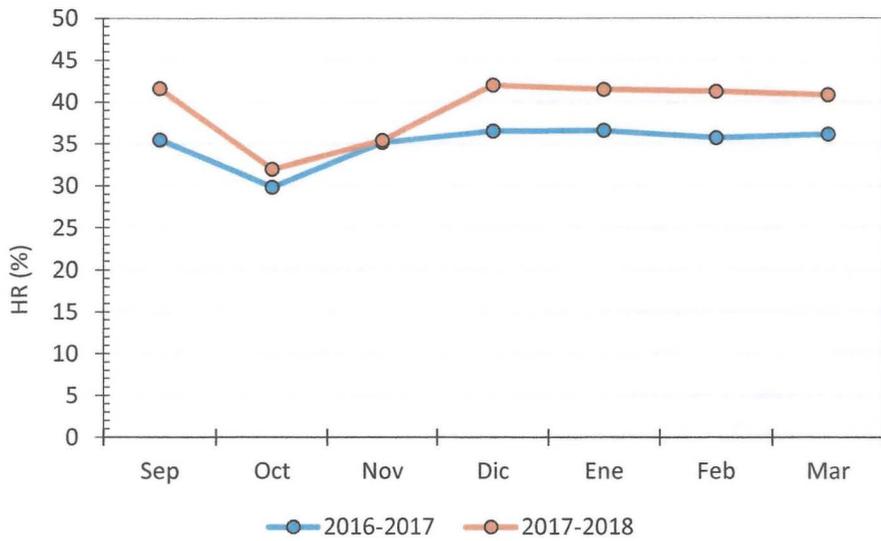


Figura 51. Comparación de la humedad relativa mínima mensual durante dos temporadas en Infiernillo Norte.

El déficit de presión de vapor se presenta en valores óptimos para alcanzar mayores valores de asimilación de CO₂, por un mejor comportamiento de estomas.

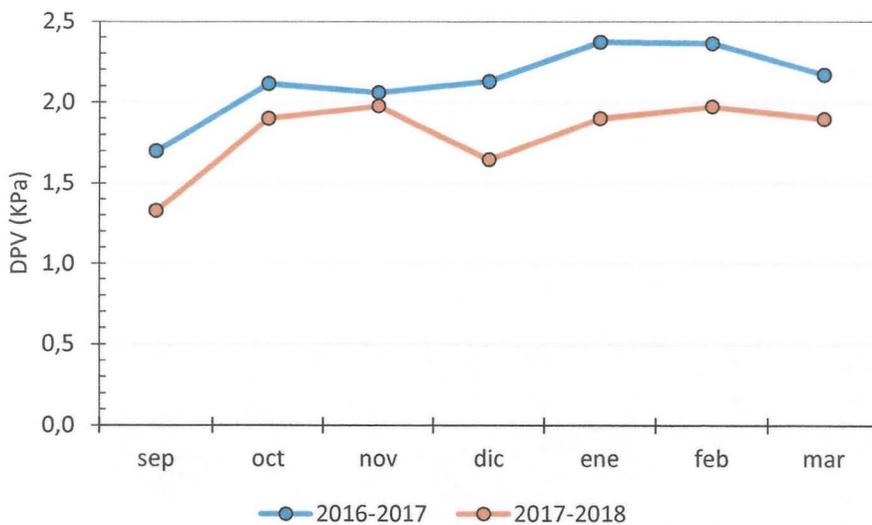


Figura 52. Comparación del déficit de presión de vapor mensual durante dos temporadas en Infiernillo Norte.

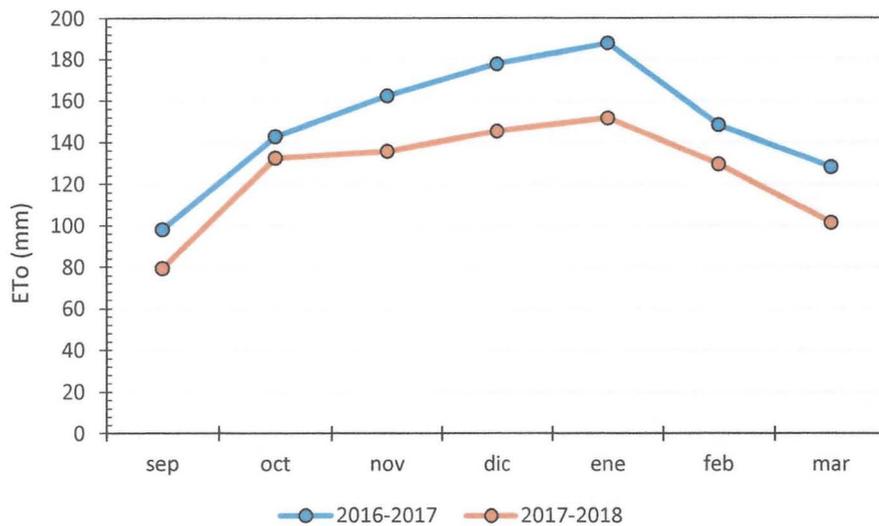


Figura 53. Comparación de la Evapotranspiración potencial (ETo) mensual durante dos temporadas en Infiernillo Norte.

Asimismo, en la presente temporada el suelo tenía 2.560 m³/ha acumulados por las precipitaciones durante el invierno, mientras que la temporada 2016-2017 sólo se acumuló 670 m³/ha. Por otra parte, también el agricultor del lugar de ensayo en Infiernillo Norte, tuvo una mayor disponibilidad de recurso hídrico, regando hasta marzo de 2018 un total de 330 horas en relación a la temporada pasada donde regó hasta abril de 2017, 297 horas (Figura 54). Lo anterior se reflejó claramente en el volumen de agua entregado por el agricultor, siendo mayor la presente temporada (Cuadro 8). La diferencia entre periodos se acrecienta más aún al considerar la precipitación invernal (Figura 55 y 56).

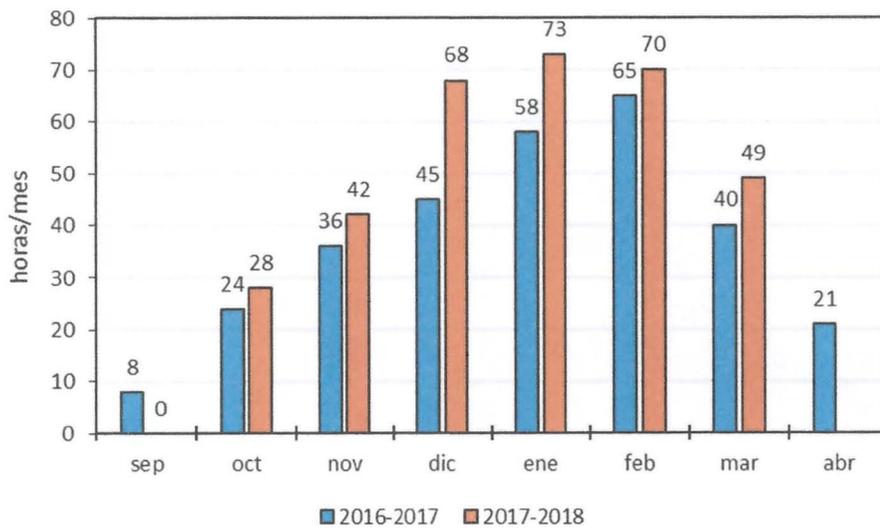


Figura 54. Comparación en el tiempo de riego mensual entregado por el agricultor durante dos temporadas.

Cuadro 8. Volumen de agua por hectárea aplicada por el productor durante dos temporadas según tratamiento en parcela experimental de Infiernillo Norte.

Tratamiento	2016-2017 (m ³ /ha)	2017-2018 (m ³ /ha)
TW (ETc 100%)	7.075	7861
TS (ETc 69%)	4.882	5424

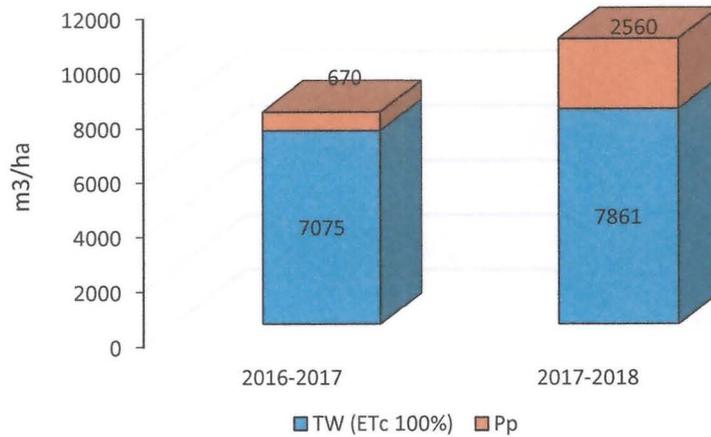


Figura 55. Comparación en el volumen de riego aplicado por hectárea bajo la reposición del 100% de la ETc, y aporte de la precipitación invernal con la que se inició la temporada de crecimiento durante dos periodos de evaluación.

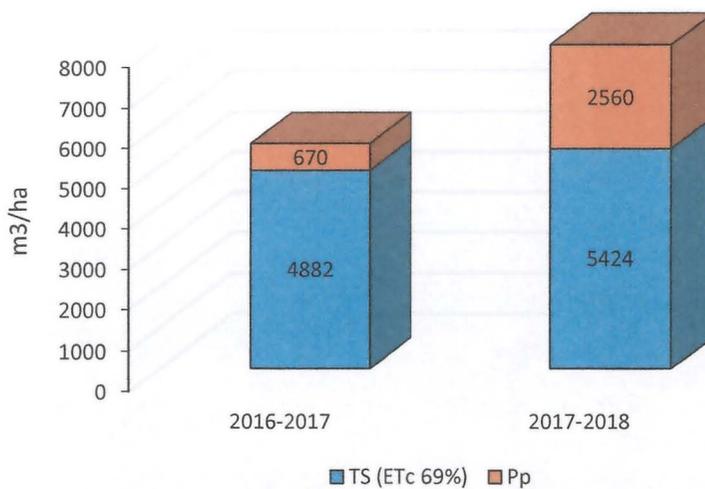


Figura 56. Comparación en el volumen de riego aplicado por hectárea bajo la reposición del 69% de la ETc, y aporte de la precipitación invernal con la que se inició la temporada de crecimiento durante dos periodos de evaluación.

Los antecedentes anteriormente expuestos, es decir, menor demanda hídrica por la condición climática de la temporada 2017-2018, la importante reserva de humedad invernal con la que partió el suelo y la mayor disponibilidad de agua para regar por parte del agricultor, permitieron que el tratamiento T-S (ETc 69%) no alcanzara la condición de estrés hídrico que, si expresó la temporada anterior, especialmente en los meses de mayor demanda ambiental como son diciembre y enero (Figura 26). El tratamiento W entregó un 20% más de agua de la que realmente demandó el cultivo.

En la figura 3 se aprecia el potencial xilemático de las hojas registrado en ambos tratamientos, y en ningún caso estuvieron por bajo -1.0 Mpa, lo que significa que las plantas de nogales durante toda la temporada estuvieron en una zona de confort hídrica.

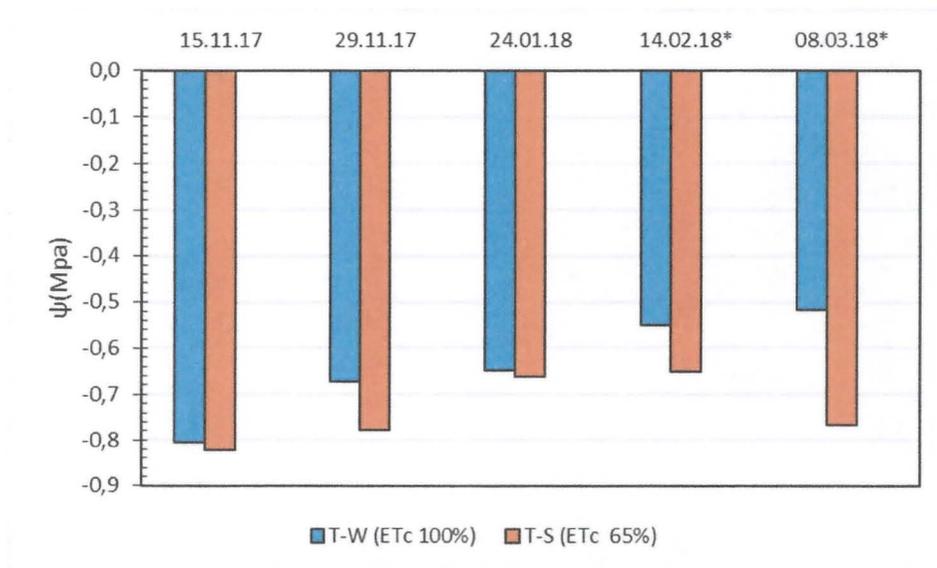


Figura 57. Potencial hídrico tomado desde hojas de ambos tratamientos durante la temporada 2017-2018. * Indica evaluaciones realizadas con goteros modificados.

Cabe destacar que, en cada una de las mediciones efectuadas durante la presente temporada, la presencia de nublados matinales fue importante (Figura 58 y 59, despejándose recién a mediodía mientras que, durante el periodo anterior, todos los días amanecieron despejados). La medición de potencial hídrico se efectuó entre las 14:00 y 16:00 h, periodo en que la demanda hídrica es más alta (Figura 27).



Figura 58. Parcela experimental Infiernillo Norte, 11 de noviembre de 2017 (10:00 h)



Figura 59. Parcela experimental Infiernillo Norte, 29 de noviembre de 2017 (10:00 h)



Figura 60. Medición de potencial hídrico en parcela experimental de Infiernillo Norte.

Evaluaciones fisiológicas

Durante esta temporada, las condiciones de humedad de suelo y del clima permiten que en las horas peak de calor, las plantas, tanto las de tratamiento S como las W alcancen valores mayores de asimilación de CO₂ entre 15 y 20 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

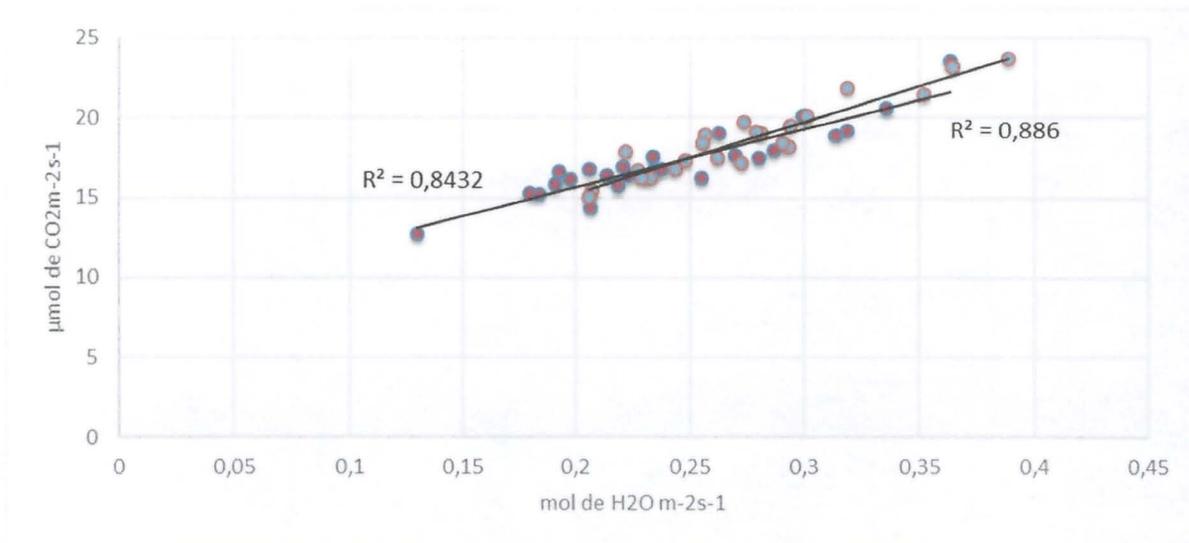


Figura 61. Relación entre Asimilación de CO₂ y de conductancia estomática. Tratamiento S puntos rojos y tratamiento W puntos azules

La temperatura a la hora de mediodía, en general se mantuvo bajo 30° C, lo que implicó un déficit de presión de vapor en el rango entre 2,5 y 3 kPa (figura 62), que de acuerdo a evaluaciones anteriores es adecuado para tener una mayor asimilación de CO₂.

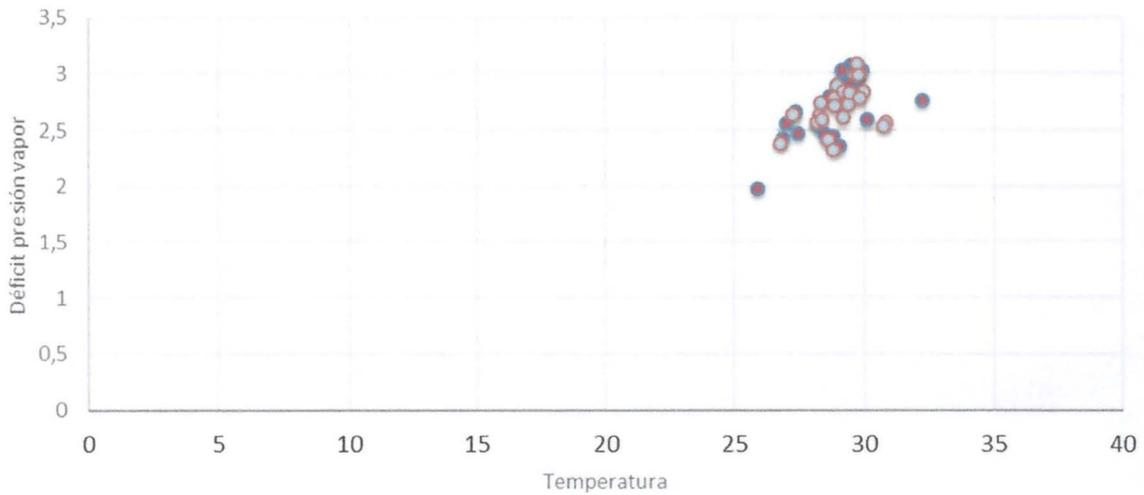


Figura 62. Relación entre temperatura del aire (°C) y déficit presión de vapor (kPa).

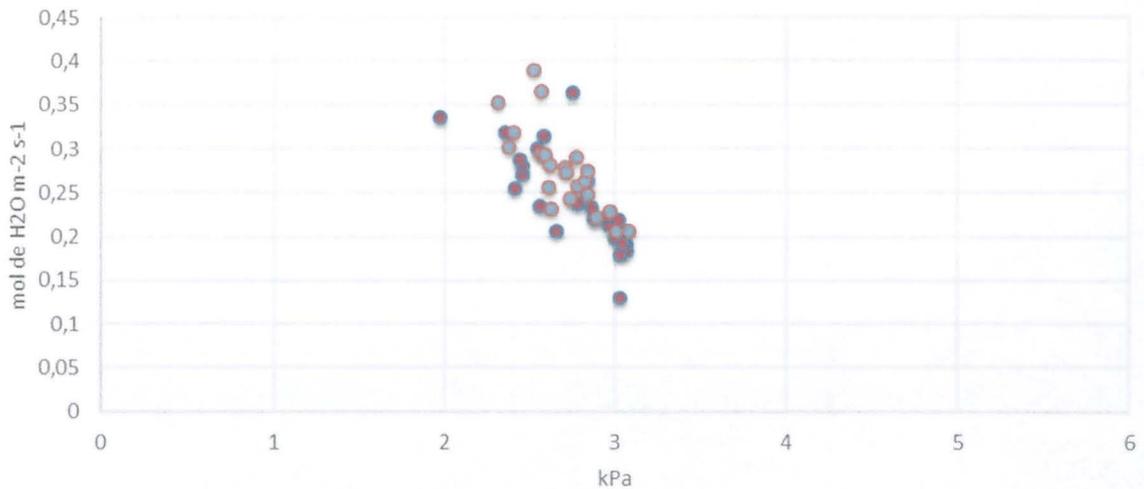


Figura 63. Relación entre déficit de presión de vapor (kPa) y conductancia estomática. Tratamiento S puntos rojos y tratamiento W puntos azules.

Contenido de azúcares y prolina

No se observa diferencias entre tratamientos, sin embargo, es interesante notar que el contenido de carbohidratos a principio de temporada es alto para ir disminuyendo hacia fines de temporada.

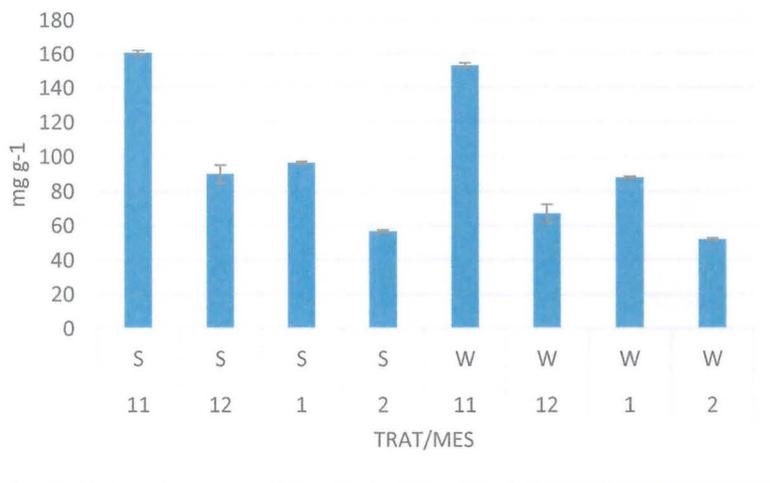


Figura 64. Evolución de contenido de Carbohidratos totales en hojas de tratamiento 69 % Kc (S) y con 100 % Kc (W). Temporada 2017-2018

En esta temporada también se ve a inicio de temporada una mayor cantidad de prolina sin ver diferencias entre tratamientos y, en la medida que avanza la temporada los contenidos de prolina van disminuyendo en ambos tratamientos (figura 65). No se ve una relación con el estado hídrico menos aún cuando en esta temporada la condición hídrica no fue restrictiva.

