



Foto 1. De izquierda a derecha: Aire Libre, Techo y Macrotúnel.

## Cubiertas plásticas

# Su efecto en el microclima, fisiología y calidad de fruta en cerezos

¿Qué pasa debajo de una cobertura de plástico en un huerto de cerezos?. Un equipo de investigadores de la Universidad de Talca estudió el efecto sobre la variación microclimática, la respuesta fisiológica y la calidad de fruta.

POR MIGUEL PALMA, JAVIER SÁNCHEZ-CONTRERAS, ÁLVARO SEPÚLVEDA, MARIANA MOYA, JOSÉ ANTONIO YURI. UNIDAD DEL CEREZO, CENTRO DE POMÁCEAS, UNIVERSIDAD DE TALCA.

En Chile la principal estrategia para prevenir partidura de cerezas es usar cubiertas plásticas sobre árboles, lo que evita el contacto del agua con los frutos.

Se estima que el 15% de la superficie de cerezos en Chile se produce con cubiertas tipo techo y macrotúneles. No obstante, junto con la protección, el uso de estas estructuras también conlleva una modificación microclimática que altera la fisiología de los árboles y fruta.

Durante las temporadas 2018/19 y 2019/20 en Sagrada Familia, Región del Maule, se estudió el comportamiento de cerezos Santina bajo cubiertas plásticas tipo techo y macrotúnel, prestando atención en las variaciones microclimáticas, respuesta fisiológica y calidad de fruta. Los resultados mostraron cambios significativos en el desempeño de árboles y en algunos atributos de las cerezas.

## AIRE LIBRE VERSUS TECHO Y MACROTÚNEL

Se compararon tres parcelas de 5.000 m<sup>2</sup>: cubierta tipo techo, macrotúnel y testigo al aire libre (Foto 1).

El techo era desplegado entre la semana 33 y 42, solamente ante un pronóstico de helada o lluvia, mientras que el macrotúnel era instalado desde la semana 33 hasta finalizada la cosecha. Durante floración, se abría lateralmente para prevenir alza de temperatura y favorecer el

vuelo de abejas. Asimismo, a lo largo de la temporada, se ventilaba cuando la temperatura del interior superaba los 25°C y cerraba cuando era inferior a 10°C.

Los tres tratamientos recibieron las mismas prácticas en cuanto a control fitosanitario y fertilización. El riego era programado de acuerdo con el contenido hídrico del suelo en cada ambiente. En Jul/2019, los árboles bajo techo y macrotúnel recibieron la aplicación de rompedores de dormancia.

## MICROCLIMA AL INTERIOR DE LAS ESTRUCTURAS

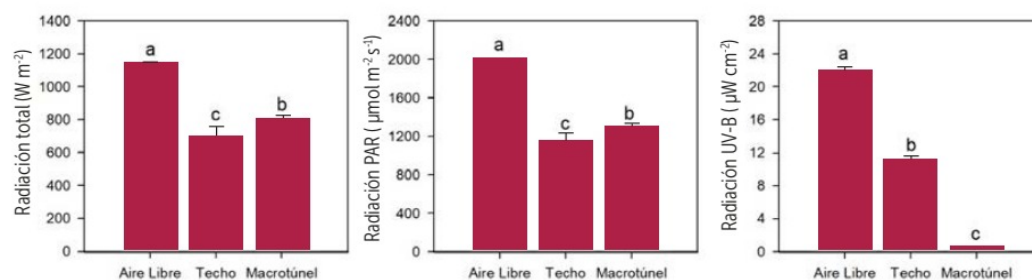
**Radiación solar:** La intercepción de la radiación solar fue evaluada el 19/Nov/2018 a 1,5 m sobre el suelo, a mediodía y con cielo despejado. Las mediciones de radiación incluyeron: solar total, fotosintéticamente activa (PAR) y ultravioleta (UV-B) (Figura 1).

El techo filtró un 39% de la radiación solar total recibida al aire libre, y el macrotúnel un 29%. En el rango de la PAR, la filtración fue del 43% bajo techo y 35% bajo el macrotúnel. La radiación UV-B tuvo una disminución del 49% con techo y 98% con macrotúnel, respecto al aire libre.

