

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SOMBREO DE INVERNADEROS

**Impacto sobre el Microclima del Invernadero, el
Crecimiento de las Plantas, y la Producción y Calidad de
los Frutos**



ÍNDICE

1. Introducción y objetivo de los ensayos	2
2. Ubicación e instalaciones	3
3. Primer ensayo: Caracterización de diferentes protectores solares agrícolas Indalobranc® en un invernadero sin cultivo	4
3.1. Metodología	4
3.2. Análisis conjunto de Protectores Solares Agrícolas Indalobranc®	4
3.3. Conclusiones primer ensayo.....	7
4. Segundo ensayo: Influencia de diferentes concentraciones y productos de sombreado Indalobranc® sobre un cultivo de Solanum Lycopersicum L. en dos ciclos de cultivo ..	8
4.1. Metodología y material vegetal.....	8
4.2. Parámetros medidos a lo largo de los dos ciclos de cultivo	9
4.3. Conclusiones segundo ensayo.....	13
5. Tercer ensayo: Resistencia de dos protectores solares agrícolas Indalobranc® a la lluvia.....	14
6. Conclusiones investigación	15

1. Introducción y objetivo de los ensayos

El sombreado de los invernaderos constituye una práctica imprescindible para controlar la temperatura y la radiación que llega a los cultivos, evitando los posibles daños. Deben ser controlados tanto la dosis como las fechas de blanqueo, ya que un exceso de luz puede provocar una saturación lumínica para el cultivo, y la falta de ésta puede provocar el ahilamiento de las plantas e incluso el aborto de algunas flores.

Para determinar cómo influyen estos parámetros se desarrollaron los siguientes ensayos:

- Primer ensayo: Análisis de las características y la influencia de cuatro protectores solares agrícolas Indaloblanco®, a diferentes concentraciones, en un intervalo sin cultivo.
- Segundo ensayo: Influencia que ejerce un protector solar agrícola Indaloblanco®, administrado a la cubierta del invernadero sobre el desarrollo, la producción y la calidad de un cultivo de tomate en dos ciclos de cultivo.
- Tercer ensayo: Resistencia de dos protectores solares agrícolas Indaloblanco® a la lluvia.

2. Ubicación e instalaciones

El ensayo se desarrolló en la Finca Experimental “Catedrático Eduardo Fernández” de la Fundación UAL-ANECOOP, en tres módulos de tipo multitúnel identificados como U9, U11 y U12.



Figura 1. Panorámica de ubicación de los invernaderos en la finca UAL-ANECOOP.



Figura 2. Invernaderos en los que se desarrolló el ensayo.

Invernaderos	Superficie (m ²)	Superficie de ventilación (%)
U9 E	600	10.9
U9 O	480	10.6
U11 E	600	18.8
U11 O	480	18.3
U12 E	450	19.6
U12 O	360	18.9

Tabla 1. Características de los invernaderos.

3. PRIMER ENSAYO: Caracterización de diferentes protectores solares agrícolas Indaloblanca® en un invernadero sin cultivo

3.1. Metodología

La toma de datos se realizó durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre de 2014. El primer ensayo se realizó en el invernadero U9 sin cultivo. Se usó el sector Este del módulo (sector 1) como testigo y probando los diferentes productos Indaloblanca® se usó el sector Oeste (sector 2). En el sector 2 se aplicaron *Indaloblanca® Blanco España*, *Indaloblanca® Flex*, *Indaloblanca® Súper Flex* e *Indaloblanca® Especial Pimiento*, cada uno de ellos en tres concentraciones diferentes (25/200, 25/100 y 50/100), añadiendo una cuarta concentración (25/300) para el *Indaloblanca® Blanco España*.

Para cada producto Indaloblanca®-concentración se tomaron datos durante 3 días completos.