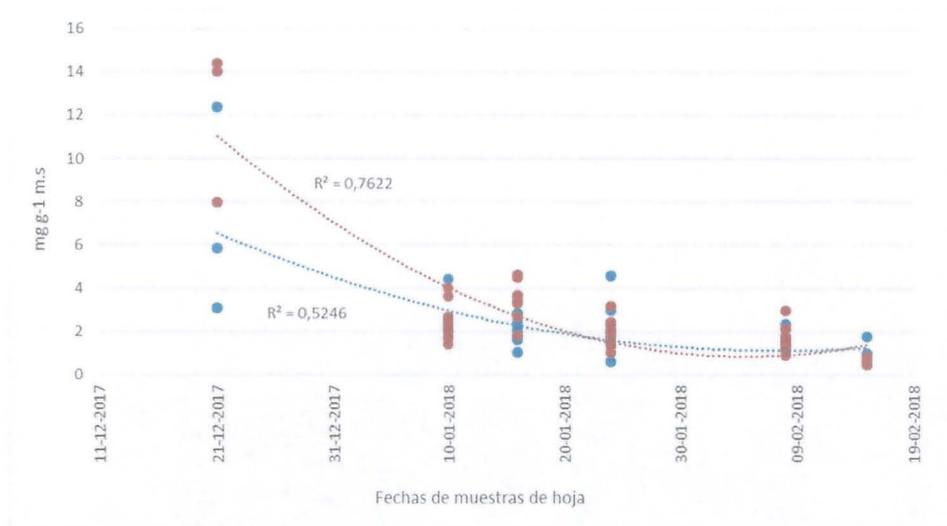


Figura 65. Evolución de prolina (mg g⁻¹) en hojas desde diciembre a febrero Infiernillo Norte.

No se observan diferencias en la proteína en hojas para ambos tratamientos.

Cuadro 9. Contenido de proteína en hojas desde noviembre a febrero de la temporada 217-2018

Tratamiento	mes	Desvest de Proteína en Base seca	
		Proteína en Base seca (%)	(%)
S	01	18,481	1,357
	02	17,040	2,329
	11	18,033	1,187
	12	19,963	1,219
W	01	18,459	1,736
	02	17,782	1,900
	11	18,128	0,905
	12	18,761	2,597

Producción

La producción en esta temporada bajó con respecto al año anterior, por lo tanto, la productividad del agua baja en un 50 % aproximado.

La baja en producción puede deberse al efecto acumulativo de un estrés hídrico, en periodo de sequía y de las altas temperaturas que provocó una baja asimilación de CO₂ y consecutivamente de carbohidratos. Además, los puntos críticos de inducción floral en enero, fue cuando también se produjeron los momentos críticos de estado hídrico de las plantas expresado en el potencial xilemático.

No obstante, hubo prácticas agronómicas que el productor no ejecutó en su momento óptimo, como la aplicación de Retain tardía y no se hizo aplicación de cianamida. Esto también debe afectar el rendimiento

A la fecha de informe final, las nueces están en proceso de secado, por lo tanto, no se tienen las variables de calidad.

Cuadro 10. Producción de nueces y productividad del agua de la temporada 2017-2018 en Infiernillo.

Tratamiento	Kg/planta	Kilos / ha	m ³ /ha	Kg/m ³	m ³ /kg
S	17,9±3,3 b	3186	5424	0,58	1,7
W	23,0±3,8a	4094	7861	0,52	1,9

n=9 árboles , 178 árboles por ha. Letras distintas indican diferencias estadísticas P < 0.05

Cuadros comparativos entre temporadas 2016 y 2017.

Al comparar ambas temporadas a la misma hora de medición, mediodía para los meses de diciembre a febrero, la asimilación de CO₂ en el 2016-2017 fue menor para ambos tratamientos al ser comparado con la temporada 2017-2018.

De acuerdo a los datos de la última temporada, el potencial de producción debería ser mayor que los años anteriores. La asimilación de CO₂ para las plantas de ambos tratamientos fue entre un 50 % a 30 % mayor que la temporada anterior explicado por la mayor conductancia estomática, indicador que ambientalmente las condiciones fueron óptimas, temperatura y déficit de presión de vapor.

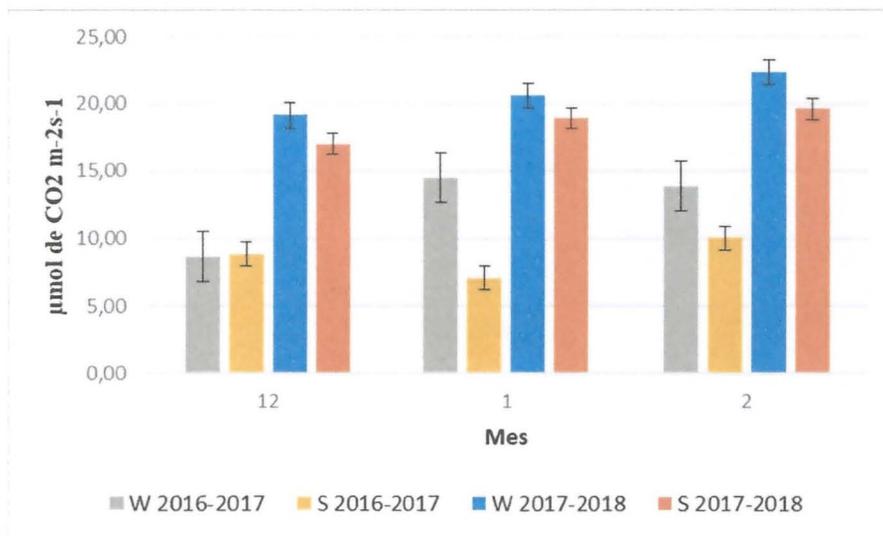


Figura 66. Asimilación de CO₂ de plantas sometidas a dos tasas de riego W 100 ETC y S 69 % TC.

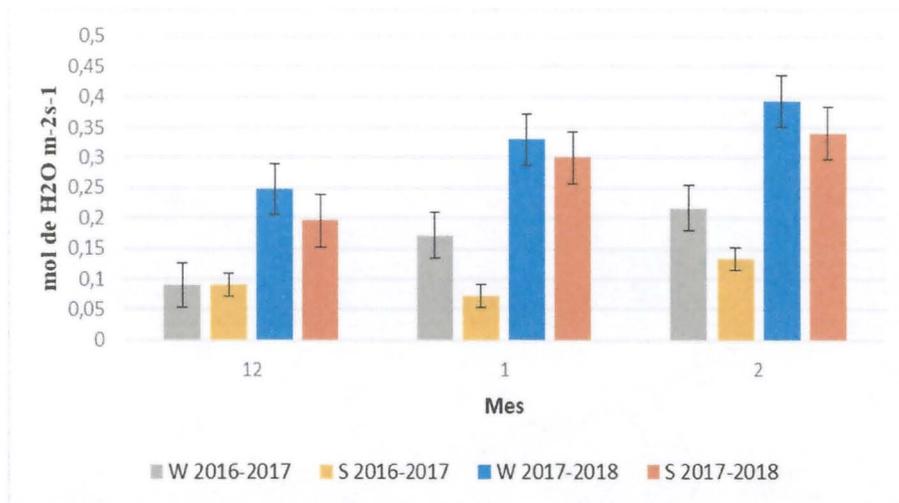


Figura 67. Conductancia estomática de plantas sometidas a dos tasas de riego W 100 ETC y S 69 % TC.

Anexo 2. Ensayos protectores solares.

Efecto de la aplicación de tres protectores solares sobre susceptibilidad a golpe de sol y calidad de nuez en nogal cv. Serr, en la localidad de Llimpo, provincia del Choapa, región de Coquimbo, temporada 2016-2017.

1. Objetivo.

Evaluar el efecto de la aplicación de tres protectores solares sobre golpe de sol en nogal, además de la calidad de nuez y rendimiento de esta.

2. Materiales y Métodos.

El ensayo se efectuó en la localidad de Llimpo (323981,22 E/6476329,06 S), comuna de Salamanca, provincia del Choapa, región de Coquimbo, en un huerto adulto de nogal cv. Serr (13 años) con sus manejos técnicos al día.

El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno.

Los tratamientos fueron:

- T0: Testigo absoluto
- T1: Sun Crops Plus. Composición: caolinita 97% p/p, ácidos grasos 0,93% p/p. Formulación polvo. Dosis/ha: 25 kg. Dosis en ensayo por aplicación: 3,75 kg con mojamiento de 11 lts/planta.
- T2: Fartum® Sun Block. Composición: caolinita 50% p/v, extracto de alga 50 p/v, SiO₂ 26,5% p/v, Al₂O₃ 0,5% p/v, CaCO₃ 5% p/v, otros ingredientes 2% p/v. Formulación líquida. Dosis/ha: 20 lts. Dosis en ensayo por aplicación: 3 lts con mojamiento de 11 lts/planta.
- T3: Sun Block. Composición: Carbonato de calcio 60% p/v. Formulación líquida. Dosis/ha:20-30 lt. Dosis ensayo por aplicación: 1,7 lt con mojamiento de 11 lts/planta.

Se realizaron tres aplicaciones por tratamiento, habiéndose efectuado la primera de ellas el 29/11/16. Las otras dos fueron ejecutadas el 13/12 y 27/12 del año 2016.

3. Evaluación.

- Se evaluó la totalidad de la producción de cada árbol según tratamiento.
- Se evaluó la cantidad de frutos con daño por golpe de sol y la intensidad de este.
- Se evaluó la calidad de la fruta postcosecha, específicamente el color de pulpa, según tratamiento.



Figura 68. Aplicación de bloqueador solar en parcela experimental de Llimpo.

4. Antecedentes adicionales del huerto

La superficie del cuartel donde está inserto el ensayo, es de 2,6 ha. El marco de plantación es de 6x7 m, con tres lineales de riego y 18 goteros por planta, espaciados a 1 m entre sí. Los manejos técnicos que se efectuaron en el predio son poda invernal y

aplicación contra polilla de la manzana a través del monitoreo de trampa. La temporada de riego se inició en agosto 2016 ante la falta de precipitaciones invernales.

No hay sensores para datos climáticos. La estación más cercana es Chillepín (CEAZA) o el Keytag de Barraco.

Cuadro 11. Horas de riego durante temporada 2016-2017 a la fecha.

Mes	N° horas de riego
Agosto	12
Septiembre	20
Octubre	50
Noviembre	64
Diciembre	32
Enero	81
Febrero	80
Marzo	52
Total	391

En el mes de agosto se regó sólo una vez, mientras que entre septiembre y febrero, la frecuencia de riego fue de dos veces por semana, disminuyendo en marzo a un riego semanal. La cantidad de agua total aplicada a la fecha es 6.700 m³/ha.

Instalación termocuplas para el registro de temperaturas a nivel de frutos en el ensayo de protectores solares.

Con el objetivo de conocer los efectos de la alta radiación y temperatura sobre los frutos de las nueces sometidos a diferentes tratamientos de bloqueadores, a inicios de septiembre, se instalaron en dos tratamientos sondas termocuplas, que permiten registrar en forma continua la temperatura en este caso de los frutos del nogal. En una primera etapa, se instalaron en los tratamientos T1 (Suncrops) y T2 (Sunblock), ambos protectores solares, y se instalaron 4 termocuplas por planta, dos termocuplas con exposición norte, que reciben sol durante gran parte del día y dos termocuplas con exposición sur (figura 69), para contrarrestar la temperatura de los frutos bajo sombra. Esto sensores se fueron rotando entre los tratamientos para tratar de determinar su patrón de temperatura.



Figura 69. Frutos del nogal con instalación de termocuplas, (izquierda) fruto exposición norte (derecha) fruto exposición sur.

Cada una de las termocuplas se conectó a un datalogger (figura 70) que permite registrar cada media hora las temperaturas que se registran en el campo, datalogger que tienen autonomía propia ya que está conectado a un panel solar para permitir dar energía a los equipos.

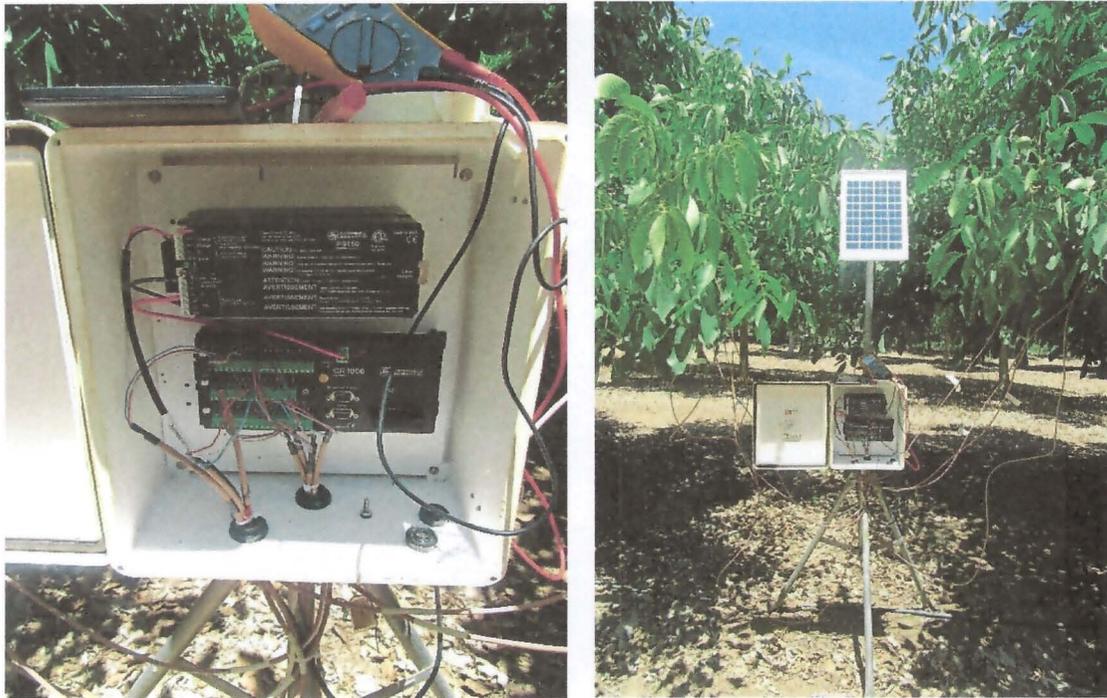


Figura 70. (Izquierda) Datalogger Campbell que permite el registro de datos continuos. (Derecha) Estación de monitoreo energizado con panel solar.



Figura 71. Huerto de Llimpo, evaluación golpe de Sol.

Resultados

Potencial hídrico xilemático

La evaluación del estado hídrico de las plantas, antes del riego, en el periodo de mayor demanda ambiental (entre 14:00 y 16:00 hr), con el propósito de observar si la aplicación de los distintos ingredientes activos o formulaciones de los bloqueadores solares empleados afectaban el potencial hídrico de los nogales indicó que no hubo diferencia significativa en los resultados obtenidos (Figura 72). Las plantas se encontraban dentro de la zona de confort hídrico (valores sobre -0.8 Mpa).

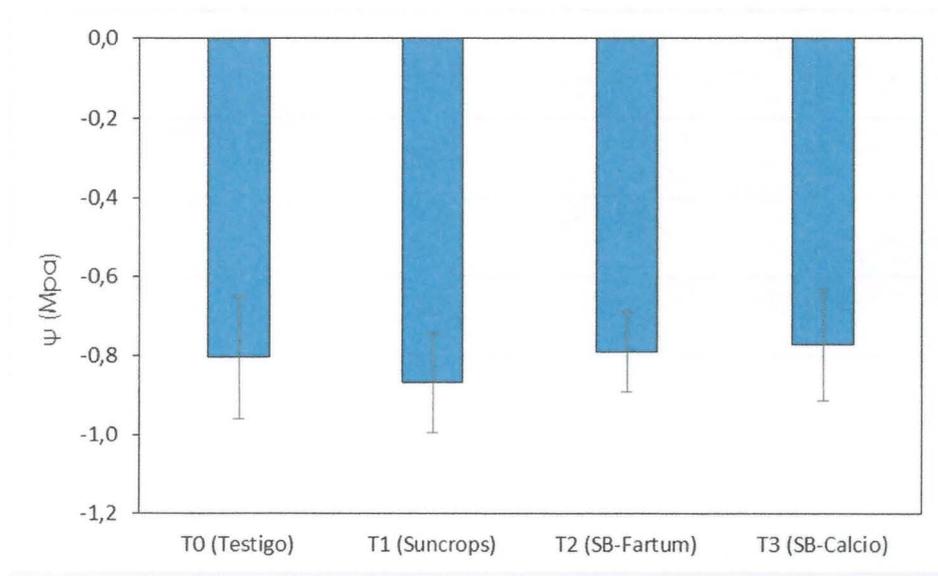


Figura 72. Potencial hídrico promedio por tratamiento bajo distintos tratamientos.

Condiciones de temperatura y humedad relativa

El 29 de diciembre de 2016 se instaló en la parcela experimental un registrador de temperatura y humedad relativa (Keytag) con el cual se registró la temperatura ambiente y la humedad relativa del predio (Figura 73 y 74). Asimismo, con los datos obtenidos se pudo establecer que Llimpo y Barraco tienen un comportamiento climático similar, pues ambos se ubican en el Valle del Choapa, muy cercanos entre sí, no obstante, Llimpo presenta una humedad relativa mínima más alta que Barraco y temperaturas máximas, levemente menores.

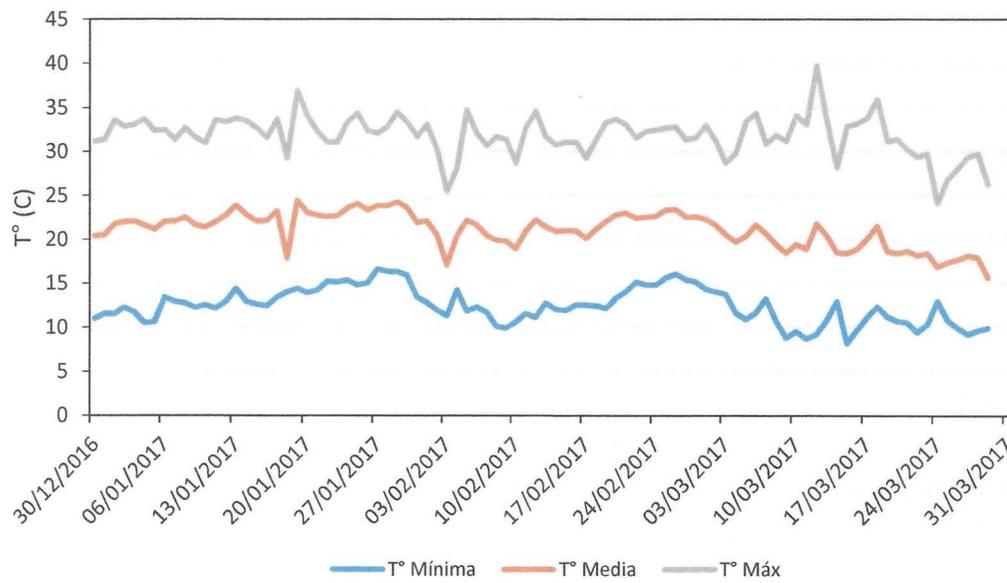


Figura 73. Registro de temperatura en parcela experimental de Llimpo.

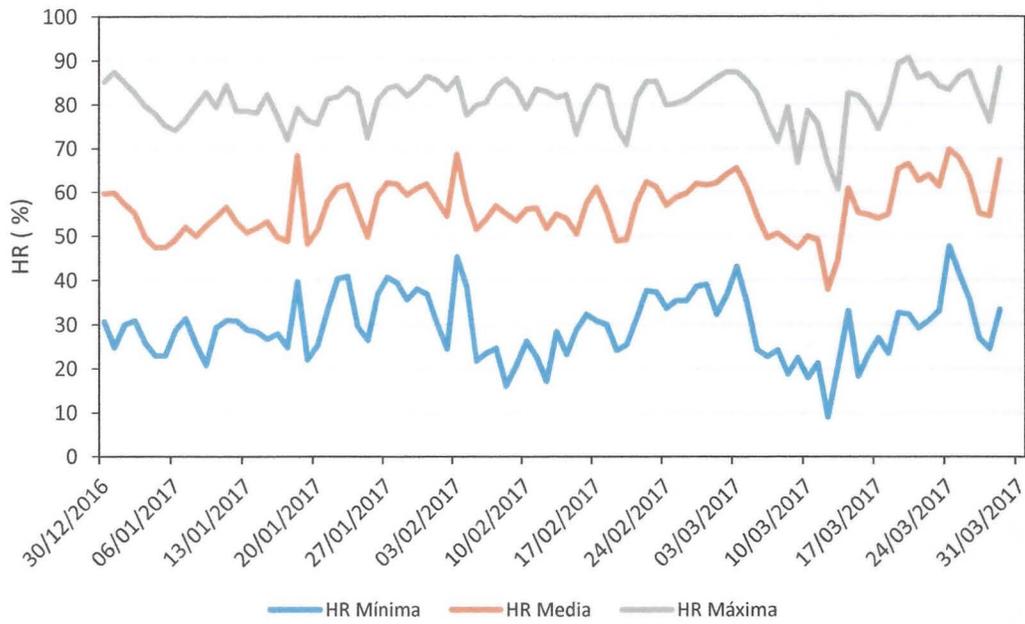


Figura 74. Registro de humedad relativa en parcela experimental de Llimpo.