El diferencial en la capacidad de limitar el paso de la radiación electromagnética se explica por la composición del plástico (rafia o film), presencia de aditivos (protector UV), y forma de instalación (techo inclinado o macrotúnel en arco).

A pesar del descenso de la PAR bajo el techo y macrotúnel, ésta se encontró sobre el nivel de saturación de la fotosíntesis para el cerezo (1.000-1.100  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ),

Figura 1. Radiación solar total incidente, fotosintéticamente activa (PAR) y ultravioleta B (UV-B). 19/Nov/2018.



Columnas seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente, según Prueba HSD de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

por lo que la alteración no debería restringir la asimilación de CO<sub>2</sub> de los árboles. Por otro lado, la menor radiación UV, en especial bajo macrotúnel, puede afectar la polinización de los árboles, dado que este rango del espectro es el que utilizan las abejas para orientar su vuelo. También, la alta filtración de la UV puede incrementar la actividad residual de los agroquímicos aplicados, pudiendo mantener niveles más altos en las cerezas de huertos que utilizan estos plásticos.

**Temperatura y humedad relativa:** La temperatura y humedad relativa (HR) del aire fueron registradas durante todo el periodo de crecimiento del fruto en ambas temporadas, a 1,5 y 3,0 m sobre el suelo. Con estos datos se calculó la acumulación de grados días (GD, base 10°C), grados hora (GH, base 4,5°C), e índice de estrés.

Las mayores variaciones de la temperatura y HR del aire ocurrieron en la temporada 2018/19, cuando las cubiertas estuvieron

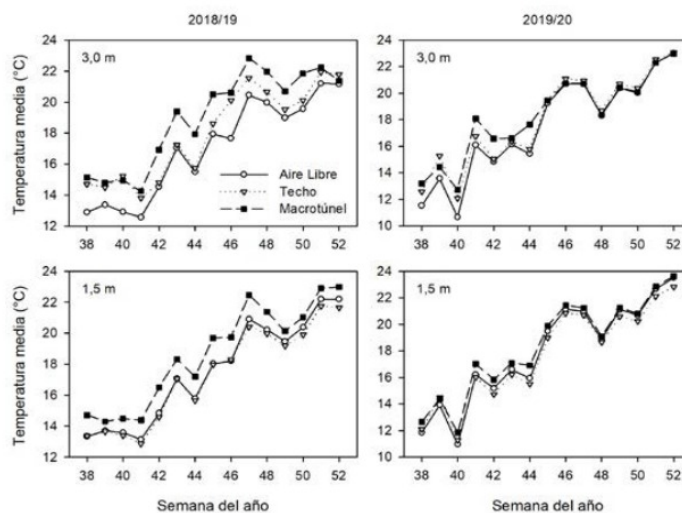
extendidas por más tiempo, debido a eventos de lluvias. En la temporada 2019/20, estos episodios fueron menos frecuentes, por lo que el despliegue del techo fue menor, y en el macrotúnel la ventilación fue más rigurosa (Figuras 2 y 3).

En el periodo de poscosecha (enero a marzo), las cubiertas permanecieron replegadas, sin diferencias ambientales entre los tratamientos.

Las fluctuaciones en la temperatura del aire causaron diferencias en la acumulación térmica entre los ambientes (Figuras 4 y 5). El aumento de los GD acumulados bajo las cubiertas indicaría mayor tiempo a altas temperatura. En cambio, la acumulación de GH señala que la exposición a temperatura en el rango óptimo para el crecimiento sería levemente menor en la zona a 3,0 m y casi inalterada a 1,5 m.

El índice de estrés mostró similar tendencia a la acumulación térmica, con una mayor demanda

**Figura 2.** Temperatura (°C) del aire media semanal en las temporadas 2018/19 y 2019/20 a 3,0 y 1,5 m de altura en los tratamientos.



hídrica atmosférica en la zona superior de la copa (Figura 6).