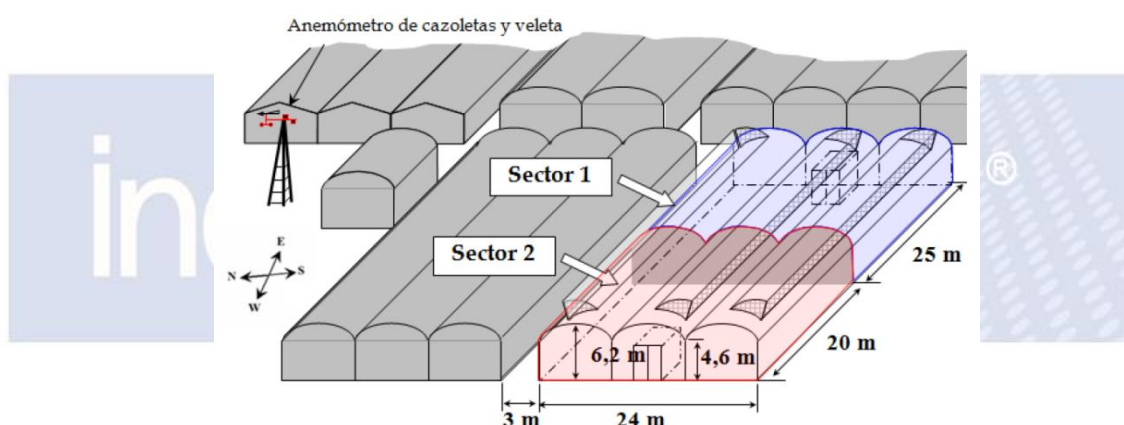


Figura 3. Esquema de ubicación del invernadero y sectores en los que se realizó el ensayo.

Durante todo el ensayo se obtuvieron medidas en continuo de diferentes sensores de temperatura, radiación y humedad relativa, tanto en el interior del invernadero como en la cubierta. También se midieron la velocidad y la dirección del viento.

3.2. Análisis conjunto de Protectores Solares Agrícolas Indaloblanca®

Las fechas y las concentraciones de los diferentes productos Indaloblanca® ensayados:

FECHA	PRODUCTO INDALOBLANCA®	CONCENTRACIÓN (Kg/L)
15 Julio 2014	BLANCO ESPAÑA	25/300
22 Julio 2014	BLANCO ESPAÑA	25/200
28 Julio 2014	BLANCO ESPAÑA	25/100
1 Agosto 2014	BLANCO ESPAÑA	50/100
5 Agosto 2014	SIN PRODUCTO	-

9 Agosto 2014	<i>FLEX</i>	25/200
13 Agosto 2014	<i>FLEX</i>	25/100
19 Agosto 2014	<i>FLEX</i>	50/100
23 Agosto 2014	<i>SÚPER FLEX</i>	25/200
27 Agosto 2014	<i>SÚPER FLEX</i>	25/100
1 Septiembre 2014	<i>SÚPER FLEX</i>	50/100
5 Septiembre 2014	<i>ESPECIAL PIMIENTO</i>	25/200
9 Septiembre 2014	<i>ESPECIAL PIMIENTO</i>	25/100
13 Septiembre 2014	<i>ESPECIAL PIMIENTO</i>	50/100
17 Septiembre 2014	<i>BLANCO ESPAÑA</i>	25/200
	<i>REPETICIÓN</i>	
23 Septiembre 2014	<i>BLANCO ESPAÑA</i>	25/100
	<i>REPETICIÓN</i>	
6 Octubre 2014	<i>BLANCO ESPAÑA</i>	50/100
	<i>REPETICIÓN</i>	

Tabla 2. Fechas y concentraciones de los diferentes productos ensayados.

A modo de ejemplo y con el fin de entender las conclusiones obtenidos al aplicar el ensayo, se van a reflejar solo los valores obtenidos experimentalmente del protector solar *Indalobranc® Flex*.