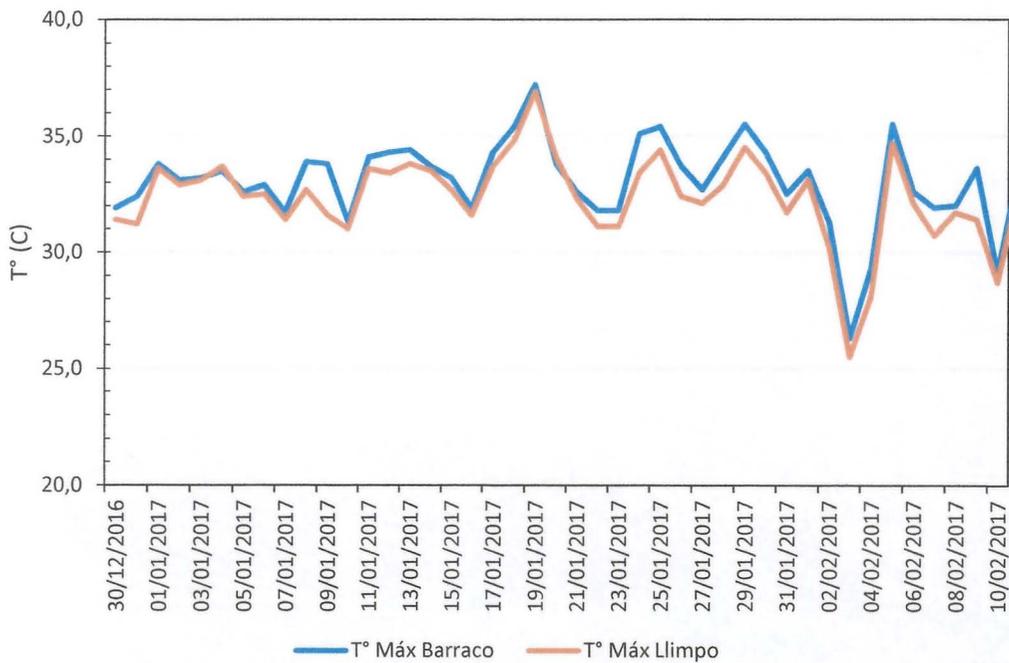


Figura 75. Comparación de humedad relativa mínima en las tres parcelas experimentales (Temporada 2016-2017)

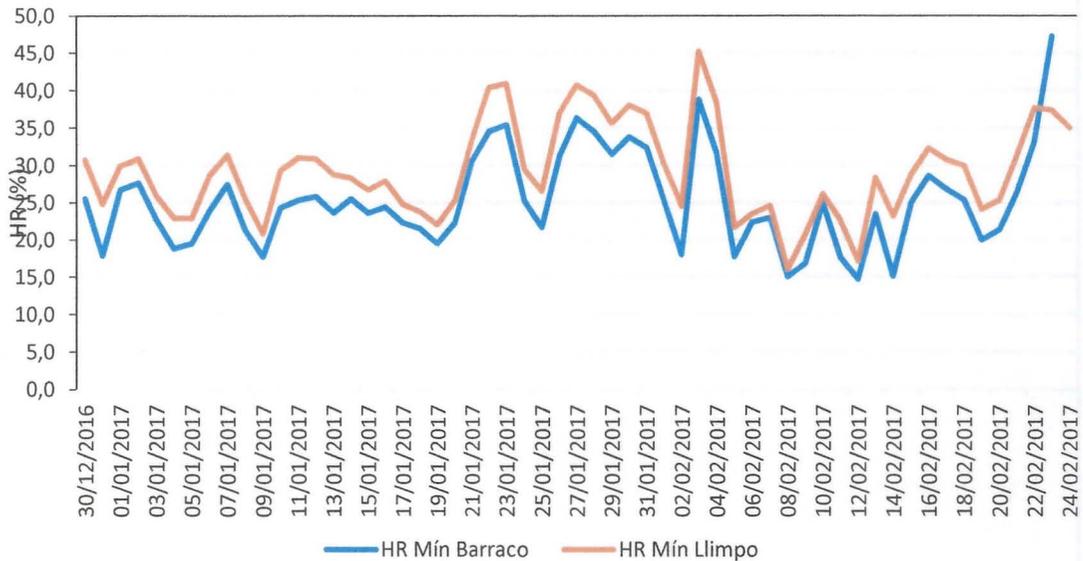


Figura 76. Comparación de humedad relativa mínima en las tres parcelas experimentales (Temporada 2016-2017).

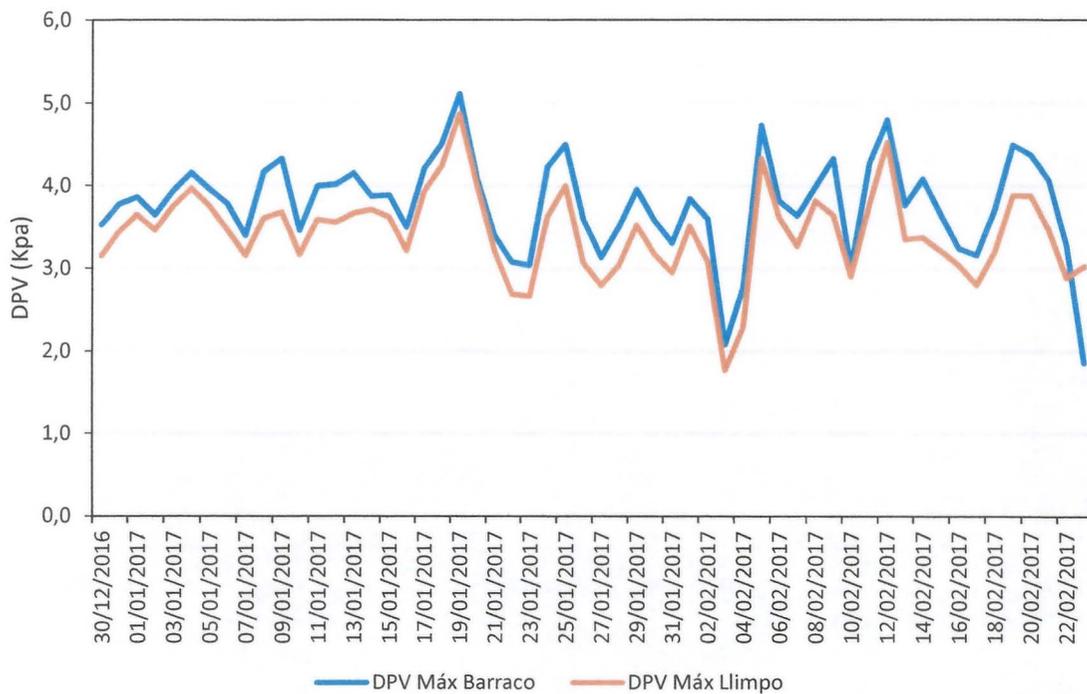


Figura 77. Comparación de déficit de presión de vapor (DPV) máximo en las tres parcelas experimentales (Temporada 2016-2017).

Temperaturas a nivel de frutos en el ensayo de protectores solares.

En diciembre de 2016 (días después de la aplicación), entre T1 y T2 se observó claramente que los frutos expuestos al sol (este) reflejaron diferencia, ya que bajo T2 alcanzaron temperaturas máximas diarias sobre 30°C, mientras que con T1 no sobrepasaron, en promedio, los 27°.

Los frutos bajo sombra (entre hojas oeste), independiente del tratamiento, presentaron una temperatura máxima similar en torno a los 15°C.



Figura 78. Efecto de dos bloqueadores solares en la temperatura máxima de fruto alcanzada diariamente.

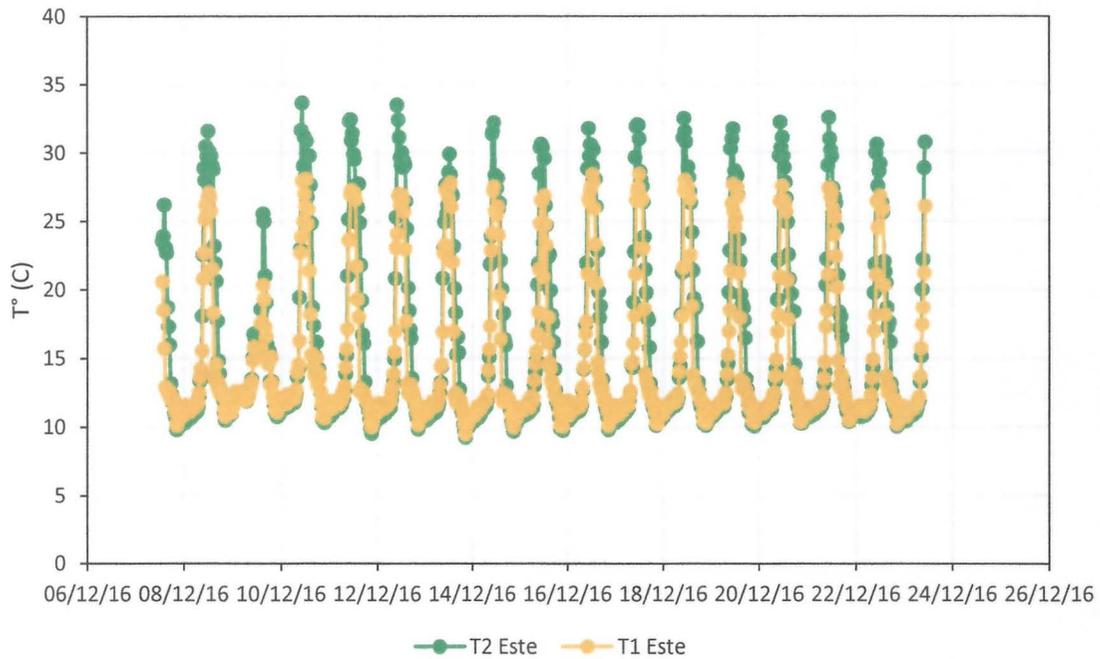


Figura 79. Efecto de dos bloqueadores solares en la temperatura diaria de frutos expuestos al sol (orientación este).

Entre T0 y T3 se dio una situación particular, pues los frutos sin bloqueador solar (T0) entre el 23 de diciembre y 18 de enero alcanzaron una temperatura máxima diaria en torno a los 30°C, mientras que, en el mismo periodo, los frutos bajo T3 no sobrepasaron los 26°C, sin embargo, el 18 de enero el comportamiento de las curvas cambió, disminuyendo la temperatura máxima diaria de los frutos testigo, e incrementándose por sobre los 30°C la de los frutos T3. Este período corresponde a prácticamente 1 mes después de la aplicación, por tanto, se podría explicar que ya no hay efecto de bloqueador (Figura 80).

Por otra parte, los frutos bajo sombra (orientación oeste), ese mismo día, dejaron de alcanzar los 21°C como máximo y se equipararon al testigo hasta el final de la evaluación (Figura 82) manteniéndose en temperaturas moderadas.



Figura 80. Efecto de dos bloqueadores solares en la temperatura máxima de fruto alcanzada diariamente.

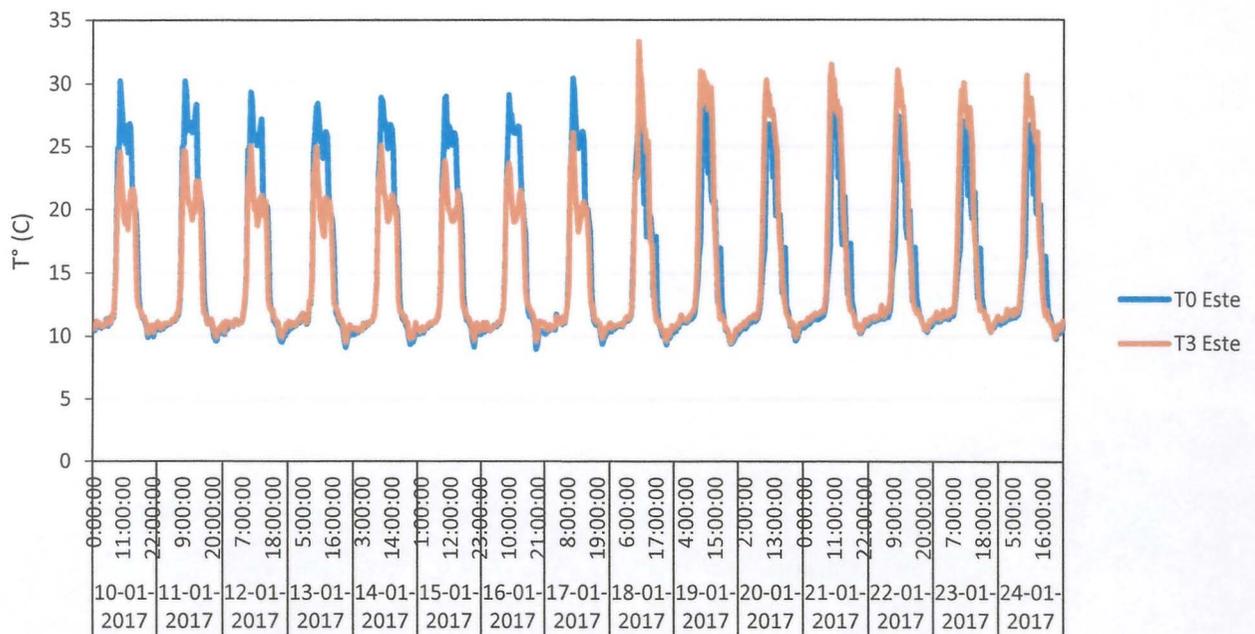


Figura 81. Cambio en el comportamiento de la temperatura máxima alcanzada por el fruto bajo T3 expuesto directamente al sol (este).

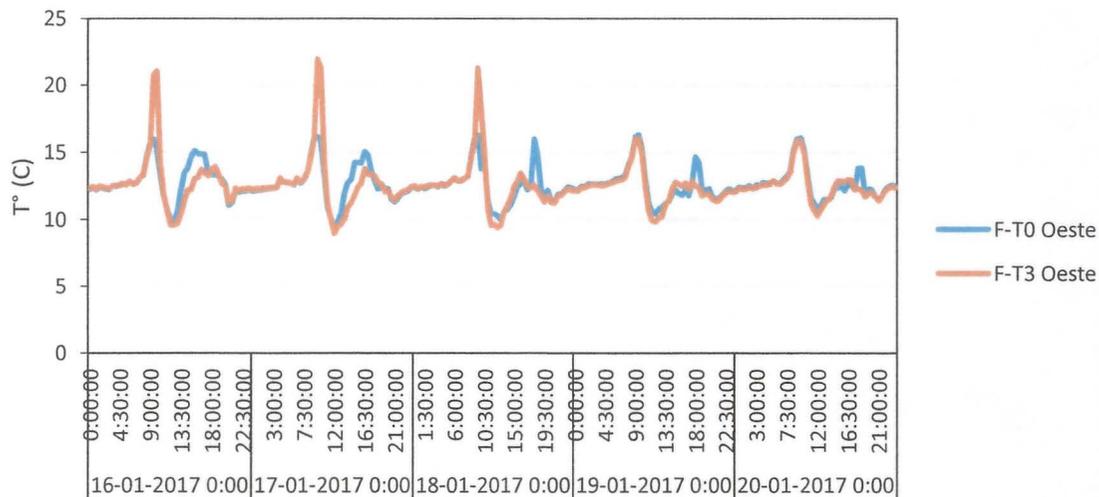


Figura 82. Cambio en el comportamiento de la temperatura máxima alcanzada por el fruto bajo T3 no expuesto al sol (oeste).

Asimilación de CO₂

Después de 1 mes y 3 meses de aplicación, se evaluó la condición fotosintética de las plantas y, no se observó un patrón que indicara que las plantas se ven afectadas por los protectores solares.

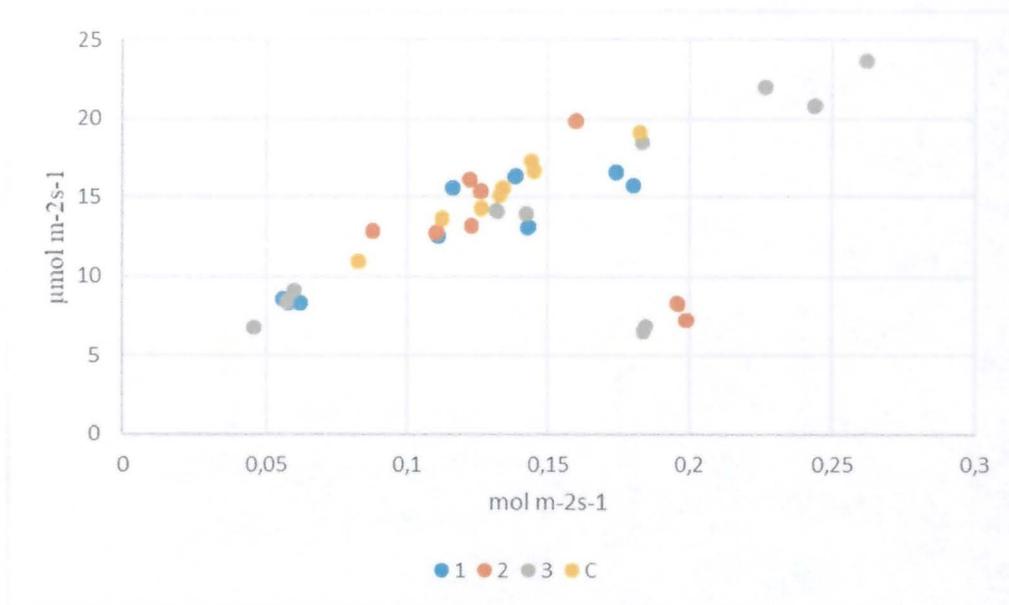


Figura 83. Relación entre conductancia y asimilación de CO₂ en plantas con diferentes bloqueadores solares aplicados en diciembre, medición del 18 de enero de 2017.

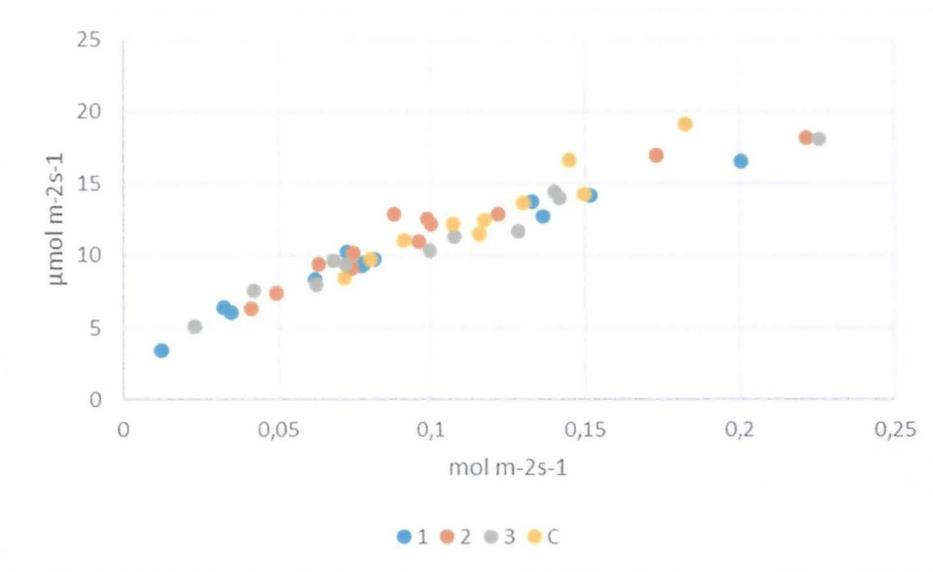


Figura 84. Relación entre conductancia y asimilación de CO₂ en plantas con diferentes bloqueadores solares aplicados en diciembre, medición del 28 de marzo de 2017.