Las mayores variaciones microclimáticas entre los tratamientos ocurrirían cuando las condiciones ambientales son más cálidas, como los días despejados y en la zona más próxima a la cubierta (nivel superior de los árboles). En la parte inferior, las diferencias son menores debido a la sombra

de la copa. Además, a este nivel se observó un efecto opuesto entre los tipos de cubierta. Bajo el techo, el ambiente más oscuro y ventilado generó temperatura inferiores y HR superiores al del aire libre, mientras que al interior del macrotúnel ocurrió lo contrario, debido a su mayor transparencia y diseño más cerrado. Estas diferencias explicarían los efectos

**WWW.PROTEKTA.CL**

**CATÁLOGO**

**ANTIHELADA**

**CINTA DE RIEGO**

**MULCH BICAPA PERFORADO**

**BIOESTIMULANTES**

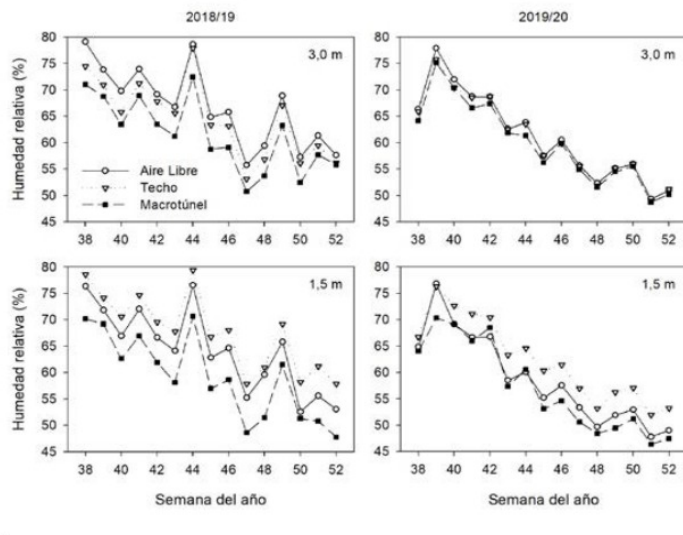
**CINTAS Y CORDELES**

**PROTEKTA**  
Tecnología que da Frutos

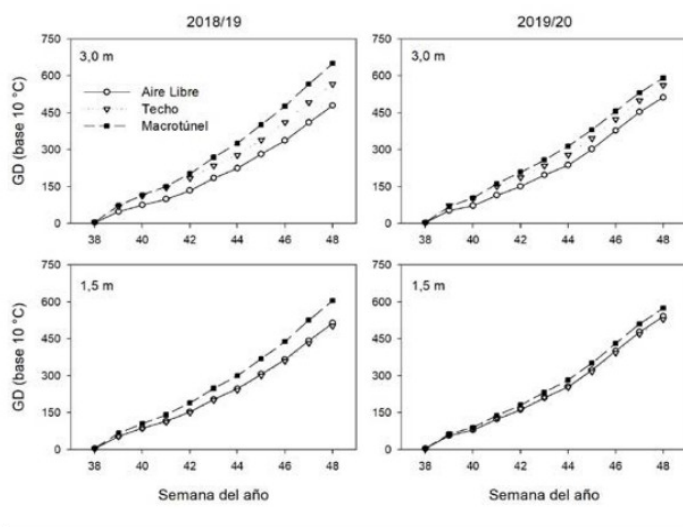
**CASA MATRIZ: LA CORDILLERA N° 21 • LAMPA | SANTIAGO ☎ 2 29527966**

**ARICA • LA SERENA • OVALLE • QUILLOTA • LAMPA • BUIN • SAN VICENTE • CURICO • TALCA • CHILLÁN • TEMUCO • OSORNO**

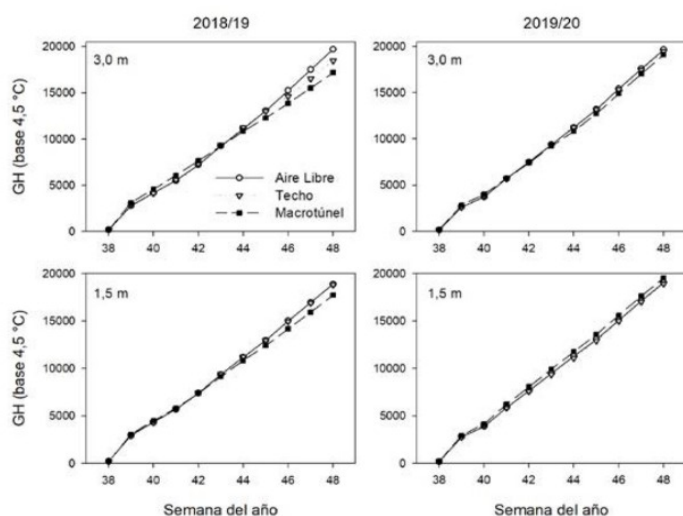
**Figura 3.** Humedad relativa (%) media semanal en las temporadas 2018/19 y 2019/20 a 3,0 y 1,5 m de altura en los tratamientos.