Protector Solar Agrícola: Indalobranc® Flex 50/100

Los ensayos se realizaron los días 20, 21 y 22 de agosto de 2014. En la siguiente figura se observan los niveles de radiación fuera y dentro del invernadero. Con una dosis de 50 kg de producto Indalobranc® por 100 litros de agua se obtiene una transmisividad media a la **radiación solar** de **0.26 ± 0.01** (entre las 10:00 y las 19:00 horas) y de **0.23 ± 0.00** (entre las 12:00 y las 16:00 horas). Se reduce la transmisividad a la radiación solar, con respecto a la cubierta testigo (sin producto), en un **43%** (10:00-19:00 horas) y un **33%** (12:00-16:00 horas).

En cuanto a la **radiación PAR**, se obtiene una transmisividad media de **0.24 ± 0.01** (entre las 10:00 y las 19:00 horas) y de **0.21 ± 0.01** (entre las 12:00 y las 16:00 horas). Se reduce la transmisividad a la radiación PAR, con respecto a la cubierta testigo (sin producto), en un **41%** (10:00-19:00 horas) y un **32%** (12:00-16:00 horas).

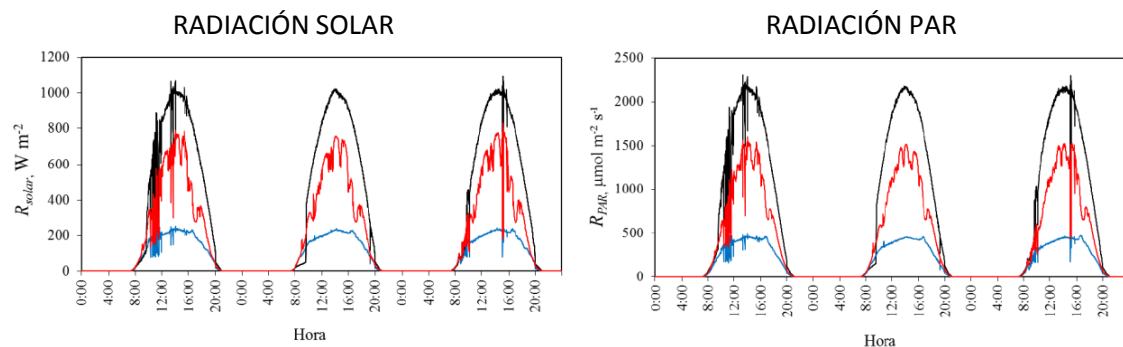


Figura 4. Niveles de radiación solar (izq.) y de radiación PAR (dcha.) durante los días de ensayo: — exterior, — sector interior sector testigo; — sector interior con el producto Indalobranc® Flex.

Para el intervalo de tiempo de mayor exigencia climática (entre las 12:00 y las 16:00 horas) la temperatura media exterior de los tres días de ensayo fue de $29.4 \pm 3.2^\circ\text{C}$, en el sector testigo fue de $37.3 \pm 4.5^\circ\text{C}$, mientras que en el sector con el producto Indaloblanco® aplicado fue de $34.7 \pm 3.4^\circ\text{C}$, una **diferencia de 2.6°C** con el producto. La temperatura máxima observada en el sector testigo fue de 44.3°C y en el sector prueba de 40.8°C . La diferencia máxima de temperatura instantánea entre los dos sectores fue de **-5.5°C** .

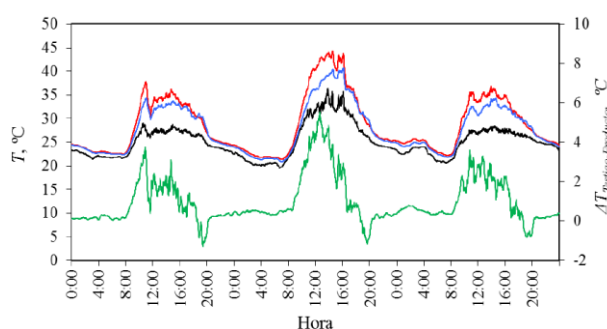


Figura 5. Temperatura media del aire durante los días de ensayo: — exterior, — sector interior sector testigo; — sector interior con el producto Indaloblanco® Flex; — $\Delta T_{\text{testigo-producto}}$.