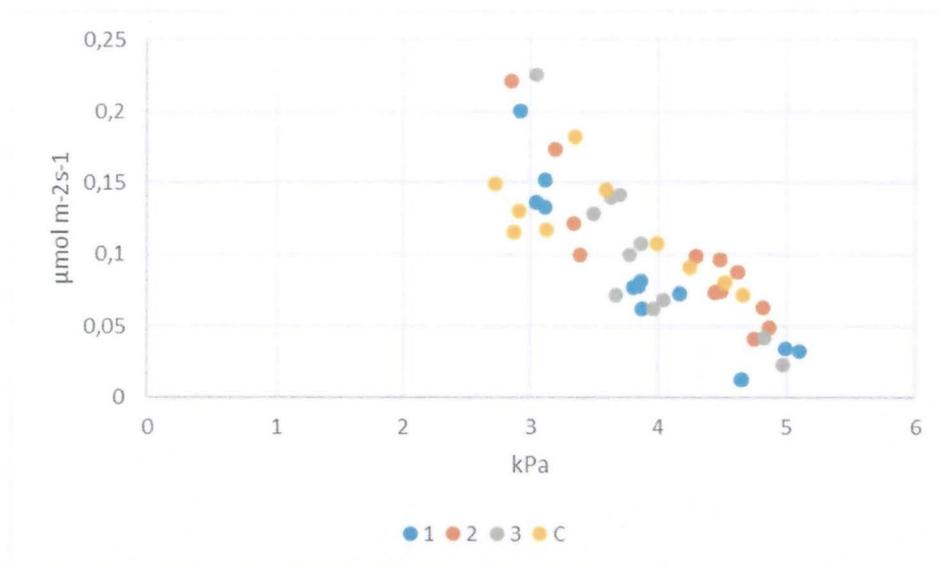


Figura 85. Relación entre DPV de la hoja y en plantas con diferentes bloqueadores solares aplicados en diciembre, medición del 28 de marzo de 2017

Producción

Se evaluó la totalidad de la producción de cada árbol según tratamiento, cosechando el ensayo el 30 y 31 de marzo. Inicialmente se pretendía cosechar por punto cardinal pero en terreno no fue factible por la dimensión de los nogales. Previo a la cosecha se extrajo de cada uno de los árboles según tratamiento 100 nueces con orientación este y oeste,

con el propósito de evaluar la calidad de la fruta post-cosecha, específicamente el color y daños de golpe de sol.



Figura 86. Cosecha de nueces en huerto experimental de Llimpo.

- Se evaluó la cantidad de frutos con daño por golpe de sol y la intensidad según tratamiento diferenciando por punto cardinal

Posterior a la última aplicación de bloqueador solar se hizo un seguimiento cada quince días para cuantificar cantidad de frutos con daño al golpe de sol y la intensidad de este según tratamiento, diferenciando por punto cardinal (este-oeste). Para ello se marcó en cada uno de los árboles según tratamiento, 10 nueces con orientación este y otras 10 con exposición oeste. Luego, dichos frutos fueron comparados con una escala que indicó cinco intensidades de daño (Figura 87).



Figura 87. Escala de daño por golpe de sol en nueces empleada para evaluación enterreno. Fuente: http://www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/pdf/Art%C3%ADculo_Comp_o_RA74_Invelop.pdf

Por otra parte, se hizo un seguimiento fotográfico de un fruto expuesto completamente al sol por tratamiento, con el objetivo de cuantificar el avance del golpe sol. Así es como en la secuencia de fotos se observa que el daño por golpe de sol se incrementa a medida que transcurre el tiempo, alcanzando un nivel máximo a fines de febrero previo a la cosecha. Todos los frutos presentaron la misma evolución independiente del tratamiento (Figura 88 y 89). Asimismo, el 02 de marzo se tomaron frutos con distintas intensidades de daño, independiente del tratamiento y se fotografiaron tanto externa como internamente para observar el compromiso de tejido tanto por fuera como dentro de la nuez.

T0-Testigo	
20-12-16	05-01-17
	
23-01-17	03-02-17
	
24-02-17	

Figura 88. Evolución de golpe de sol en Testigo (T0).

T1-Sun Crops Plus

20-12-16



05-01-17



23-01-17



03-02-17



24-02-17



Figura 89. Evolución del golpe de sol bajo tratamiento T1-Sun Crops Plus.

T2-Sun Block Fartum

20-12-16



05-01-17



23-01-17



03-02-17



24-02-17



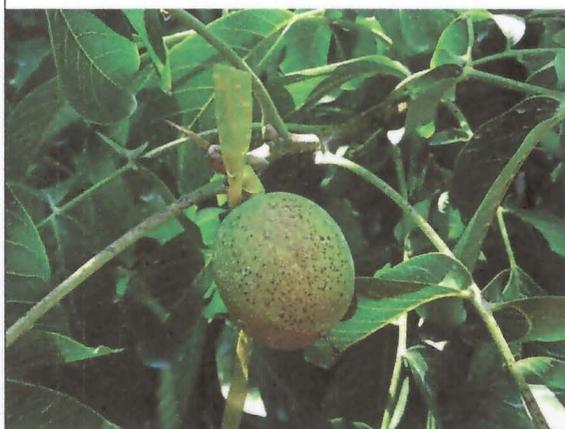
Figura 90. Evolución del golpe de sol bajo tratamiento T2-Sun Block Fartum.

T3- Sun Block (Carbonato de calcio)

20-12-16



05-01-17



23-01-17



03-02-17



24-02-17

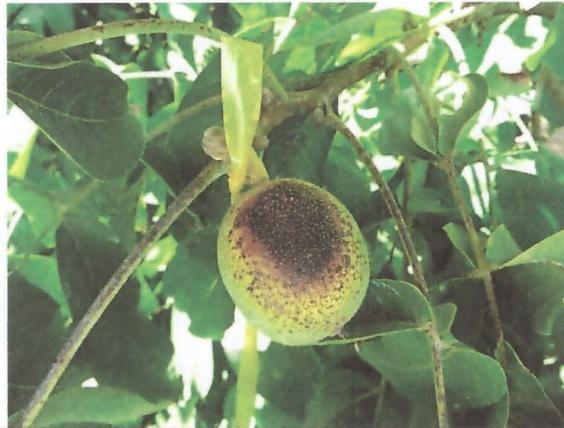


Figura 91. Evolución del golpe de sol bajo tratamiento T3-Sun Block Carbonato de calcio.

La nuez con daño suave presentó aparición de “pecas” y decoloración del pelón el que pasó de un tono verde a un tono bronceado, no obstante, internamente no se observó anomalía alguna. Con daño moderado, además del cambio de color en el pelón y el aumento de “pecas” se observó que la cáscara se adelgaza en la zona del daño externo, generando problemas de llenado de pulpa, el cual se acrecienta con el daño severo y el excesivo, incluso en este último caso, llegando a romperse la cáscara de la nuez (figura 92).

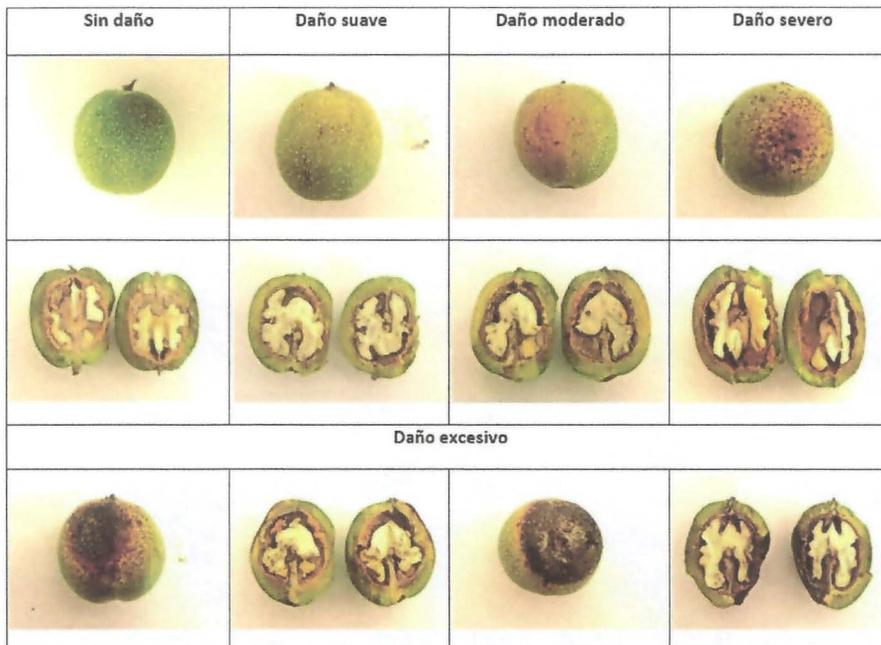


Figura 92. Intensidad de daño interno y externo por golpe de sol en nuez en parcela experimental de Llimpo.

La aparición del golpe de sol de mayor intensidad I3 y I4, viene a expresarse hacia fines del verano, donde se alcanza alrededor de 10-20 % de frutos afectados. No se observa diferencias estadísticas entre los tratamientos.

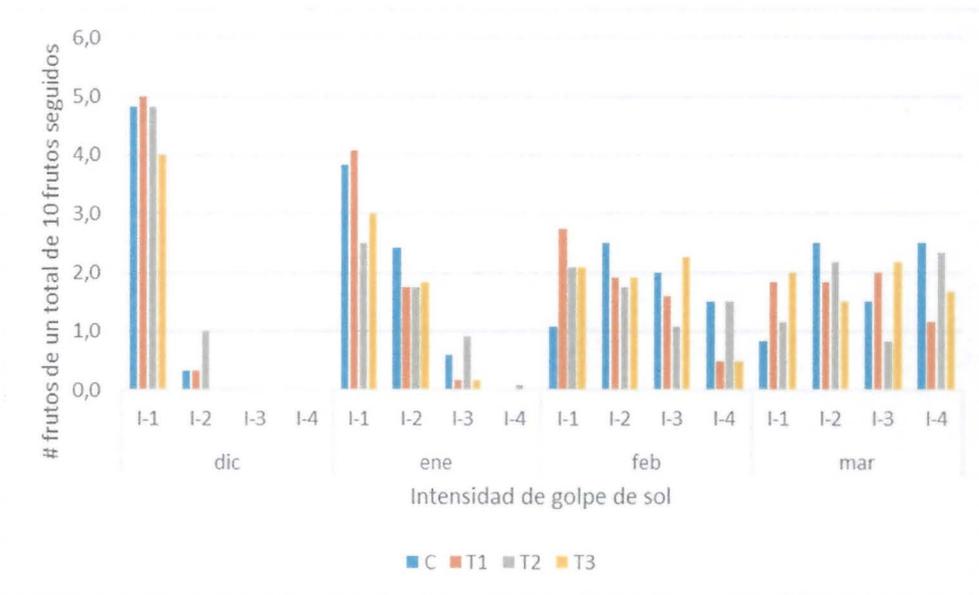


Figura 93. Evolución de la intensidad de golpe de sol en los distintos tratamientos comparado con control.

En términos numéricos, el promedio de frutos más afectados por golpe de sol (Intensidad 4) en la exposición este es de 10 % para el tratamiento control, Sun crops plus y Sun block, mientras que para Fartum disminuye a un 3 %.

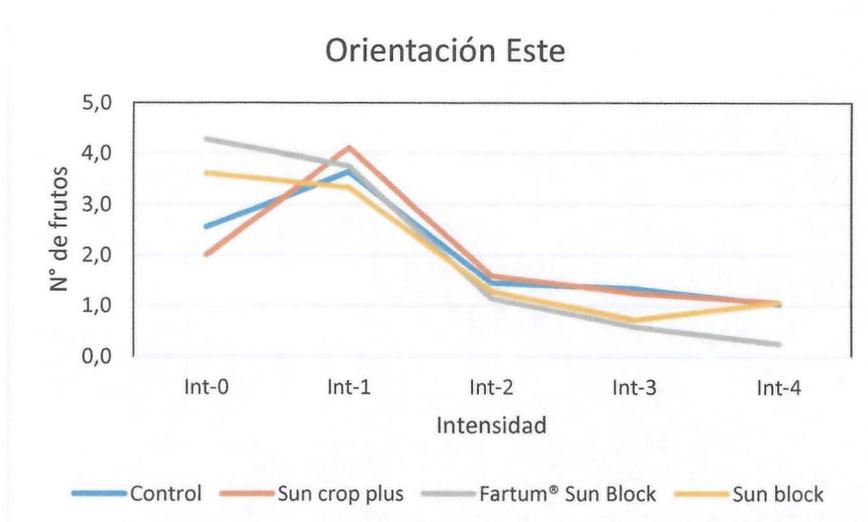


Figura 94: Número de frutos por intensidad de golpe de sol según distintos bloqueadores solares, orientación Este. Evaluación iniciada después de 2 aplicaciones.

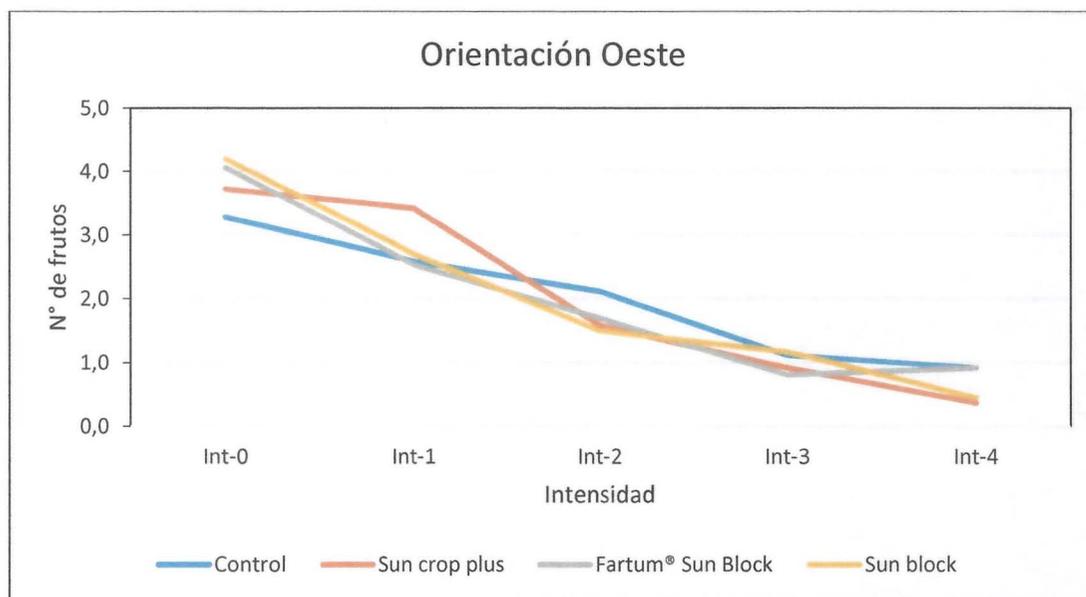


Figura 95: Número de frutos por intensidad de golpe de sol según distintos bloqueadores solares, orientación Oeste. Evaluación iniciada después de 2 aplicaciones.

Resultado análisis foliar

El 12 enero de 2016 se extrajo una muestra foliar de nogal en cada una de las repeticiones por tratamiento para un análisis de fertilidad completa más boro. Los resultados se resumen a continuación:

T0 (Testigo)						
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado		
Nitrógeno total	%	2,6	Adecuado	2,2	a	3,2
Fósforo	%	0,2	Adecuado	0,1	a	0,3
Potasio	%	1,8	Adecuado	1,2	a	1,8
Calcio	%	2,4	Alto	1	a	2
Magnesio	%	0,5	Adecuado	0,3	a	0,6
Zinc	ppm	15,3	Bajo	18	a	60
Manganeso	ppm	429,0	Excesivo	30	a	100
Cobre	ppm	6,7	Adecuado	4	a	20
Boro	ppm	136,7	Adecuado	36	a	200

T1 (Sun Crops Plus)						
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado		
Nitrógeno total	%	2,6	Adecuado	2,2	a	3,2
Fósforo	%	0,2	Adecuado	0,1	a	0,3
Potasio	%	1,9	Alto	1,2	a	1,8
Calcio	%	2,3	Alto	1	a	2
Magnesio	%	0,5	Adecuado	0,3	a	0,6
Zinc	ppm	15	Bajo	18	a	60
Manganeso	ppm	313	Excesivo	30	a	100
Cobre	ppm	6	Adecuado	4	a	20
Boro	ppm	103	Adecuado	36	a	200

Llimpo T2 (Sun Block-Fartum)						
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado		
Nitrógeno total	%	2,7	Adecuado	2,2	a	3,2
Fósforo	%	0,2	Adecuado	0,1	a	0,3
Potasio	%	1,9	Alto	1,2	a	1,8
Calcio	%	2,2	Alto	1	a	2
Magnesio	%	0,5	Adecuado	0,3	a	0,6
Zinc	ppm	15	Bajo	18	a	60
Manganeso	ppm	453	Excesivo	30	a	100
Cobre	ppm	7	Adecuado	4	a	20
Boro	ppm	105	Adecuado	36	a	200

T3 (Sun Block-Calcio)						
Elemento	Unidad	Contenido	Categoría	Rango Adecuado		
Nitrógeno total	%	2,7	Adecuado	2,2	a	3,2
Fósforo	%	0,2	Adecuado	0,1	a	0,3
Potasio	%	1,7	Adecuado	1,2	a	1,8
Calcio	%	2,4	Alto	1	a	2
Magnesio	%	0,5	Adecuado	0,3	a	0,6
Zinc	ppm	16	Bajo	18	a	60
Manganeso	ppm	366	Excesivo	30	a	100
Cobre	ppm	7	Adecuado	4	a	20
Boro	ppm	114	Adecuado	36	a	200

Independiente del tratamiento, las categorías son iguales entre si, excepto en el caso del potasio, el cual fue adecuado bajo el tratamiento T0 y T3 y alto, para T2 y T1. Se observó que el huerto presenta deficiencia de zinc y exceso de manganeso. El resto de elementos están en un nivel adecuado, excepto el calcio que es levemente alto.

El exceso de manganeso se debe a una condición natural del Valle, por alto contenido de este mineral a nivel de suelo.

Temporada 2017-2018

Para la temporada 2017/2018 con el objetivo de evaluar por segunda temporada consecutiva el efecto de los bloqueadores solares sobre los frutos de nogales, se realizó la aplicación de 3 productos comerciales en dos huertos, uno ubicado en la provincia del Choapa y el otro en la provincia del Limarí.

Ambos huertos corresponden a la variedad Serr, el huerto de Ovalle fue establecido en el año 2010, mientras que el huerto de Chillepin fue establecido el año 2005, ambos en plena productividad. En la figura 1, se detalla la ubicación de los tratamientos en cada uno de los huertos.

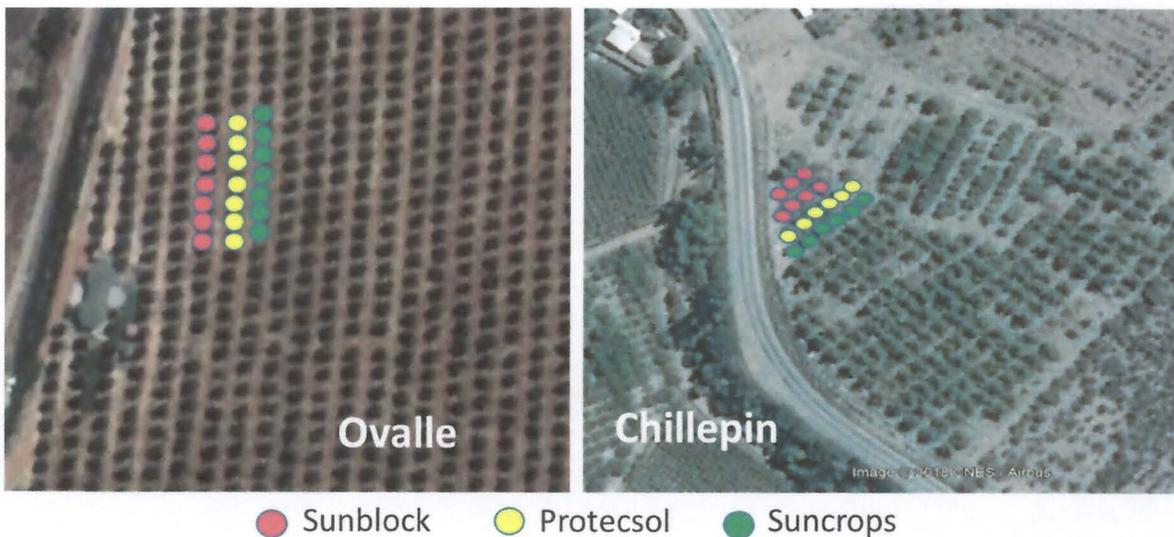


Figura 96.- Ubicación de los tratamientos de bloqueadores solares en cada huerto de nogal, tanto en Ovalle como en Chillepin.

Descripción de los bloqueadores.

La elección de los bloqueadores utilizados en ambos huertos, son los que más han sido utilizados por los productores tanto en el Limarí y Choapa en las últimas temporadas, donde las condiciones climáticas referentes a las altas temperaturas, baja humedad relativa y alta radiación, han generado las condiciones favorables para generar daño a

nivel de frutos, disminuyendo la calidad de la fruta y un porcentaje considerable de fruta de desecho. Ante estas condiciones, se utilizaron 3 bloqueadores solares comerciales y que se describen en el cuadro 12.

Cuadro 12. Descripción de los bloqueadores solares aplicados en los nogales.