**Figura 4.** Grados día (GD, base 10 °C) acumulados semanalmente en las temporadas 2018/19 y 2019/20, a 3,0 y 1,5 m de altura en los tratamientos.



**Figura 5.** Grados hora (GH, base 4,5 °C) acumulados semanalmente en las temporadas 2018/19 y 2019/20, a 3,0 y 1,5 m de altura en los tratamientos.



observados en el índice de estrés ambiental.

**RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL CEREZO**

**Fenología:** El uso de ambas cubiertas alteró la fenología de los árboles (Cuadro 1). En la temporada 2018/19, el efecto fue producto únicamente del uso de las cubiertas a partir de agosto. Esta intervención favoreció la acumulación térmica, logrando un adelanto de 5 y 7 días en la fecha de plena flor (PF) bajo el techo y macrotúnel, respectivamente al aire libre. Estas diferencias tendieron a mantenerse a lo largo de la temporada, iniciando la cosecha bajo techo y macrotúnel 4 y 8 días más temprano que al aire libre.

En la temporada 2019/20, la estrategia del huerto incluyó la aplicación de rompedores de dormancia en las parcelas con cubiertas. Esto logró un adelanto de 17 y 38 días en la PF bajo el techo y macrotúnel, respectivamente a lo ocurrido al aire libre. Con el avance de la temporada, las diferencias disminuyeron, iniciándose la cosecha bajo el techo y macrotúnel 9 y 29 días más temprano que al aire libre.

**Estado hídrico:** La conductancia estomática de la hoja ( $g_s$ ) y el potencial xilemático ( $\Psi_x$ ) fueron

medidos antes y después de la cosecha de los árboles.

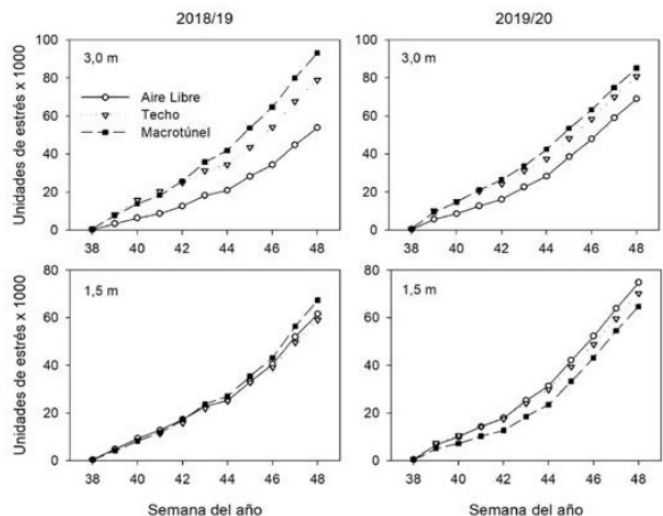
En la temporada 2018/19, la medición previa a la cosecha mostró que la  $g_s$  de las hojas que se desarrollaron bajo las cubiertas fue 75% más alta que en las que lo hicieron al aire libre. No obstante, en la siguiente temporada no se percibieron mayores cambios en esta variable ni en el  $\Psi_x$  de los árboles. Estudios anteriores han observado que cuando hay un adecuado contenido de humedad en el suelo, los árboles no alteran su estado hídrico a pesar de realizarles modificaciones ambientales estresantes.

Tras la cosecha y el repliegue de las cubiertas, los árboles bajo cubierta tendieron a presentar una menor  $g_s$  y un  $\Psi_x$  más negativo que los que crecieron al aire libre. El microclima durante las etapas iniciales del crecimiento vegetativo podría afectar la respuesta fisiológica frente a la alta radiación solar y la temperatura posterior a la cosecha.

**Crecimiento vegetativo:** El crecimiento vegetativo de los árboles fue evaluado al final de ambas temporadas a través del tamaño y desarrollo foliar de los brotes del año (Cuadro 2).