	Transmisividad a la radiación solar (τ_{solar})			Transmisividad a la radiación PAR (τ_{PAR})		
	Testigo	Flex 50/100	Flex/ Testigo	Testigo	Flex 50/100	Flex/ Testigo
Datos entre las 10:00 y las 19:00 horas						
Día 1	0,62±0,11	0,27±0,04		0,60±0,08	0,24±0,03	
Día 2	0,60±0,11	0,26±0,03		0,58±0,07	0,24±0,03	
Día 3	0,61±0,11	0,26±0,03		0,59±0,08	0,24±0,03	
Media	0,61	0,26	0,43	0,59	0,24	0,41
Datos entre las 12:00 y las 16:00 horas						
Día 1	0,70±0,07	0,23±0,01		0,66±0,05	0,21±0,01	
Día 2	0,69±0,06	0,23±0,00		0,65±0,04	0,21±0,00	
Día 3	0,69±0,07	0,23±0,01		0,65±0,05	0,21±0,01	
Media	0,69	0,23	0,33	0,65	0,21	0,32

Tabla 3. Valores de transmisividad a la radiación solar (τ_{solar}) y a la radiación PAR (τ_{PAR}) de la cubierta sin producto (Testigo) y con el producto Indaloblanco® aplicado.

Temperatura media del aire [°C]			
	Exterior	Testigo	Flex 50/100
Diario			
Día 1	24,6±2,3	27,9±4,8	27,2±4,1
Día 2	25,9±4,8	29,9±7,8	28,6±6,6
Día 3	24,8±2,2	28,3±4,5	27,3±3,8
Media	25,1	28,7	27,7
Diurno			
Día 1	26,2±1,8	31,1±4,1	30±3,5
Día 2	29,1±4	34,7±7	32,8±5,7
Día 3	26,1±2	31±4,2	29,7±3,5
Media	27,1	32,3	30,8
12:00 – 16:00			
Día 1	27,5±0,4	34,5±0,7	32,7±0,5
Día 2	33,1±1,2	42,4±1,1	38,6±1,2
Día 3	27,6±0,4	34,9±0,8	32,7±0,9
Media	29,4	37,3	34,7
			$\Delta T_{\text{Testigo-Producto}}$
			1,0
			1,5
			2,6

Tabla 4. Valores de temperatura registrados durante los ensayos en el exterior, en el sector sin producto (Testigo) y con el producto Indaloblanco aplicado. $\Delta T_{\text{Testigo-Producto}}$ diferencia de temperatura media entre el sector testigo y el sector con el producto Indaloblanco®.

Temperatura del aire máxima registrada [°C]				
	Exterior	sin encalar	Flex 50/100	$\Delta T_{\text{Testigo-Producto MAX}}$
Día 1	29,0	37,7	34,3	3,8
Día 2	36,4	44,3	40,8	5,5
Día 3	28,5	36,8	34,4	3,6

Tabla 5. Valores máximos de temperatura registrados durante los ensayos en el exterior, en el sector sin producto (Testigo) y con el producto Indaloblanco aplicado. $\Delta T_{\text{Testigo-Producto}}$ diferencia de temperatura máxima instantánea entre el sector testigo y el sector con el producto Indaloblanco®.

3.3. Conclusiones primer ensayo

De forma general se intuye:

- Se puede llegar a conseguir una reducción de temperatura de hasta 6°C.
- Se puede llegar a conseguir reducciones de radiación solar global y radiación PAR >50%.
- El producto *Indaloblanco® Blanco España* ofreció la menor transmisividad.
- El producto *Indaloblanco® Especial Pimiento*, ofrece mayor transmisividad que los productos *Indaloblanco® Blanco España* e *Indaloblanco® Súper Flex*.
- La repetición del producto *Indaloblanco® Blanco España* en septiembre-octubre, demuestra cómo afecta la elevación solar (mayor en julio-agosto) en los valores de transmisividad. Con las mismas dosis y el mismo producto Indaloblanco®, se obtiene mayor transmisividad (menos efecto del producto) cuanto menor es la altura solar. Este aspecto es muy importante tenerlo en cuenta a la hora de valorar la diferencia entre productos Indaloblanco®.