Producto comercial	Ingrediente activo	Concentración	presentación	Dosis
Protecsol	Caolin	Caolin 95%	Polvo	50 kg/ha
Sunblock	Caolin	Caolin 50%	Líquido	2 kg/100 L
Suncrops	Caolin	Caolin 97%	Polvo	2,5 kg/100 L

Las aplicaciones de los bloqueadores en ambos huertos se realizaron a partir de la segunda semana de diciembre y las siguientes de acuerdo a la recomendación de cada producto. En el cuadro 13, se detallan el número de aplicaciones totales que se realizaron de cada producto y las fechas en las cuales se aplicaron, tanto para el huerto de Ovalle como de Chillepin, ubicado en Choapa.

Cuadro 13. Numero de aplicaciones y fechas en las cuales se aplicaron los bloqueadores en ambos huertos de nogales.

Producto comercial	N° de aplicaciones	fechas de aplicación
Protecsol	3	1°: 13/12- 2°:20/12 - 3°: 27/12
Sunblock	5	1°: 13/12 - 2°: 27/12 - 3°: 10/01 - 4°:31/01 - 5°:21/02
Suncrops	5	1°: 13/12 - 2°: 27/12 - 3°: 10/01 - 4°:31/01 - 5°:21/03

Para el caso de Protecsol, solo se realizaron 3 aplicaciones a dosis completa de las 5 recomendadas por el fabricante, ya que evaluaciones realizadas en la temporada 2015/2016 en el predio de Chillepin determinaron que solo 3 aplicaciones son suficientes para proteger la fruta. Para el caso de Sunblock y Suncrops, las primeras 3 aplicaciones se realizaron cada 15 días y las 2 posteriores cada 21 días.

En la figura siguiente, permite comparar la condición de la planta una vez que se han realizado las 3 primeras aplicaciones, notándose claramente el efecto físico de cada producto sobre las hojas y frutos.



Para el caso del producto Protecsol, deja claramente una película de color blanco sobre hojas y frutos, barrera que permite proteger de mejor forma las nueces impidiendo el daño directo de la radiación, mientras que los productos Sunblock y Suncrops, prácticamente no dejan una película sobre el área aplicada, tal como se aprecia en la foto.

Medición de temperatura de frutos

Posterior a la tercera aplicación de los bloqueadores, se realizaron mediciones de temperatura de frutos, con el objetivo de verificar si la aplicación de dichos productos tiene impacto sobre la condición de la fruta. La medición de las temperaturas se realizó con un termómetro térmico portátil (figura 97) midiendo 3 frutos por tratamiento. Las mediciones de temperaturas tanto del huerto de Ovalle como de Chillepin, se describen en los cuadros 14 y 15.



Figura 97. Medición de la temperatura de los frutos según tratamiento.

Cuadro 14. Temperatura de frutos medidos en 3 fechas en el huerto de Ovalle de acuerdo al tratamiento.

Tratamiento	10-01-2018			17-01-2018			24-01-2018		
	Temperatura °C								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Protecsol	26,7	25,9	26,0	26,9	27,0	26,8	26,9	27,0	26,2
Sunblock	23,4	24,9	23,1	24,8	23,9	24,5	24,8	24,7	24,2
Suncrops	23,7	23,9	23,8	24,5	24,9	25,0	24,1	24,8	25,0
Testigo	25,7	25,9	26,1	26,4	27,1	27,8	26,6	26,9	26,8

3 frutos evaluados por fecha y tratamiento

De acuerdo a lo indicado en el cuadro 3, las temperaturas registradas de los tratamientos del huerto de Ovalle respecto a los frutos, Sunblock y Suncrops fueron menores al resto de los tratamientos, mientras que el de Protecsol, fue muy similar a lo registrado por el testigo, sin embargo las temperaturas registradas en las 3 fechas son menores a 30°, condición que no genera daño tanto a la planta como al fruto.

Cuadro 15. Temperatura de frutos medidos en 3 fechas en el huerto de Chillepin de acuerdo al tratamiento.

Tratamiento	12-01-2018			18-01-2018		
	T° fruto 1	T° fruto 2	T° fruto 3	T° fruto 1	T° fruto 2	T° fruto 3
Protecsol	30,8	30,1	31,0	31,2	30,9	31,8
Sunblock	28,3	28,4	28,7	28,9	29,1	28,6
Suncrops	27,8	28,1	28,4	28,1	28,9	28,7
Testigo	31,7	31,8	32,1	32,8	33,2	33,1

Las mediciones realizadas en el predio de Chillepin fueron 2, realizadas los días 12 y 18 de enero y a diferencia del predio de Ovalle, las temperaturas de los frutos fueron mayores, y esto se debe a que el huerto de Chillepin se encuentra al interior de Salamanca donde las temperaturas son mayores respecto al huerto de Ovalle, que se encuentra más cerca de la costa.

Al mismo caso de las temperaturas de Ovalle, los tratamientos de Suncrops y Sunblock fueron menores, estando por debajo de los 30°, mientras que el testigo y Protecsol, estuvieron sobre los 30°. A pesar que las temperaturas de los frutos testigo fueron sobre los 30°, estos no generaron daño severo sobre los frutos (grado 4), y solo se manifestó una leve tonalidad parda por efecto de la T° y radiación, a diferencia de otras temporadas en que los frutos expuestos al sol, han presentado niveles mayores de quemadura del pelón. En la figura 98, se detallan los diferentes grados de daño por golpe de sol en frutos.

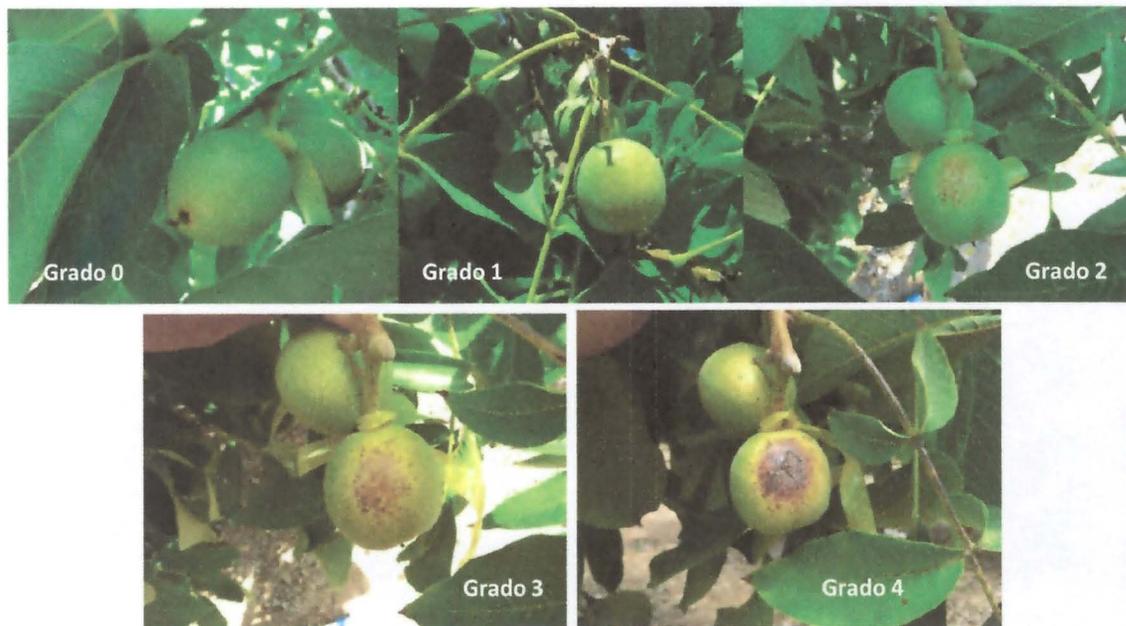


Figura 98. Diferentes grados de golpe de sol en frutos de la nuez, desde 0 sin daño hasta el 4, daño severo.

Tal como se mencionó anteriormente, esta temporada 2017/2018, las condiciones de temperatura humedad relativa y radiación, fueron menores a lo que se reportó en la temporada anterior, por lo que el daño de frutos por golpe de sol en huertos de nogales fuera casi imperceptible, lo que favorece a la calidad de la fruta.

Condición de radiación Solar

Las condiciones para que se genere daño a nivel de fruto por golpe de sol, es que la radiación solar sea mayor a 800 watt/m²/s, que la humedad relativa sea menor a 30% y la temperatura sea mayor a 30°C por más de 3 horas consecutivas, condición que se han generado en la región, pero de mayor forma en temporadas anteriores.

Para el caso de la radiación solar de Ovalle (figura 99), ha sido muy similar si se compara las temporadas 2016/2017 y 2017/2018, respecto al periodo noviembre diciembre, mientras que, a partir del mes de enero en adelante, la radiación ha sido mayor esta última temporada, pero que no ha influido en el daño de frutos, ya que las otras condiciones de humedad y temperatura han sido menores, tal como se detalla más adelante.

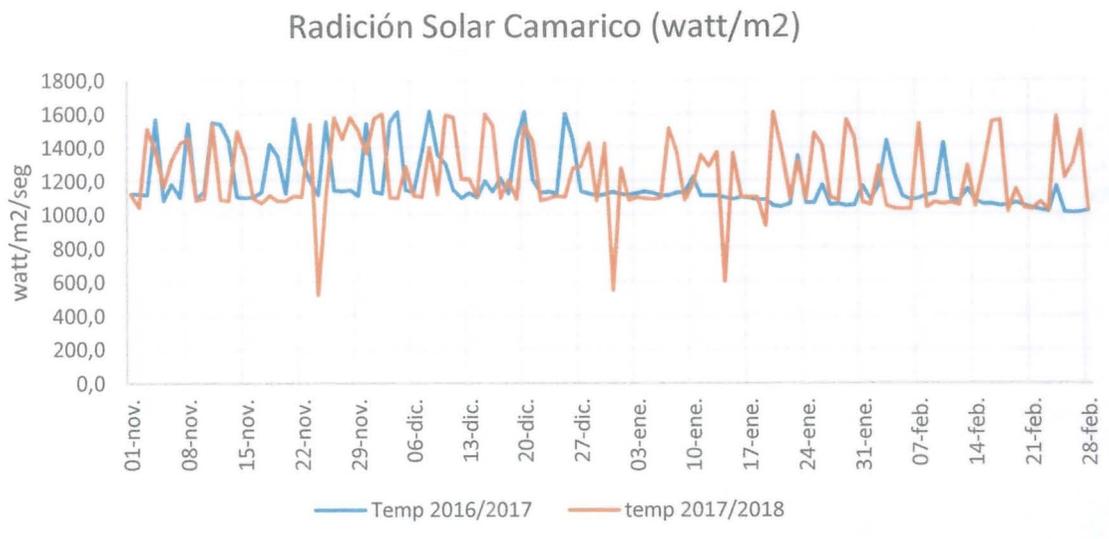


Figura 99. Comparación de la radiación solar del sector Ovalle de 2 temporadas, cercano al huerto de nogales, de infiernillo.

En los cuadros 16 y 17, se detalla la comparación de la humedad relativa y temperatura de dos temporadas, siendo menores en la temporada 2017/2017. Para el caso de la humedad relativa (cuadro 16) podemos apreciar que los días en que las condiciones de humedad relativa menor a 30%, se registraron en menos días durante los meses de noviembre y febrero, por lo que nos indica que esta temporada ha sido más húmeda, lo que favorece a que no se seque el aire y dañe la fruta.

Para los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018, no se generó ningún día con esa condición para la zona de Ovalle, lo que se traduce que no se encuentre fruta en el huerto con daño de golpe de sol, a diferencia con la temporada anterior, en que si se generaron un total de 24 días con humedades relativas menor a 30%.

Cuadro 16. Comparación de la humedad relativa (HR%) mínima promedio que se generó entre los meses de noviembre y febrero y los días con condiciones menor a 30%HR en dos temporadas.

Mes	Humedad Relativa (%)		N° días con HR° < o = 30°C	
	Temp 2016/2017	temp 2017/2018	Temp 2016/2017	temp 2017/2018
Noviembre	35,2	35,4	7	8
Diciembre	36,5	42,0	6	0
Enero	36,6	41,5	5	0
Febrero	35,7	41,3	6	2

Situación similar se generó con la temperatura máxima entre los meses de noviembre 2017 y febrero 2018 para Ovalle (cuadro 17), en donde los días con temperaturas mayores a 30°C fueron menores entre el periodo noviembre y febrero de la temporada

2017/2018. Si se compara el mes de enero del 2017, se registraron 9 días con temperaturas superiores a 30°C, mientras que enero del 2018, solo se generó 1 día con esa condición, lo que favorece a que el daño se nueces por golpe de sol, sea mínimo.

Cuadro 17. Comparación de temperaturas de las temporadas 2016/2017 y 2017/2018 de la localidad de Ovalle y n° de días por mes con T° >a 30°C.

Mes	Temperatura (°C)		N° días con T° > o = 30°C	
	Temp 2016/2017	temp 2017/2018	Temp 2016/2017	temp 2017/2018
Noviembre	26,5	25,6	3	3
Diciembre	27,3	25,1	4	0
Enero	29,4	26,8	9	1
Febrero	29,0	27,6	10	5

Para el caso de la localidad de Chillepin la radiación solar (Figura 100) comparada en dos temporadas, fue mayor para el caso de 2016/2017 respecto a la presente temporada y que se describe en la siguiente figura, condición que permite determinar que la temporada anterior en número de frutos con algún grado de daño de golpe de sol fue mayor.

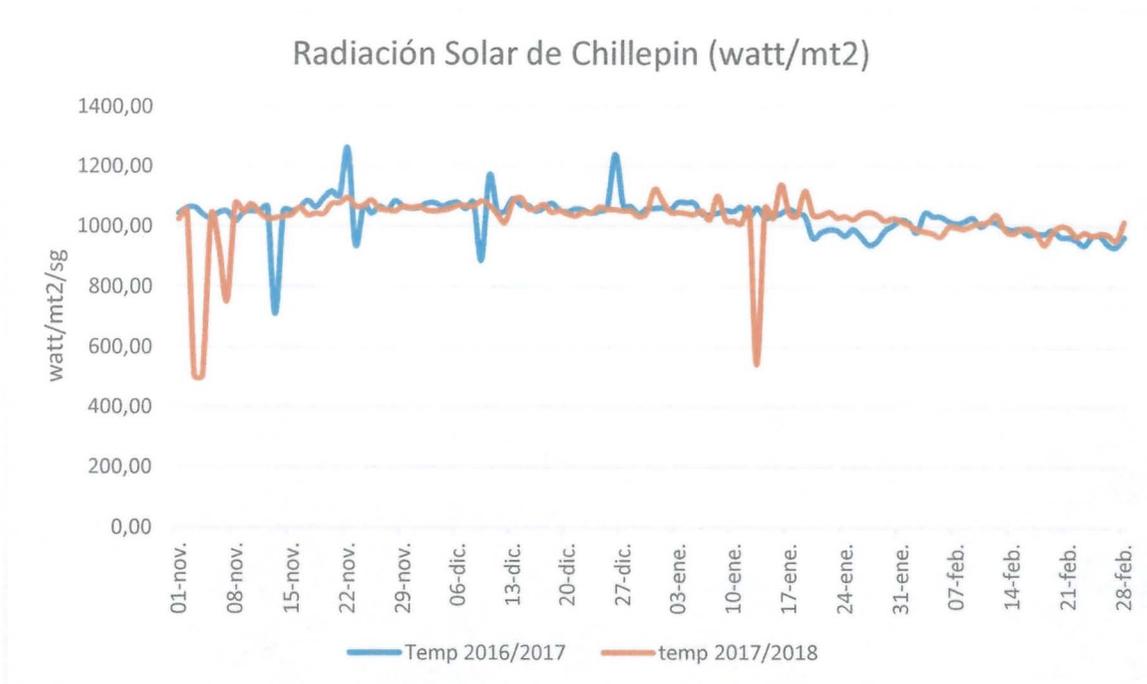


Figura 100. Comparación de la radiación solar de la localidad de Chillepin en 2 temporadas.

La humedad relativa mínima promedio (cuadro 18) del sector fue menor para la temporada 2016/2017, presentando más días por meses con humedades <30%, entre el periodo noviembre y febrero, generando una condición mayor para el daño de golpe de sol que la temporada presenta y que se condice con la temperatura de la misma zona (cuadro 19).

Cuadro 18. Comparación de la humedad relativa (%) mínima promedio de la localidad de Chillepin de dos temporadas.

Mes	Humedad Relativa (%)		N° días con HR° < o = 30°C	
	Temp 2016/2017	temp 2017/2018	Temp 2016/2017	temp 2017/2018
Noviembre	24,2	23,9	22	24
Diciembre	28,4	29,0	19	16
Enero	29,5	31,5	17	16
Febrero	29,7	32,3	15	9

La misma condición de las temperaturas máximas promedios (cuadro 19), que fueron mayores para la temporada 2016/2017. Si se compara el mes de enero, el año 2017 se presentaron 30 días con temperaturas superiores a 30°C, mientras que para enero del 2018, solo 13 días, lo que se transforma en menores frutos dañados por golpe de sol para esta temporada, similar condición para la localidad de Ovalle.

Cuadro 19. Comparación de las temperaturas máximas promedio (T°C) de la localidad de Chillepin para dos temporadas.

Mes	Temperatura (°C)		N° días con T° > o = 30°C	
	Temp 2016/2017	temp 2017/2018	Temp 2016/2017	temp 2017/2018
Noviembre	28,3	27,7	10	5
Diciembre	29,1	29,6	17	17
Enero	32,0	29,8	30	13
Febrero	30,4	30,0	20	14

Cabe destacar que a pesar que las condiciones ambientales fueron muy similares para los huertos de Ovalle y de Chillepin, respecto a un bajo o nulo daño por golpe de sol sobre los frutos de las nueces, condición que debe de monitorearse en cada año, para determinar si es necesario el uso de bloqueadores solares en los nogales.

Hay que evaluar si el uso de los 3 bloqueadores solares, tienen influencia en el color de la nuez, es decir si favorecen el rendimiento de colores claros de la pulpa. Estos antecedentes se tendrán una vez que termine la cosecha y proceso de secado de las nueces.

Anexo 3. Actividades de difusión

Seminario Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática de los Valles de Limarí.

Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática de los Valle de Limarí

Salvatierra, A., G. Lobos, L. Bascañán, A. Veas, C. Balbontín, J. Campos²



Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Ministerio de Agricultura

 **Objetivo** 

- Establecer los efectos fisiológicos, de plantas de nogal con riego deficitario, versus con riego control, que podrían influir sobre la calidad de la nuez.