En la primera temporada, cuando las cubiertas estuvieron

**Figura 6.** Índice de estrés acumulado semanalmente en las temporadas 2018/19 y 2019/20, a 3,0 y 1,5 m de altura en los tratamientos.



# Gowán<sup>®</sup> CHILE

## JUNTO A NUESTROS AGRICULTORES CREAMOS SOLUCIONES INNOVADORAS

### Clarus<sup>▼</sup> Amino Estimulante

Fisioactivador contra estrés abiótico, péptidos y aminoácidos de rápida absorción por hojas y raíces.

### Cal<sup>▼</sup> Flow Óxido de Calcio

Óxido de calcio, enmienda mejoradora de la estructura de suelo con efecto descompactador y encalante.

### Calcicrop<sup>▼</sup> Calcio Complejado

Bioestimulante nutricional, calcio complejado con Lignosulfonato de rápida acción y disponibilidad.

### Cytoplus<sup>▼</sup> Bioestimulante



Bioestimulante foliar en base a proteínas tipo Harpin y *Ascophyllum nodosum*, potenciador del calibre, calidad y condición de fruta.

### Envidor<sup>▼</sup> Acaricida



Acaricida con un largo efecto residual, afecta todos los estados de desarrollo de los ácaros. Especialmente indicado para cerezos.

### MAGISTER<sup>SC</sup> acaricida-fungicida

Acaricida e insecticida con gran poder de volteo y que afecta a todos los estadios de ácaros con un largo efecto residual.

### EcoSwing<sup>▼</sup> FUNGICIDA BOTÁNICO



Fungicida amplio espectro, en base a extractos naturales de *Swinglea glutinosa*, preventivo para las principales enfermedades del cerezo.



### BachumusEco<sup>▼</sup> Bioactivador vegetal de origen biológico



Bioactivador potenciador del rendimiento, calidad y condición de fruta, bioestimulación complementaria sobre microbiología de suelo, raíces y planta.

gowan\_chile Gowán Chile

Riñihue 2450, B25 - B26 • Los Pinos, Reñaca  
Viña del Mar, Chile • Fono: (+56) 32 286 0698  
gowanchile@gowanco.com

[www.gowan.cl](http://www.gowan.cl)



**Cuadro 1.** Fechas de plena flor y cosecha de cerezos Santina al aire libre, bajo techo y macrotúnel.

Temporada	Tratamiento	Plena flor	Cosecha
2018/19	Aire Libre	01/Oct	01/Dic
	Techo	26/Sep	27/Nov
	Macrotúnel	24/Sep	23/Nov
2019/20*	Aire Libre	30/Sep	28/Nov
	Techo	13/Sep	19/Nov
	Macrotúnel	23/Ago	30/Oct

\* Se incluyó la aplicación de rompedores de dormancia en los tratamientos con cubierta.

**Cuadro 2.** Crecimiento vegetativo de cerezos Santina.

Temporada	Tratamiento	Brote		Hoja		
		Longitud (cm)	N° de hojas	Peso fresco (g)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso específico (mg cm <sup>-2</sup> )
2018/19	Aire Libre	43,5 b	19 b	2,1	71,7	28,6 ab
	Techo	52,9 a	22 a	1,9	70,0	27,6 b
	Macrotúnel	47,1 ab	22 a	2,0	66,4	30,1 a
	Significancia	*	*	n.s.	n.s.	**
2019/20	Aire Libre	26,2	19 a	1,4	56,2	25,9
	Techo	26,5	18 ab	1,5	61,2	24,7
	Macrotúnel	26,3	17 b	1,5	60,0	25,5
	Significancia	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Temporada (A)		**	**	**	**	**
Tratamiento (B)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**
A x B		n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Prueba HSD de Tukey ( $p < 0,05$ ). n.s.: no significativo; \*: Significativo ( $p < 0,05$ ); \*\*: altamente significativo ( $p < 0,01$ ).

extendidas por más tiempo, los brotes mostraron mayor longitud y número de hojas que los medidos al aire libre. En la siguiente temporada no se notó diferencias en el crecimiento y el efecto en el número de hojas fue el inverso, sobre todo bajo el macrotúnel. El

peso específico evidenció un menor espesor de la lámina foliar de las hojas que crecieron bajo techo, respecto a las que lo hicieron bajo el macrotúnel.