4. SEGUNDO ENSAYO: Influencia de diferentes concentraciones y productos de sombreo Indaloblanco® sobre un cultivo de *Solanum lycopersicum* L. en dos ciclos de cultivo

4.1. Metodología y material vegetal

- **Ciclo de otoño-invierno**

Durante el ciclo de otoño-invierno se valoró el efecto que ejerce un producto de sombreo Indaloblanco® aplicado en diferentes concentraciones sobre la cubierta del invernadero en un cultivo de tomate. Para ello se han aplicado distintas concentraciones del producto *Indaloblanco® Blanco España* en diferentes sectores de invernaderos teniendo en todo momento un testigo, que en este caso es la concentración 25 kg de producto en 100 litros de agua, la cual es la más usada por los agricultores. Las concentraciones ensayadas son 25 Kg de producto *Indaloblanco® Blanco España* en 200 litros de agua y 50 Kg de producto *Indaloblanco® Blanco España* en 100 litros de agua.

En ambos invernaderos se usó como testigo el sector Este y como prueba el Oeste.

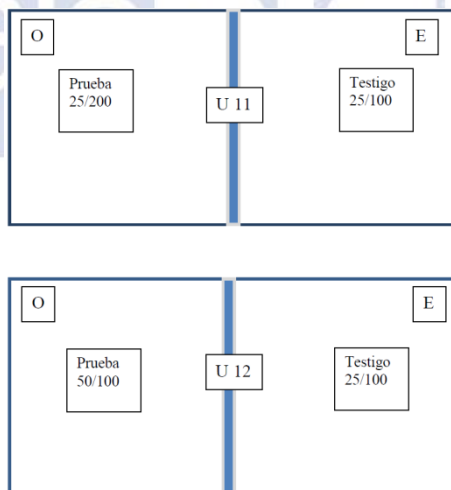


Figura 6. Esquema de los invernaderos U11 y U12.

El blanqueo de los invernaderos se llevó a cabo el 19 de agosto de 2014 coincidiendo con la fecha de trasplante del cultivo.

El cultivo usado para este ensayo fue *Solanum lycopersicum* L. cv. Racymo, con un marco de plantación de 1 planta/m² realizado en cultivo hidropónico de una mezcla de fibra de coco y turba con un pH de 6.3 y un CE de 0.9.

- **Ciclo de primavera-verano**

En el ciclo de cultivo de primavera-verano se determinó la influencia de dos estrategias distintas de blanqueo con un mismo producto (*Indaloblanco® Súper Flex*):

1. En el sector Este de los invernaderos U11 y U12 se aplicó una dosis cambiante en función de las condiciones de radiación y temperatura descritas en el interior de los invernaderos.
2. En el sector Oeste de los mismos invernaderos (testigo) se administró una dosis fija al comienzo del cultivo, siendo de 25 Kg de producto Indaloblanco® por cada 100 litros de agua que es la más usada por los agricultores.