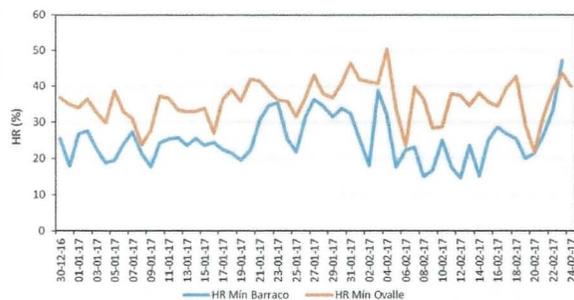
Ensayos Temporada 2016-2017



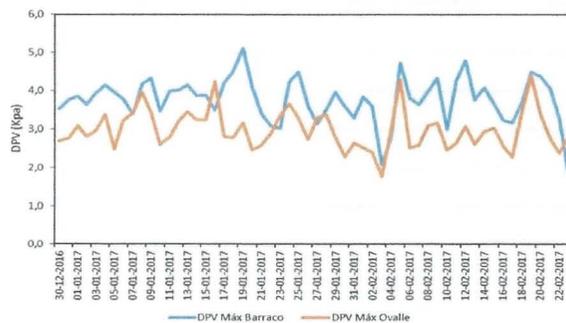
Densidad de plantas 7 X 8 m 178 plantas por ha huerto de 10 años Variedad Serr



Condición climática



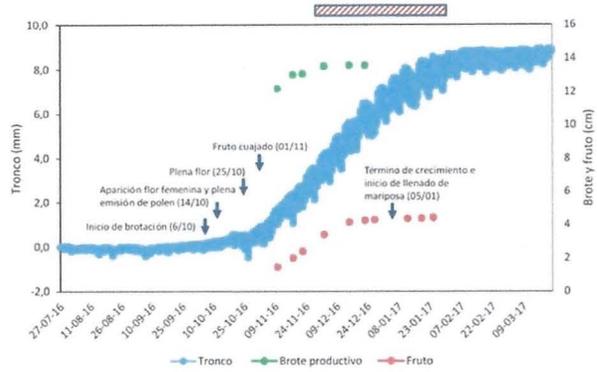
Condición climática



Trat-W 7376 m³/ha Lluvias 67 mm
Trat-S 4882 m³/ha



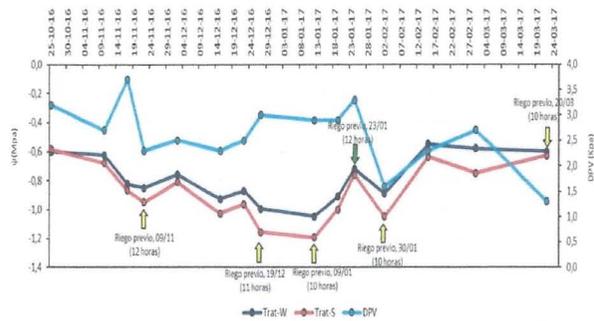
Época de registro de datos



Ciclo Temporada

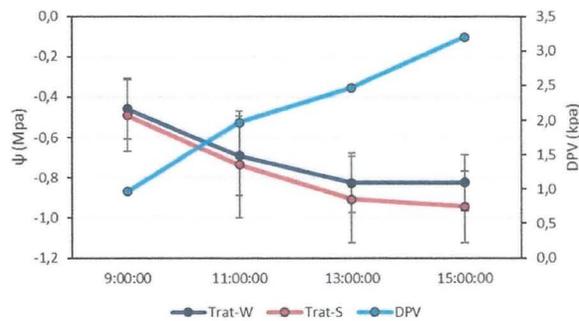


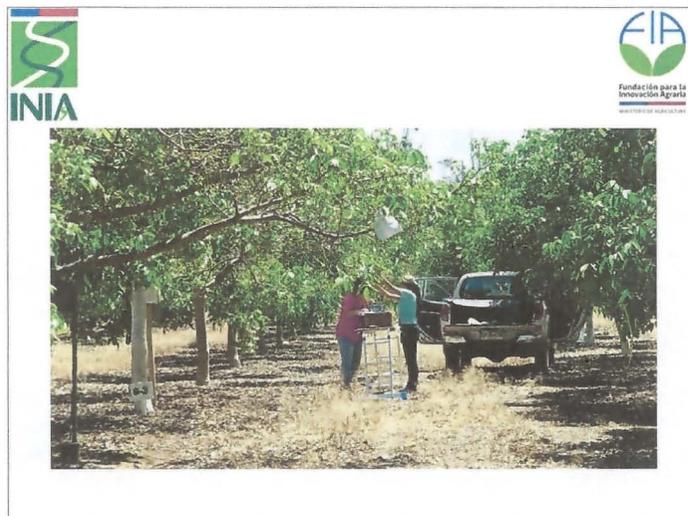
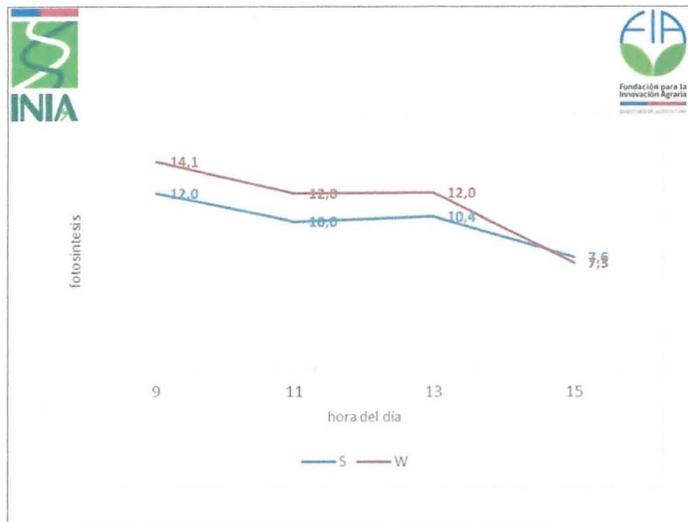
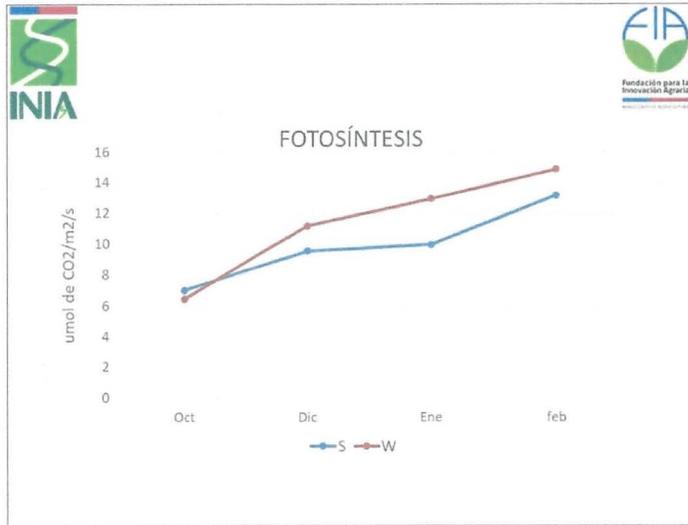
Potencial Hídrico Infiernillo Norte
Temporada 2016-2017

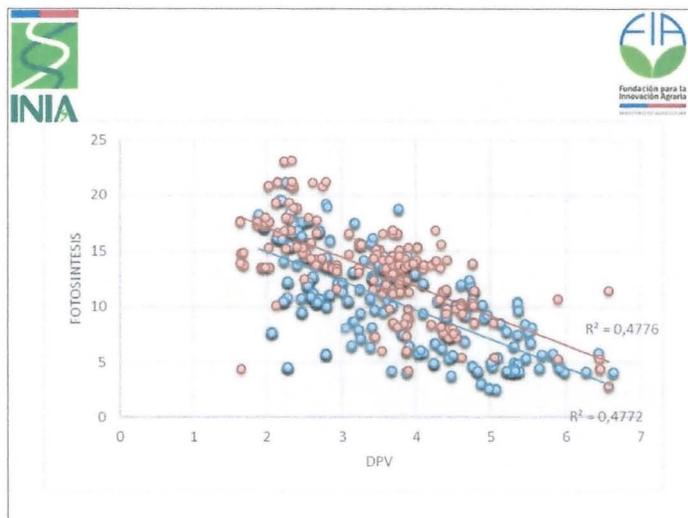
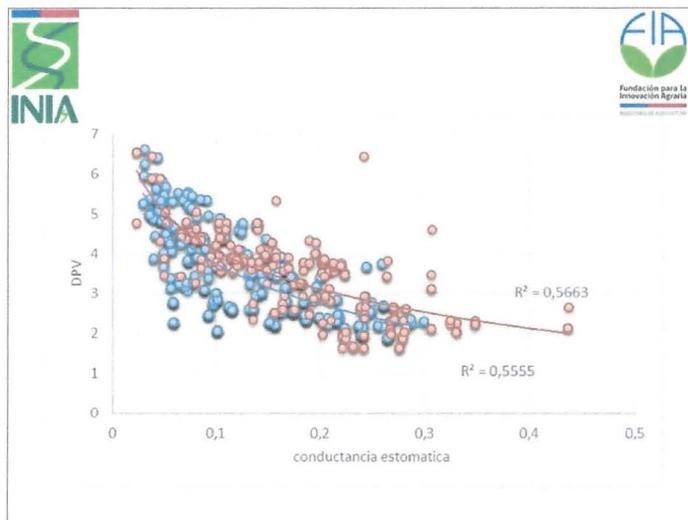
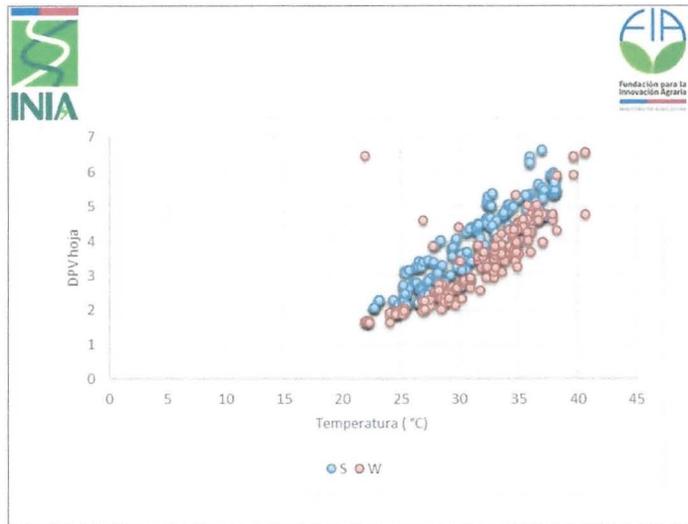


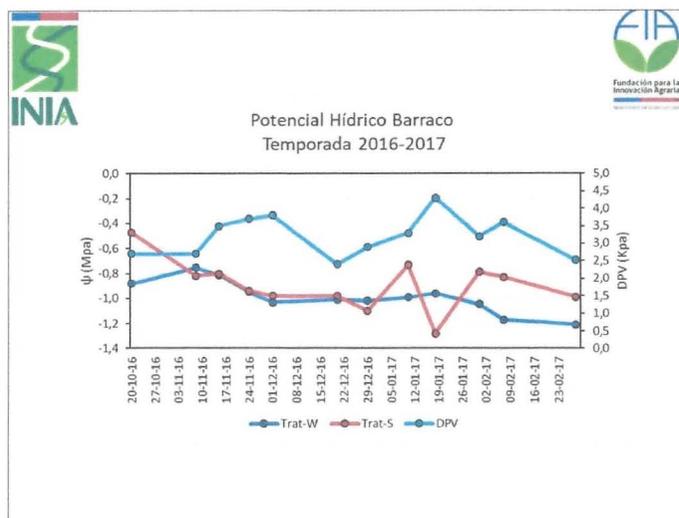
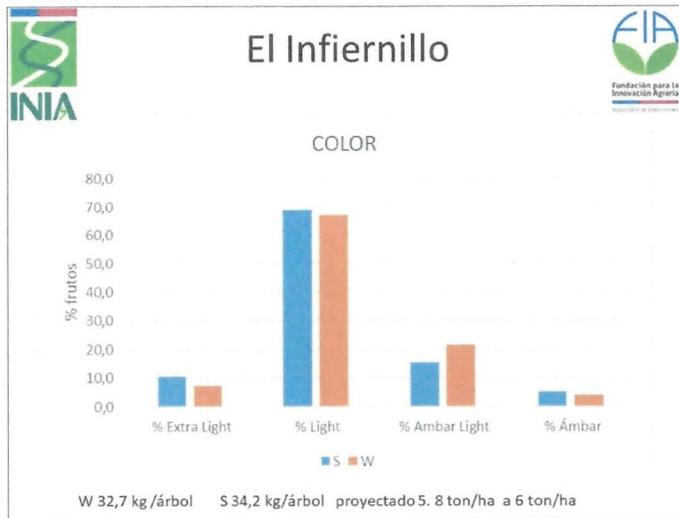
Ciclo Diario

Curva de potencial hídrico









Fisiología en nogales Barraco

Trat	T aire	Vpd hoja	Foto.	Transp.	Cond. estomática	H R en hoja
S	37,3	7,1	3,1	0,8	0,01	1,5
W	37,4	6,9	5,6	1,6	0,02	2,7

Enero de 2017



Golpe de sol en nogales



Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Ministerio de Agricultura



E Ernest



Golpe de sol en nogales



El exceso de radiación solar se convierte en energía térmica y causa una alta temperatura superficial de la fruta provoca necrosis...muerte de células.

Cuando alcanza los $\approx 52^{\circ}\text{C}$, se induce la muerte térmica de las células.

Alta temperatura y alta radiación solar, causa el bronceado...hay cambio de color.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Ministerio de Agricultura



Bloqueadores



- T0: Testigo absoluto
- T1: caolinita ($\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_5 (\text{OH})_4$) 97% p/p, ácidos grasos 0,3% p/p. Formulación polvo.
- T2: caolinita 50% p/v, extracto de alga 50 p/v, SiO_2 26,5% p/v, Al_2O_3 0,5% p/v, CaCO_3 5% p/v, otros ingredientes 2% p/v. Formulación líquida.
- T3: Carbonato de calcio (CaCO_3) 60% p/v. Formulación líquida.

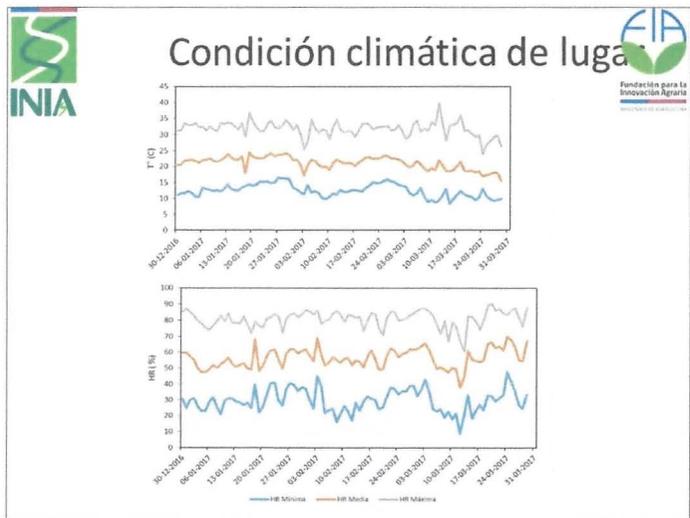
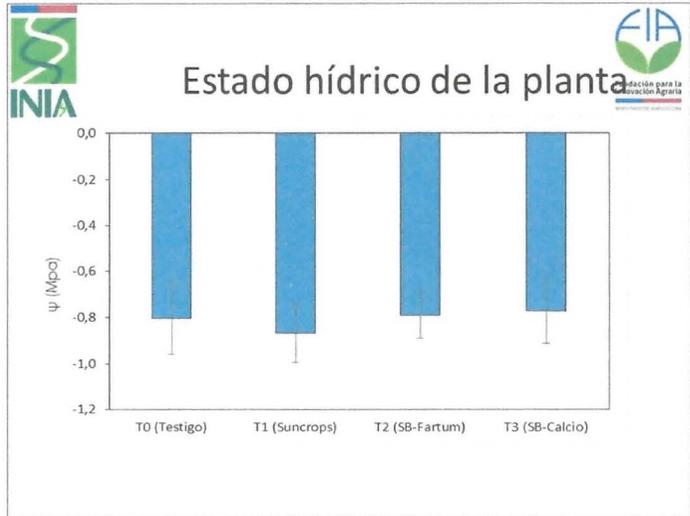


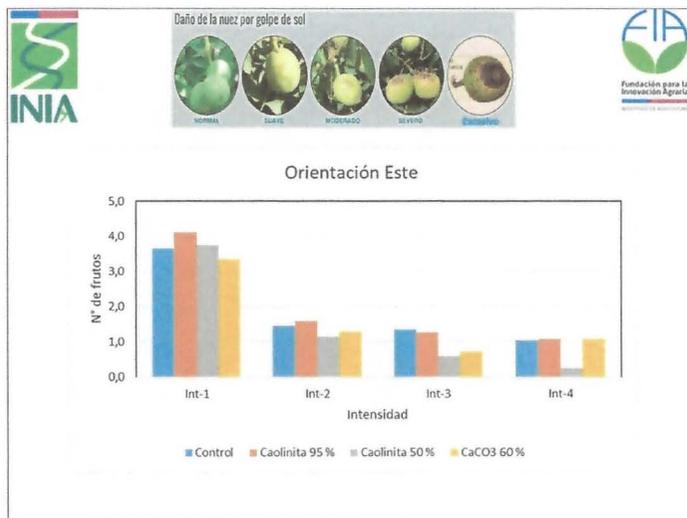
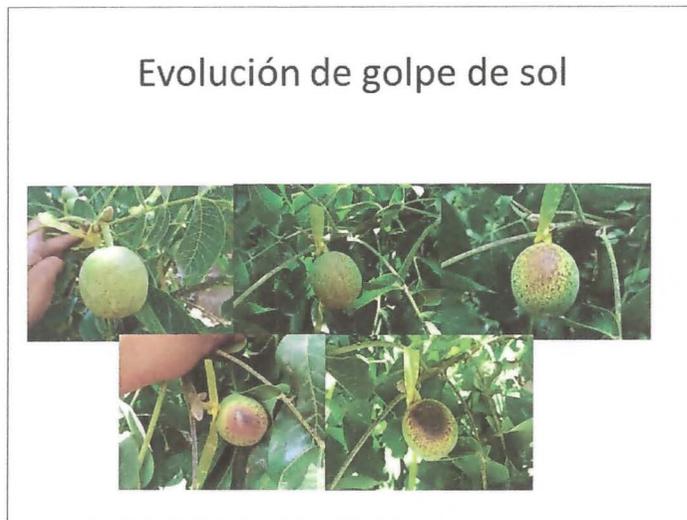
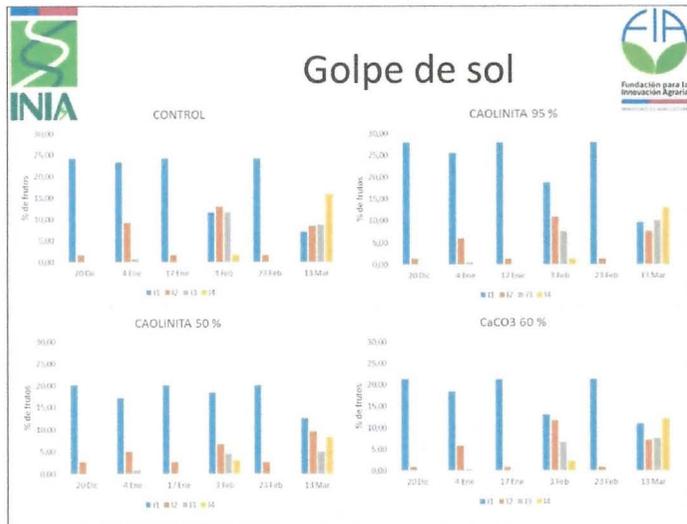
- Huerto adulto de nogal cv. Serr.
- Se realizaron tres aplicaciones
- 29/11, 13/12 y 27/12
- Dosis especificación técnica de cada producto.

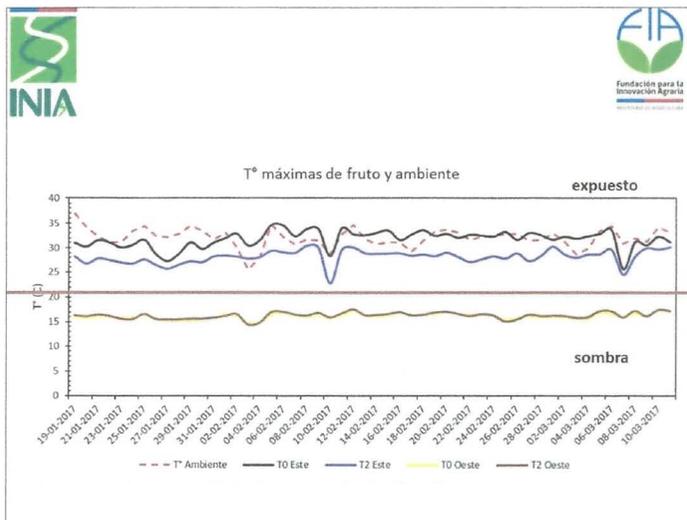
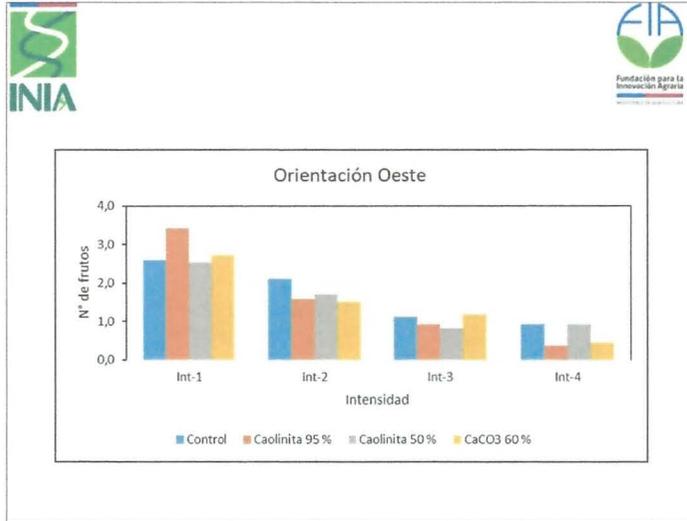


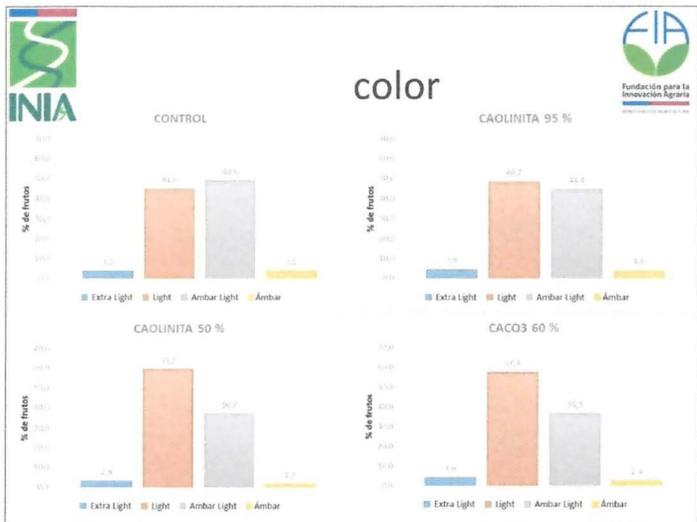
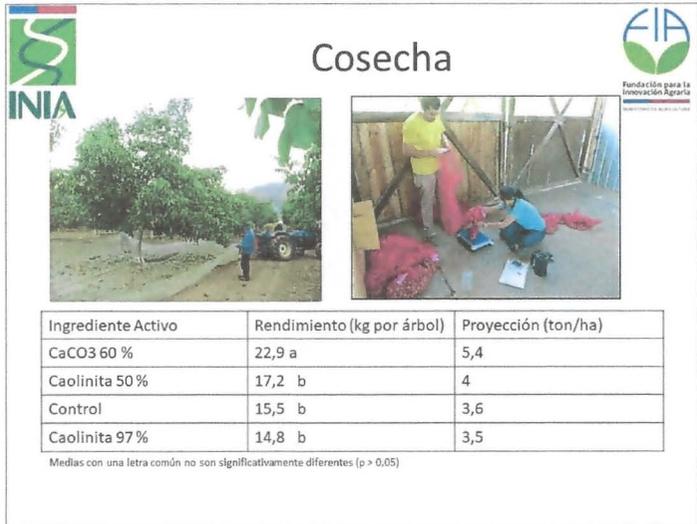
Llimpo 8910 m³/ha











- 2017-2018**
- Ensayo en Ovalle y en Barraco
 - # productos comerciales. Protecso, Sunblock y Suncrop
 - Aplicaciones cada 21 días desde Diciembre de Sunblock y Suncrop hasta febrero con un total de 5 aplicaciones
 - Aplicaciones de Protecso cada 7 días desde diciembre 3 veces



Gracias



Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias
Ministerio de Agricultura

Efectos fisiológicos del estrés abiótico y consecuencias sobre la producción de nogales, en sectores con vulnerabilidad climática de los valles de Limarí y Choapa.