Ante una menor exposición a la radiación UV, algunas especies aumentan el largo de sus brotes,

asociado a una mayor dominancia apical dada una menor foto-destrucción de las auxinas. Se ha observado mayor área y menor grosor de las hojas con menos radiación UV, posiblemente por una menor necesidad de capas de parénquima para fotoprotección.

#### CALIDAD DE LA FRUTA

Un análisis de madurez fue realizado al inicio de la cosecha de cada tratamiento en las dos temporadas de estudio (Cuadro 3).

En la 1° temporada el peso y diámetro de los frutos mostraron mínimas diferencias entre tratamientos. En la siguiente, el peso fue 11 y 34% mayor bajo techo y macrotúnel, respectivamente al aire libre. Pese a esto, sólo los frutos bajo el macrotúnel presentaron un diámetro mayor.

En cuanto a la coloración, múltiples estudios han observado menor intensidad en las cerezas producidas bajo cubiertas. Sin embargo, estas diferencias no son percibidas por los consumidores.

La firmeza de los frutos en la 1° temporada fue un 11% menor bajo techo en relación con el aire libre y macrotúnel. En la 2° los frutos bajo ambas cubiertas tuvieron una firmeza 17% menor que al aire libre. La caída de firmeza ha sido observada en la zona superior de los árboles, más próxima a las cubiertas, donde el ambiente es más cálido. El alza térmica y menor radiación solar

estimularían el crecimiento vegetativo, dejando menos disponibilidad de calcio para los frutos. La menor la firmeza también puede estar asociada a una mayor velocidad de maduración del fruto en el ambiente modificado.

Los sólidos solubles (SS) bajo techo fueron similares a los obtenidos al aire libre. En cambio, bajo el macrotúnel fueron más bajos en la 1° temporada y más altos en la 2°. Por otro lado, la acidez titulable (AT) fue menor bajo ambas cubiertas en las dos temporadas. En diversos cultivos de cerezos con diferentes tipos y momentos de cobertura y entre temporadas, se ha notado una amplia variación en el nivel de azúcar y acidez de los frutos. El menor contenido de SS ocurriría por un efecto de dilución, dado el mayor tamaño que suelen alcanzar los frutos bajo las cubiertas. Contrariamente, se ha planteado que cuando los frutos presentan mayores SS, se derivaría de una menor carga frutal en los árboles con macrotúnel, quedando mayor disponibilidad de asimilados para los frutos. **Ra**



#### Agradecimientos

Agrícola Inés Escobar S.A. por el soporte técnico y a la Fundación para la Innovación Agraria a través del Proyecto "Modelos predictivos basados en clima, nutrición y manejo para minimizar pérdidas por pardeamiento en cerezas y manzanas" (PYT 2022-0295).

La información del presente artículo fue adaptada de la publicación:

**Palma, M., Sepúlveda, A., & Yuri, J. A. 2023.** Effect of plastic roof and high tunnel on microclimate, physiology, vegetative growth and fruit characteristics of 'Santina' sweet cherry. *Scientia Horticulturae*, 317: 112037. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112037>

**Cuadro 3.** Parámetros de calidad a cosecha en frutos de cerezos Santina.

Temporada	Tratamiento	Peso (g)	Diámetro (mm)	Color (1-5)	Firmeza (g mm <sup>-1</sup> )	SS (*Bx)	AT (%)
2018/19	Aire Libre	11,3 ab	28,6 a	4,2 a	281 a	19,6 a	1,03 a
	Techo	11,7 a	27,8 b	4,3 a	252 b	19,0 a	0,68 b
	Macrotúnel	10,8 b	27,9 b	3,7 b	286 a	17,3 b	0,70 b
	Significancia	**	**	**	**	**	**
2019/20	Aire Libre	8,8 c	25,9 b	4,7 a	273 a	19,1 b	0,72 a
	Techo	9,8 b	25,9 b	4,4 b	224 b	19,1 b	0,31 b
	Macrotúnel	10,8 a	27,8 a	4,5 ab	228 b	21,6 a	0,39 b
	Significancia	**	**	**	**	**	**
Temporada (A)		**	**	**	**	**	**
Tratamiento (B)		**	**	**	**	n.s.	**
A x B		**	**	**	**	**	n.s.