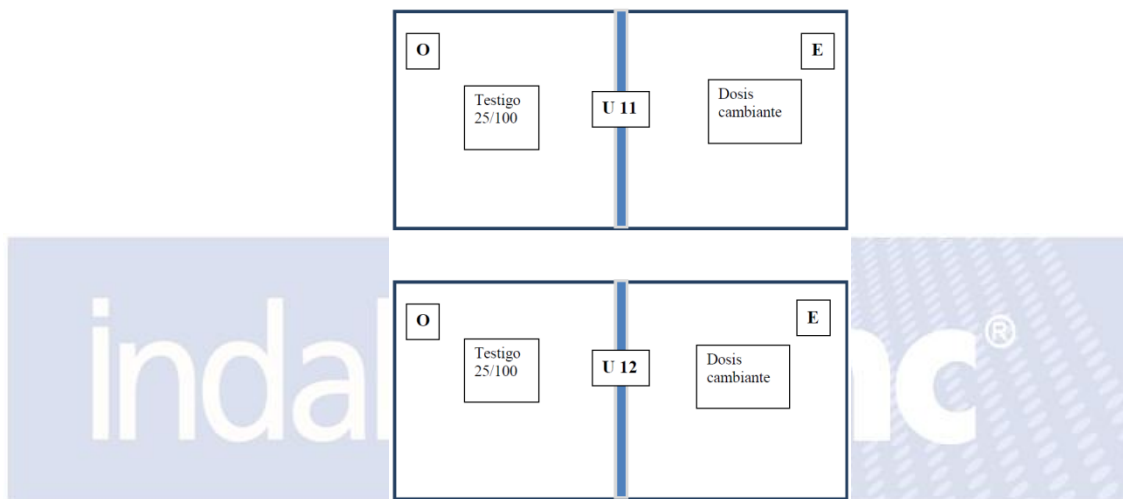


Figura 7. Esquema invernaderos U11 y U12.

El blanqueo en los sectores Este y Oeste de los dos invernaderos se llevó a cabo el 27 de Marzo de 2015, aplicando una dosis de 25 Kg/100 litros de agua en el sector Oeste y comenzando con la dosis de 25 Kg/200 litros de agua en el sector Oeste.

El cultivo usado para este ensayo fue *Solanum lycopersicum* L. cv. Bermello, trasplantado el día 17 de Febrero de 2015 con un marco de plantación de 1 planta/m², realizado en cultivo hidropónico de una mezcla de fibra de coco y turba con un pH de 6.3 y una CE de 0.9.

4.2. Parámetros medidos a lo largo de los dos ciclos de cultivos

Morfología de la planta

Los parámetros medidos para la evaluación del desarrollo de la planta han sido:

- Distancia del último entrenudo al suelo.
- Distancia del último entrenudo al meristemo apical de la planta.

- Promedio de los dos entrenudos inferiores a la última hoja que ha alcanzado la madurez fisiológica.
- Entrenudo inmediato superior a la última hoja que ha alcanzado la madurez fisiológica.
- Diámetro del tallo.
- Número de nudos por debajo de la última hoja que ha alcanzado la madurez fisiológica en el momento de la medida.
- Relación de parámetros calculados.
- Número de ramas por planta.
- Número de frutos por ramo.

• Ciclo de otoño-invierno

Invernaderos	A	Δ	NN	EI	ES	D	RP	FR
U11-E (Testigo 25/100)	191.87a*	58.49a	14.78a	9.50a	7.05a	11.49a	4.79a	9.05a
U11-O (Prueba 25/200)	191.59a	58.55a	14.87a	9.19a	7.14a	11.80a	4.86a	9.18a
U12-E (Testigo 25/100)	188.59a	57.50a	13.73a	9.84a	6.41a	11.55a	4.85a	9.00a
U12-O (Prueba 50/100)	192.35a	56.08	14.61a	8.28b	6.90a	10.62b	4.78a	9.30a

Tabla 6. Resultados medios obtenidos durante el ensayo. A: altura planta (cm). Δ : incremento en la altura de la planta (cm). NN: número de nudos por planta. EI: longitud de entrenudos inferiores (cm). ES: longitud entrenudos superiores (cm). D: diámetro del tallo (mm). RP: ramilletes por planta. FR: número de frutos por ramillete.

* Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos y letras distintas indican una diferencia significativa, con un nivel del 95,0% de confianza.

• Ciclo de primavera-verano

Inv.	Dosis	A	Δ	NN	EI	ES	D	RP	FR
U12-E	Dosis cambiante	169.20a*	45.03a	11.10a	12.50a	6.40a	14.50a	4.70a	3.80a
U12-O	Testigo 25/100	173.30a	48.08a	11.40a	13.20a	7.30a	14.90a	5.10a	3.90a

Tabla 6. Resultados medios obtenidos durante el ensayo. A: altura planta (cm). Δ : incremento en la altura de la planta (cm). NN: número de nudos por planta. EI: longitud de entrenudos inferiores (cm). ES: longitud entrenudos superiores (cm). D: diámetro del tallo (mm). RP: ramilletes por planta. FR: número de frutos por ramillete.

* Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos y letras distintas indican una diferencia significativa, con un nivel del 95,0% de confianza.

Calidad del fruto

Los parámetros medidos fueron:

- Peso.
- Diámetro ecuatorial.
- Sólidos solubles.
- Acidez de fruto.
- Firmeza.
- Materia seca.

- **Ciclo de otoño-invierno**

Invernadero	P	D	SS	pH	F	MS
U11-E (Testigo 25/100)	117.37b	62.99b	4.37a	4.11a	25.85a	6.54ab
U11-O (Prueba 25/200)	111.44a	61.94a	4.41ab	4.06a	26.75ab	6.55ab
U12-E (Testigo 25/100)	114.70b	62.09a	4.37ab	4.05a	27.94ab	6.40a
U12-O (Prueba 50/100)	117.92b	63.02b	4.45b	4.06a	29.91c	6.59ab

Tabla 8. Resultados medios obtenidos. P: peso [g]. D: Diámetro ecuatorial [mm]. SS: Sólidos solubles (° Brix). A: Acidez (pH). F: firmeza [N/cm²]. MS: Contenido de humedad o sólidos totales (Materia seca) [%].

- **Ciclo de primavera-verano**

Inv.	Dosis	P	D	SS	pH	F	MS
U12-E	Dosis cambiante	277.58a*	85.96a	4.53a	4.02a	20.7a	6.23a
U12-O	Testigo 25/100	285.14a	87.01a	4.56a	4.03a	21.8a	6.30a

Tabla 9. Resultados medios obtenidos. P: peso [g]. D: Diámetro ecuatorial [mm]. SS: Sólidos solubles (° Brix). A: Acidez (pH). F: firmeza [N/cm²]. MS: Contenido de humedad o sólidos totales (Materia seca) [%].

* Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos y letras distintas indican una diferencia significativa, con un nivel del 95,0% de confianza.

Producción

Para la evaluación de la producción se pesó la producción total diferenciando la comercial y la no comercial.

- **Ciclo de otoño-invierno**

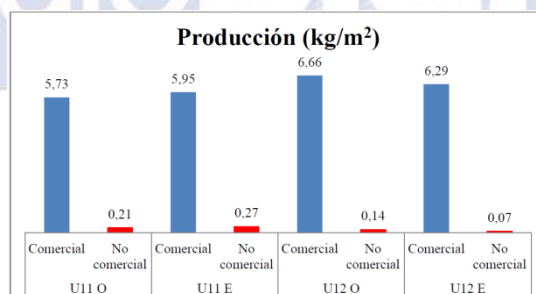


Figura 8. Producción comercial y no comercial a lo largo del ensayo.

- **Ciclo de primavera-verano**

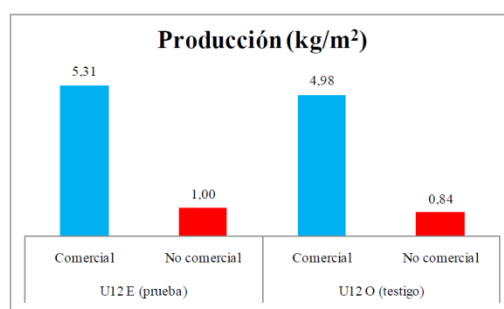


Figura 9. Producción comercial y no comercial a lo largo del ensayo.

Índice de área foliar (IAF)

Conocida la superficie en m^2 que ocupa cada planta y determinando la superficie de suelo que ocupa cada una de ellas, se aplicó la siguiente ecuación:

- **Ciclo de otoño-invierno**

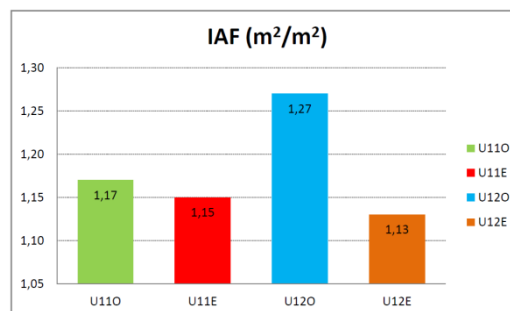


Figura 10. Índice de área foliar medio en los cuatro sectores ensayados.