Efectos fisiológicos del estrés abiótico y consecuencias sobre la producción de nogales, en sectores con vulnerabilidad climática de los valles de Limarí y Choapa.



Asociado : Agrícola Nueces del Choapa Ltda.

Investigadores: Giovanni Lobos;

Claudio Balbontín

Ariadna Veas

Álvaro Portilla

Jacqueline Campos

Álvaro Castillo

Luisa Bascuñán CEAZA

Pilar CEAZA

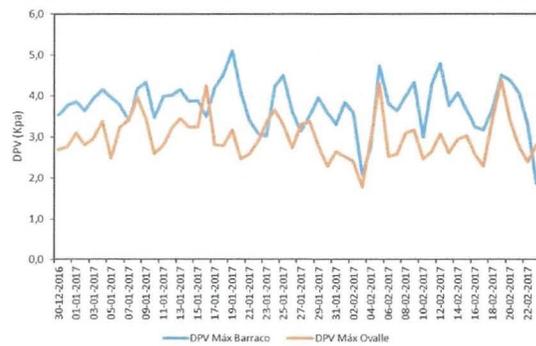


Introducción

- Importancia del agua

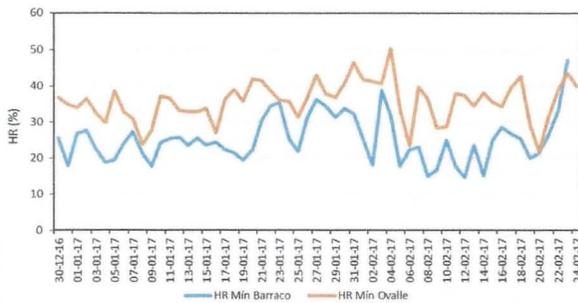
Efectos en nogales según literatura

Ensayos Temporada 2016-2017

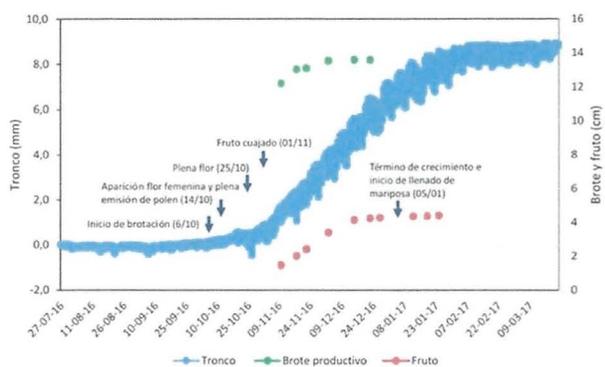


Trat-W	5000 m3/ha
Trat-S	2.500 m3/ha

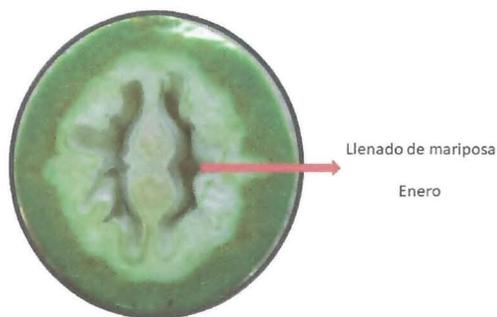
Trat-W	6.5PS m3/ha
Trat-S	4.536 m3/ha



Posibles recomendaciones

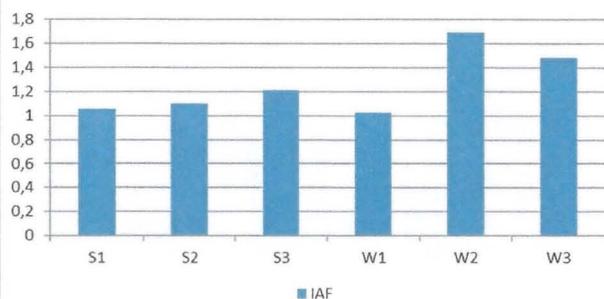


Crecimiento de frutos

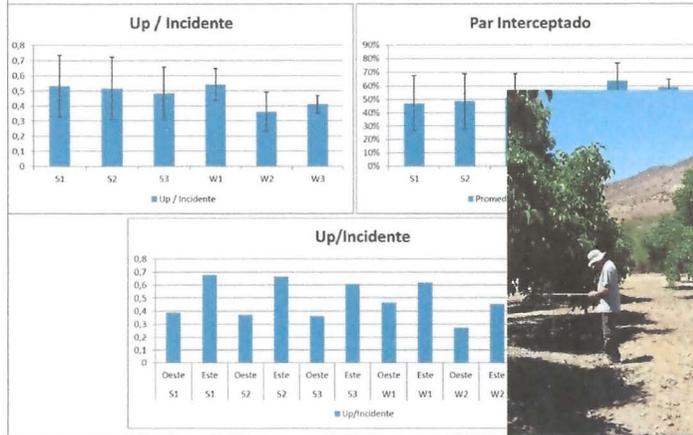


Fecha 29 de Noviembre 2017

IAF

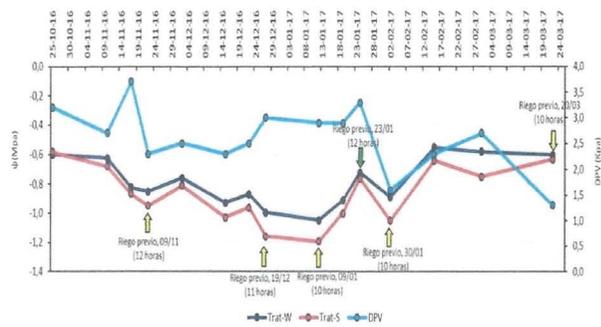


Intercepción



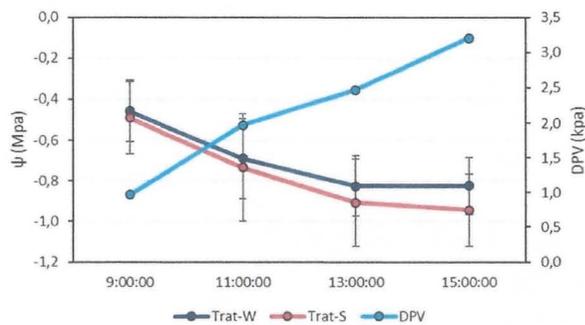
Ciclo Temporada

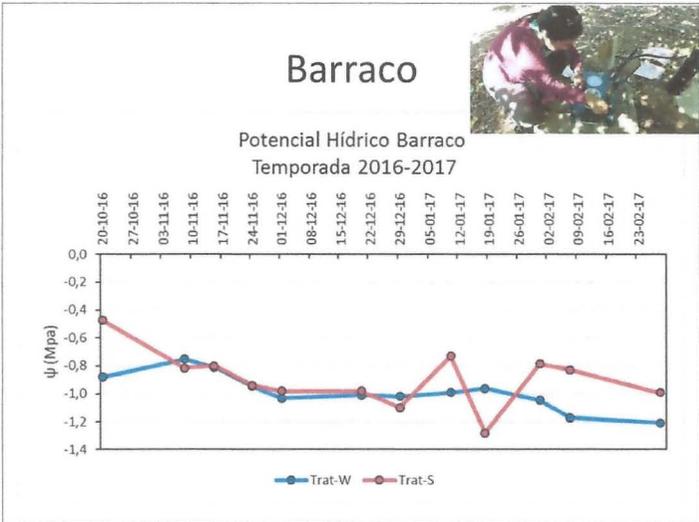
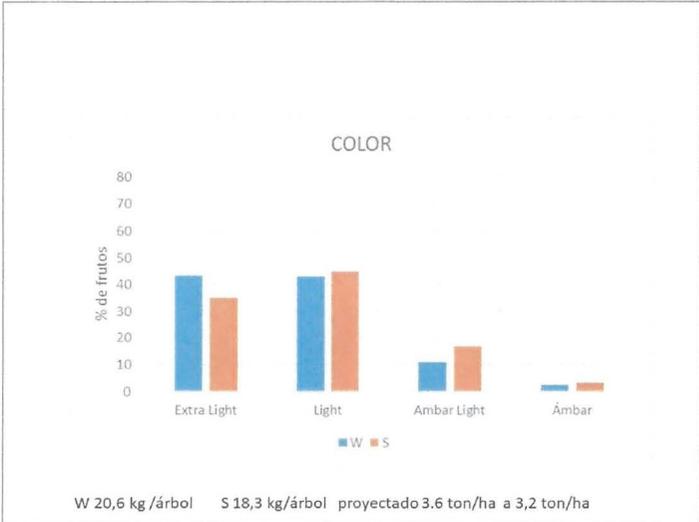
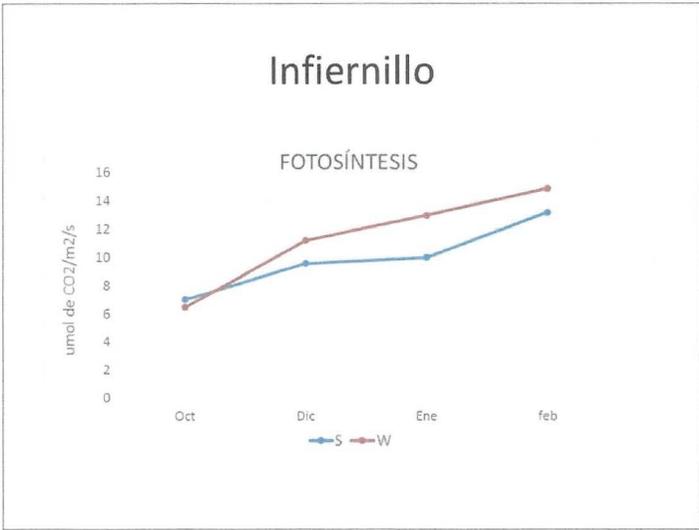
Potencial Hídrico Infernillo Norte
Temporada 2016-2017

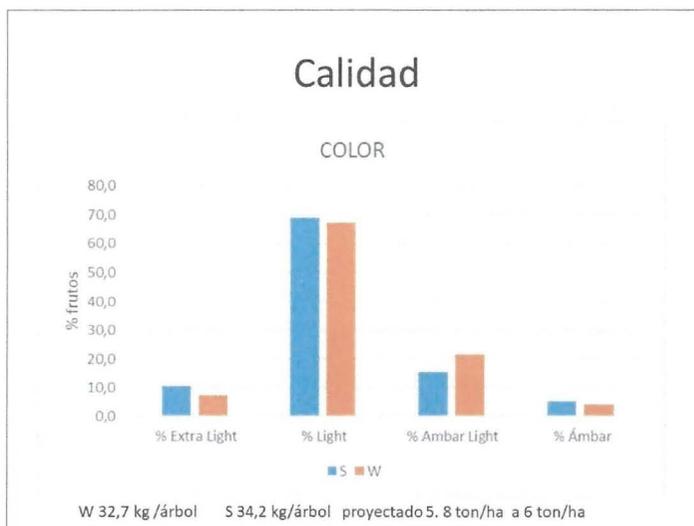
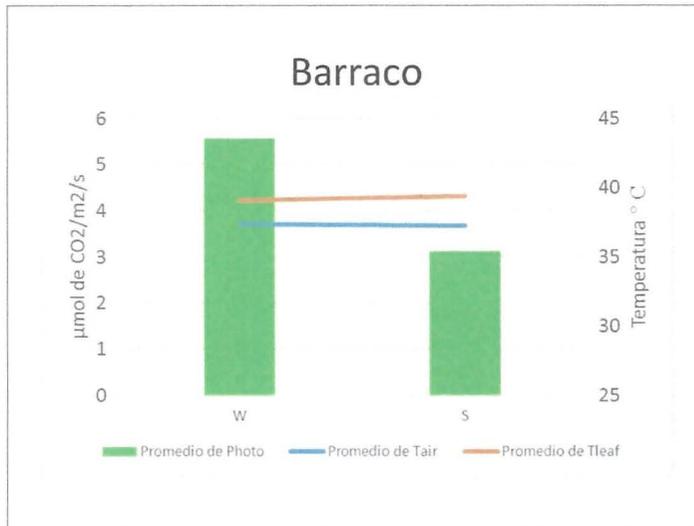


Ciclo Diario

Curva de potencial hídrico







Bloqueadores

- Los tratamientos serán:
- T0: Testigo absoluto
- T1: Sun Crops Plus. Composición: caolinita 97% p/p, ácidos grasos 0,93% p/p. Formulación polvo.
- T2: Fartum® Sun Block. Composición: caolinita 50% p/v, extracto de alga 50 p/v, SiO₂ 26,5% p/v, Al₂O₃ 0,5% p/v, CaCO₃ 5% p/v, otros ingredientes 2% p/v. Formulación líquida.
- T3: Sun Block. Composición: Carbonato de calcio 60% p/v. Formulación líquida.

Accion de bloqueadores

Tipos de bloqueadores



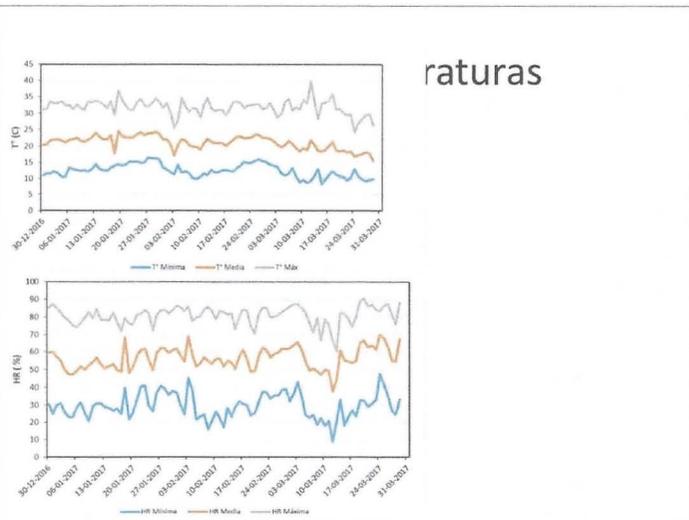
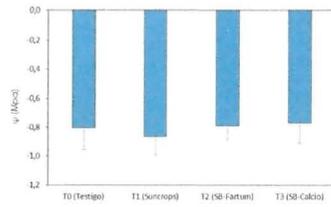


Resultados de bloqueadores

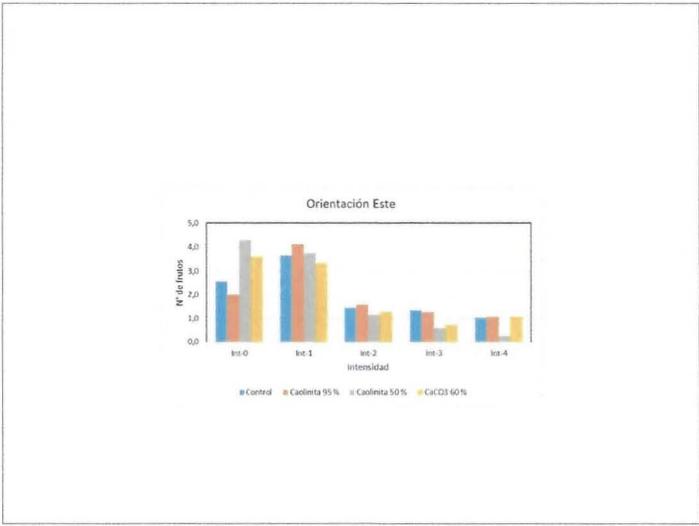
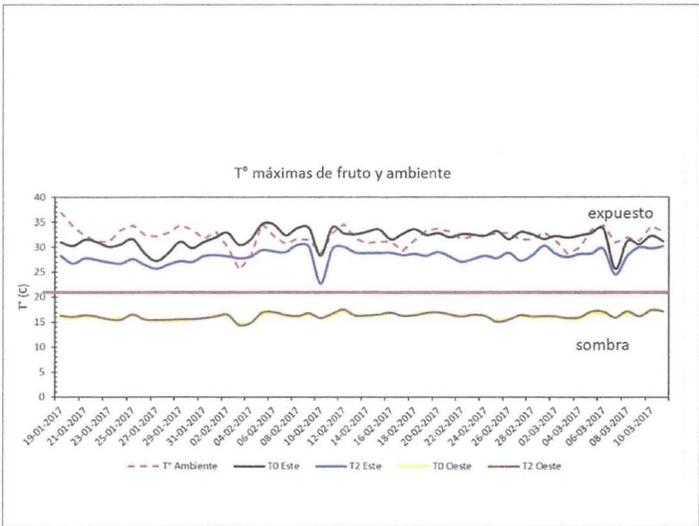
El ensayo se efectuará en la localidad de Llínipo, provincia del Choapa, región de Coquimbo, utilizando un huerto adulto de nogal cv. Safr.

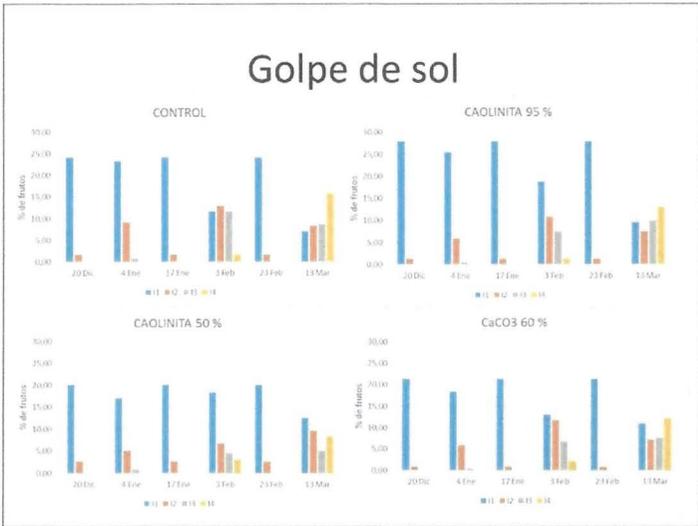
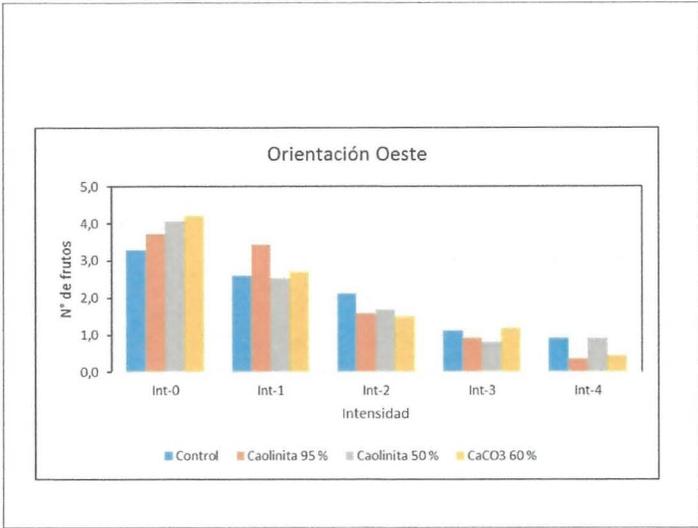
El diseño experimental será bloque completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno.

- Se realizarán tres aplicaciones por tratamiento en las fechas 29/11, 13/12 y 27/12 de acuerdo a la especificación técnica de cada producto.



Diferencia entre aire y fruto y exposiciones



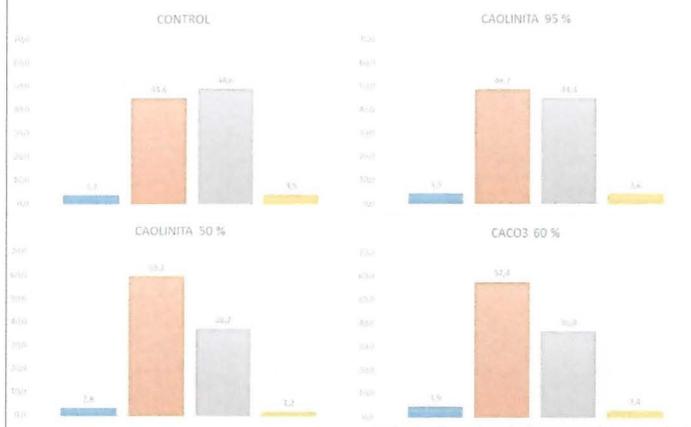


Treatment	Medias	E.E.	
3	22,90	2,14	A
2	17,20	1,75	B
Control	15,53	1,75	B
Sun Crops Plus	14,79	1,91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Producción

color





Día de Campo "Uso de bloqueadores solares para evitar golpe de sol y pérdida de calidad de la nuez"

LUGAR: Parcela Demostrativa El Barraco de Chillepin.

EXPOSITOR: Giovanni Lobos INIA Intihuasi

FECHA: Jueves 03 de Febrero de 2016

	NOMBRE	RUT	TELEFONO	E-MAIL
1	Melanio Palacios E			
2	Melanio Palacios B. MARIO			
3	SAEZ Co/p			
4	PEPPO ARCOO			
5	Nelson Hernández			
6	JAVIER SANTIBANZ			

5 / para s una

Lista de asistencia Día de Campo "Uso de bloqueadores solares para evitar golpe de sol y pérdida de calidad de la nuez."

Chillepin, Jueves 3 de Febrero de 2016.

	NOMBRE	RUT	TELEFONO	E-MAIL
7	Lucio Fariol			
8	Arturo Cardenas			
9	Rocio Bogado			
10	Pia Bonetti			
11	Alfonso Lera			
12	Potasio Buta			
13	ROLF RÖTTMANN			
14	Jose Vera			
15	Julio Escobar			
16	Ricardo Condon			
17	Daniel Tibado (Pablo)			
18	Andrugo Lopez			
19				
20				
21				
22				



Día de Campo "Uso de protectores solares para golpe de sol en nogales"

LUGAR: Predio Sra Sonia Kratter, parcela n°18, Llimpo

EXPOSITOR: Angélica Salvatierra - INIA Intihuasi
Giovanni Lobos - INIA Intihuasi

FECHA: Miércoles 30 de Noviembre de 2016

Lista de asistencia Día de Campo "Uso de protectores solares para golpe de sol en nogales"
Llimpo, 30 de Noviembre de 2016.

NOMBRE	RUT	TELEFONO	E-MAIL
① Juan Muñoz			
② Tulekta Tago			
③ Mayra Lago H.			
④ Álvaro Jofré			
⑤ Julio Escobar			
⑥ Johnny Barros			

	NOMBRE	RUT	TELEFONO	E-MAIL
7	Hernando Cuervo			
8	Robinson BARRERA			
9	Alex. S. Carrés			
10	Roberto Rojas			
11	Paula Oyarzo			
12	Victor Aguilera			
13	Victor Ortiz N.			
14	Sonia KRATER P			
15	Rodrigo Martínez			
16	Héctor Cruz			
17	Guadalupe Vega			
18	Nelson Hernández			
19	Rodrigo Hoyt			
20	José Peypé			
21	Orlando Fierro			
22	Walter Ramírez			

3.00
1.300



SEMINARIO: "MANEJO DEL NOGAL BAJO DEFICIT HÍDRICO E IMPACTOS AMBIENTALES"

Proyecto (FIC-R): "Estudio sobre requerimientos hídricos mínimos para mantener los estándares de rendimiento y calidad del cultivo del nogal, bajo las condiciones de restricción hídrica presentes en la zona productiva de la región de Coquimbo"

Fecha: 26 DE JULIO DE 2017, 09:30 hrs.

Lugar: CASA DE LA CULTURA, MONTEPATRIA, PROVINCIA DEL LIMARÍ.

N°	Nombre y apellido	Rut	Localidad	Teléfono
1	Oswaldo Cortés		Chilcaño	
2	Juan Ossandón		Hustacho	
3	Oswaldo Barros		Hustacho	
4	Rebeca Miranda		Vado Hondo	
5	David Gilson		Vado Hondo	
6	Juan Larraín		Amú	

Lista de asistencia Seminario "Manejo del nogal bajo déficit hídrico e impactos ambientales."

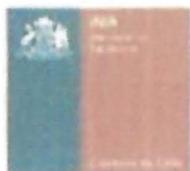
Monte Patria, 26 de Julio de 2017.



N°	Nombre y apellido	Rut	localidad	teléfono
7	Sergio Viqueza GARCIA		Tabayocas	
8	LUIS ALBAERDO CORTÉS		MOLLACAS	
9	Luis Lenin G.		INIA	
10	Juan Carlos GARCIA		Las Mellizas	
11	ISAAC TADIA		Tubahuw	
12	Manuel Lopez		Somo Bajo	
13	Eric Torres		Somo Bajo	
14	Manuel Astudillo Cortillo		Somo Bajo	
15	Hugo Tapia		Aguinor	
16	Jorge Zapate Rojas		Papel	
A	Forito Julia		Papel	



N°	Nombre y apellido	Rut	localidad	teléfono
18	Luis Romero		Centrodere Puerto Huelmo	
19	Martín Pizarro		//	
20	Luis Zandino Cortés		El Huevo	
21	Flavio Castro Cortés		Hito Valdivia	
22	Wilson Muñoz		Los Clonquios	
23	Aguilón Hernández		Puñica	
24	Tomás Dalbosco		Oralle	
25	Cristian Oraya		Oraya	
26	Alejandro López		Oraya	
27	Fernando Leyton C.		Calle	
28	Luis René Carrizosa		El Palqui	



N°	Nombre y apellido	Rut	localidad	teléfono
29	Florencio Aloyan		Los Negales	
30	Tortramé Aloyan		✓ ✓	
31	Elisano Bugueno		Pedregal	
32	Quochu Vias		Ovalle	
33	Josue Juez 1A		P. Machi 2do	
34	Evelyn Morales		El Palqui	
35	Luis Adaros		Cuarta de Indios	
36	José Adaros		✓ ✓	
37	ALVARO POCHILLO S.		Ovalle	
38	Hermano Rodriguez		GER.	
39	Elena Fellay		Fabrera	



N°	Nombre y apellido	Rut	localidad	teléfono
40	Hugo Prando		Piñal Hortal	
41	Wilson Oranchis		Lakelun	
42	Christian Ossandon		Oralle	
43	Fernando Caimangué		Oralle	
44	Luis Alfonso Alfaro		Oralle	
45	Juan Carlos Rojas		El Pion	
46	Nancy Carranza		✓✓	
47	Roberto Oray		Montepluma	
48	Anahis Castillo		Tulakun	
49	Javier Bae		Mapel	
50	Tramo Castro		Oralle	



DÍA de Campo: Efecto de golpe de sol y altas temperaturas en nogales y experiencia en uso de bloqueadores solares.

Fecha: 27-12-2017

Capacitador: Giovanni Lobos y Angélica Salvatierra.

Localidad: Predio sr. Sergio Torres, Ovalle.

Lista de asistencia Día de Campo "Efecto de golpe de sol y altas temperaturas en nogales y experiencia en uso de bloqueadores solares."

Ovalle, 27 de Diciembre de 2017.

Nº	Nombre y Apellido	Rut	Localidad	Teléfono
1	Alejandro Zepeda Cortés		Prodesal Punillaqui	
2	Felix Ariiz/2012 Lobos		Punillaqui	
3	César Pineda Jorjela		Punillaqui Ovalle	



N°	Nombre y Apellido	Rut	Localidad	Teléfono
4	Pedro Carlos Hernández		Paños Río Hurtado Ovalle	
5	Carlos Pizarro Aguilera		Profesional Río Hurtado	
6	Pedro Araya Pozo		Los Leices	
7	ERIK VEGA C		LIMARI	
8	Tomas Lopez A.		Manos de la Ovalle	
9	Marcia Torres		Ovalle	



N°	Nombre y Apellido	Rut	Localidad	Teléfono
10	Selene Portillo divers		Huampulla	
11	Harold Segovia		Rio Hurtado	
12	Quilma Vera		Grulle	
13	Alejandro Portillo		OUATE .	



“Transferencia tecnológica en agronomía del riego y fortalecimiento de frutales con bajo requerimiento hídrico para la Agricultura Familiar Campesina regional” y Programa de Difusión Tecnológica “PDT-R Riego Choapa”

Nombre de la Actividad: Seminario final cierre de los proyectos.

Entidad Responsable: INIA

Fecha: 25 de Enero de 2018

Lugar: Junta de Vigilancia del Río Choapa, Salamanca.

Salamanca, 25 de Enero de 2018

Lista de asistencia Seminario Cierre “Transferencia tecnológica en agronomía del riego y fortalecimiento de frutales con bajo requerimiento hídrico para la Agricultura Familiar Campesina regional” y Programa de Difusión Tecnológica “PDT-R Riego Choapa”.

Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
1	Melanio Palacios		Llimpo	
2	Olivia Pinsones		Llimpo	
3	Melanio Palacios Brisas		Llimpo	
4	Cristina Narkins Coati		Ukypel	
5	Francisca Mantre		Ouille	
6	Angélica Salazar		La Serena	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
7	Pedro Ancos		Chilipein.	
8	Ángel Bañata		Salamanca.	
9	Pedro Valenzuela Guerra		Panguallo.	
10	Damián Valenzuela		..	
11	Carlos Tomasoni Novales		Salamanca.	
12	Daniel Muñoz Vera		..	
13	Ricardo Campo		Socavon.	
14	Betzabe Penes		Socavon.	
15	Patricio Cortés		tambo	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
16	Juan Nuñez		Tamba	
17	Jose' Aguilera		Concunén	
18	Julio Esvarco		Chalinga	
19	Neftali Astuarillo		Chilipin	
20	Jaine Calderon		Punguillo	
21	Amable Villalobos		Chilipin	
22	Rigoberto Vetus		Higuerailla	
23	Pedro Ruiz		Concunén	
24	Roxana Vega		Illapel	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
25	Degoberto Barrientes		Pangolillo	
26	Rodrigo Pankner		Concunén	
27	Walter Peñueros		Illapel	
28	Majara Lagos		Salamanca	
29	Guillermo Aquil. Ascui		Illapel	
30	Jorge Oriveas		"	
31	Benito Aguilera		"	
32	Egido tapia		"	
33	Daniel Castillo		"	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
34	Lisba Orrego		Illapel	
35	Oneco Aralos		Salamanca	
36	Podolfo Briones		Illapel	
37	Patricio Perrera		Carela	
38	Patricio Albarez		Carela	
39	Luis Cebalón		Illapel	
40	Carla Noza		Illapel	
41	Ingrid Rosas		Salamanca	
42	Angela Rojas		Salamanca	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
43	Alejandro Perez		Salamanca	
44	Alexis Corti		Salamanca	
45	Guillermo Juez		Yllapel	
46	Oscar Sánchez		Yllapel	
47	Belen Rojas		Yllapel	
48	Alejandro Portillo		Oushe	
49	Lucia Farias		Piñero	
50	Javier Santibañez Arica		Piñero	
51	Herman Salinas Molina		Yllapel	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
52	Diego Jellenski		CORFO	
53	Katherine Medina		Yllapel	
54	Carlos Prieto		Yllapel	
55	Pedro Vera		Higuera	
56	MAURICIO SILVA SM		ILLAPEL	
57	Victor MORA A.		LA SERENA	
58	Christian Alvarez A		Illapel INIA	
59	Christoph Rodriguez		Illapel	
60	Alex Becerra		CORFO	

Evidencia Proyecto 15PDTR- 47743.- Ambas iniciativas son financiadas por el Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R)



Nº	Nombre	Rut	Localidad	teléfono
61	Curso DVB 6 -		Curico	



DIA DE CAMPO

**“Uso de protectores solares
para evitar golpe de sol en
nogales”**

SALAMANCA, 30 DE NOVIEMBRE DE 2016

Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática de los valles de Limarí y Choapa.

1. Antecedentes

El cultivo del nogal se visualiza como una alternativa acorde a las condiciones climáticas de la región de Coquimbo, sin embargo, la sequía de los últimos años ha llevado a una reducción en la tasa de riego provocando diversos trastornos en el desarrollo de la planta y el crecimiento normal de los frutos, los cuales se ven expuestos a sufrir golpe de sol disminuyendo la calidad de la nuez que redundará en un menor volumen exportable y precio de venta. Asimismo, el potencial de rendimiento no sólo se afecta por la escasez de agua de riego sino también por las altas temperaturas, baja humedad relativa y ausencia (o escasez) de lluvias invernales. Luego, las condiciones hídricas restrictivas en la zona norte, específicamente en nuestra región son una realidad que se mantendrá en el futuro, por lo tanto, se deberá modificar los protocolos para mantener una producción sustentable, conociendo para ello, los factores abióticos influyentes en los procesos fisiológicos y los efectos sobre el cultivo del nogal.

2. Objetivo General

Determinar parámetros fisiológicos de plantas de nogales sometidas a estrés por factores abióticos que influyen sobre la calidad de la nuez y el grado de susceptibilidad al daño por golpe de sol para implementar futuras estrategias de mitigación.

2.1. Objetivos Específicos

- Establecer los efectos fisiológicos de plantas de nogal con riego deficitario versus riego convencional (100%ETc) que influyen sobre la calidad de la nuez.
- Caracterizar y evaluar la susceptibilidad al daño de sol en árboles sometidos a tasas de riego convencional mediante uso de protectores solares comerciales.
- Difundir información relevante al sector productivo y generar proyectos.

Efecto de la aplicación de tres protectores solares sobre susceptibilidad a golpe de sol y calidad de nuez en nogal cv. Serr, en la localidad de Llimpo, provincia del Choapa, región de Coquimbo, temporada 2016-2017.

3. Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación de tres protectores solares sobre golpe de sol en nogal, además de la calidad de nuez y rendimiento de esta.

4. Materiales y Métodos.

El ensayo se efectuará en la localidad de Llimpo, provincia del Choapa, región de Coquimbo, utilizando un huerto adulto de nogal cv. Serr.

El diseño experimental será bloque completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones cada uno.

Los tratamientos serán:

- T0: Testigo absoluto
- T1: Sun Crops Plus. Composición: caolinita 97% p/p, ácidos grasos 0,93% p/p. Formulación polvo.
- T2: Fartum® Sun Block. Composición: caolinita 50% p/v, extracto de alga 50 p/v, SiO₂ 26,5% p/v, Al₂O₃ 0,5% p/v, CaCO₃ 5% p/v, otros ingredientes 2% p/v. Formulación líquida.
- T3: Sun Block. Composición: Carbonato de calcio 60% p/v. Formulación líquida.

Se realizarán tres aplicaciones por tratamiento en las fechas 29/11, 13/12 y 27/12 de acuerdo a la especificación técnica de cada producto.

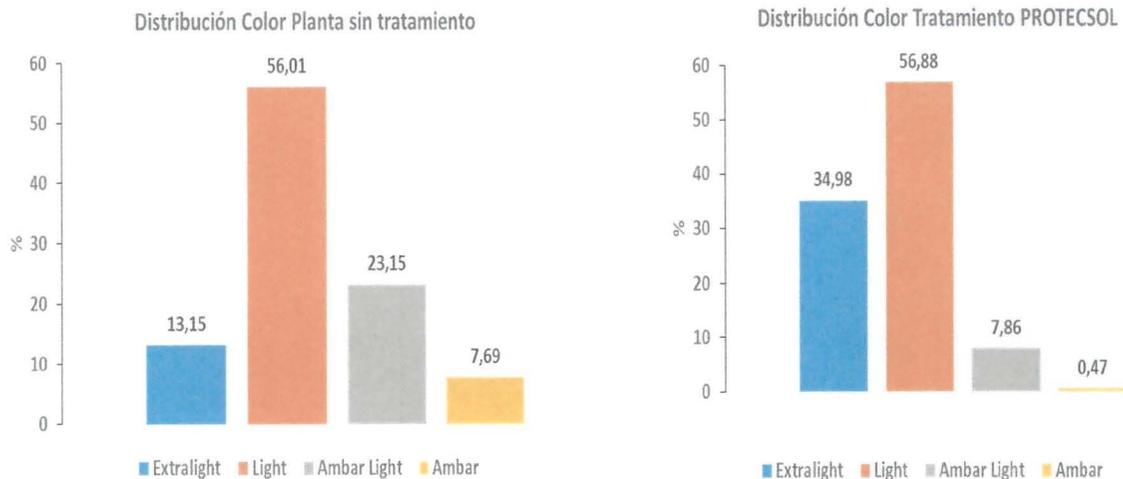
5. Evaluación

- Se evaluará la totalidad de la producción de cada árbol según tratamiento, diferenciando la cosecha proveniente por punto cardinal.
- Se evaluará la cantidad de frutos con daño por golpe de sol y la intensidad de este según tratamiento diferenciando por punto cardinal
- Se evaluará la calidad de la fruta postcosecha, específicamente el color de pulpa, según tratamiento diferenciando por punto cardinal.

Ensayo Preliminar temporada 2015/2016, El Barraco

Rendimiento de Color de nueces según tratamiento

Durante la temporada 2015/2016 se realizó la aplicación de un protector solar para ver los efectos sobre la fruta y su calidad. Para este caso se aplicó el producto PROTECSOL en el predio el Barraco de Chillepin, en dosis de 50 kilos por hectárea, aplicaciones que se realizaron 3 veces en el predio, siendo la primera el 7/12, la segunda 14/12 y la tercera el 21/12/2015. Como resultado al final de la cosecha en cuanto a calidad, se describe en los siguientes gráficos.



El tratamiento con PROTECSOL logró estadísticamente ($p < 0.05$) rendimientos mayores en los colores Extra light, presentando un 34%, mientras que el testigo sin aplicación solo logró un 13%. En cuanto a los colores Ambar light el tratamiento sin protector presentó un 23,15%, estadísticamente mayor a lo obtenido por el tratamiento de protecsol que solo presentó un 7.8%. El mismo caso en los colores ambar, que fue mayor en los tratamientos testigos.

Con esto, podemos determinar que el uso de protectores solares para nogales, disminuye la incidencia de daño sobre el fruto y aumenta el rendimiento de colores claros en la nuez Serr.

Efectos de las Altas temperaturas y radiación sobre las plantas

El estrés abiótico en los vegetales, como alta temperatura o excesiva exposición a la radiación solar, crean radicales libres muy perjudiciales dentro de las células.

En primer lugar, la planta implementa mecanismos de defensa natural contra este estrés oxidativo, lo que puede hacer que el funcionamiento del vegetal sea poco eficiente. Es así como, que se pueden encontrar algunos efectos negativos como:

- Disminución de la fotosíntesis debido al daño del fotosistema II y de las enzimas fotosintéticas y también por menores concentraciones de clorofila y carotenoides.
- Menores niveles de auxinas endógenas por fotooxidación del ácido indolacético (AIA, Auxinas).
- Afección de algunas variedades por los daños en la floración y durante la fenología del fruto.
- Y en caso del Nogal, evita el endurecimiento de la cáscara, generando daño en la pulpa

El estrés abiótico en los vegetales, como alta temperatura o excesiva exposición a la radiación solar, crean radicales libres muy perjudiciales dentro de las células. Este daño, variable en intensidad, en casos severos afecta también ramillas y follaje.

Condiciones Favorables para el daño de golpe de Sol en nogales.

Solo basta que la planta esté sometida a más de dos horas consecutivas durante el día para generar disminución o pérdida de calidad en la fruta bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperaturas sobre 30°C
- Humedad relativa menor al 30%
- Radiación solar superior a 800 watt/m²/s



Día de campo en Llimpo, 30 Noviembre de 2016.

RESUMEN 68 CONGRESO AGRONOMICO 18-20 =octubre La Serena

Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática del Valle de Limarí

Salvatierra, A.¹, G. Lobos¹, L. Bascuñán-Godoy², A. Veas¹, C. Balbontín¹, J. Campos¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, La Serena.

Centro de estudios avanzados en zonas áridas CEAZA

El nogal, es una de las especies frutales que más ha crecido en los últimos años en la región de Coquimbo, siendo la variedad Serr la más importante. La escasez hídrica que recurrentemente enfrenta la región de Coquimbo, lleva a generar prácticas en el manejo del riego tendientes a disminuir los volúmenes sin afectar en demasía el rendimiento.

Bajo este escenario, se realizó una caracterización fisiológica de plantas de nogal cv Serr, de 10 años de edad, ubicado en la localidad de Infiernillo, Ovalle. Donde se evaluaron los parámetros de asimilación neta de CO₂, transpiración, potencial xilemático, fluorescencia, análisis de clorofila y, en raíces carbohidratos y prolina. Además se hizo el seguimiento de parámetros de humedad de suelo y clima, junto con la fenología comparando dos tasas de aplicación de agua.

Las plantas no presentan estrés hídrico manteniendo el potencial xilemáticos por sobre -1 MPa y, la asimilación neta de CO₂ tiende a disminuir en el transcurso del día y en la medida que la temporada avanza no mostrando diferencias significativas entre tratamientos. La asimilación de CO₂ se ve restringida por el cierre de estomas en ambos tratamientos. Desde el punto de vista productivo, el rendimiento y la calidad de nueces en cuanto a color, no presentó diferencias entre ambos tratamientos. Los parámetros fisiológicos no muestran diferencias significativas. Después de 5 años de volúmenes restringidos, el rendimiento se ha mantenido en el orden de 6 ton /ha con frutos de calidad sobre el 70 % de colores claros. Se sugiere que esta variedad podría ser de importancia bajo condiciones de restricción hídrica en zonas áridas.

Financiamiento: FIA. Cuantificación de los efectos fisiológicos del estrés abiótico sobre la producción de nogales, establecidos en sectores con vulnerabilidad climática de los Valle de Limarí y Choapa. EST- 2016-026”.

Modalidad: Oral.