- **Ciclo de primavera-verano**

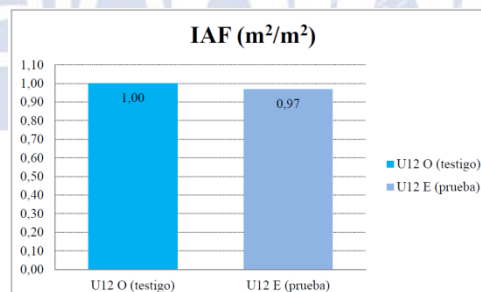


Figura 11. Índice de área foliar medio del invernadero U12 durante el ensayo.

Actividad fotosintética

A partir del caudal de aire conocido, se calcula la asimilación y las tasas de transpiración, que se actualizan cada segundo, tardando 20 segundos por cada ciclo completo.

• **Ciclo de otoño-invierno**

Invernaderos	A	Qsf	Q	E	T	CO ₂	CE
U11-E (Testigo 25/100)	13.35b	558.37	491.61b	2.44a	26.41a	326.20a	0.22b
U11-O (Prueba 25/200)	13.05ab	476.64	432.29a	2.27a	26.71a	323.22a	0.20ab
U12-E (Testigo 50/100)	12.20a		424.04a	2.24a	26.59a	316.77a	0.19a
U12-O (Prueba 50/100)	13.60b		502.22b	2.51a	27.22a	311.24a	0.20a

Tabla 10. Resultados medios obtenidos. A: tasa fotosintética [$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. Q_{sf}: radiación PAR medida con sensor fijo [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. Q: radiación PAR incidente en la hoja [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. E: tasa de transpiración [$\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. T: temperatura de la superficie de la hoja [$^{\circ}\text{C}$]. CO₂: concentración de CO₂ [ppm]. CE: conductancia estomática [$\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$].

• **Ciclo de primavera-verano**

Invernaderos	Dosis	A	Q	E	T	CO ₂	CE
U12-E (Testigo 25/100)	prueba	12.03b*	445.12b	3.16a	31.13b	377.50a	0.20a
U12-O (Prueba 50/100)	testigo	10.94a	333.59a	3.24a	30.24a	380.20a	0.23b

Tabla 11. Resultados medios obtenidos. A: tasa fotosintética [$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. Q: radiación PAR incidente en la hoja [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. E: tasa de transpiración [$\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. T: temperatura de la superficie de la hoja [$^{\circ}\text{C}$]. CO₂: concentración de CO₂ [ppm]. CE: conductancia estomática [$\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$].

* Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos y letras distintas indican una diferencia significativa, con un nivel del 95,0% de confianza.

4.3 Conclusiones segundo ensayo

Las conclusiones de cada ciclo son:

CICLO DE OTOÑO-INVIerno

Se puede afirmar que para un ciclo de cultivo otoño-invierno y con las condiciones climáticas descritas en la zona para esa época del año, a mayor concentración de Protector Solar Agrícola Indaloblanco®, más favorables son las condiciones para el cultivo, existiendo una tendencia positiva tanto de morfología de la planta, calidad de frutos y producción.

CICLO DE PRIMAVERA-VERANO

Basándonos en los resultados obtenidos, se puede afirmar que la estrategia de blanqueo basada en las condiciones de radiación y temperatura no ofrece mejores resultados que la estrategia tradicional usada por los agricultores para este cultivo y para esta época del año. Por lo que el blanqueo tradicional realizado en la zona basado en la experiencia de los agricultores se adecúa perfectamente a las necesidades de los cultivos.

5. TERCER ENSAYO: Resistencia de dos protectores solares agrícolas Indaloblanca® a la lluvia

El 27 de marzo de 2015 se aplicaron en el invernadero U9 los productos *Indaloblanca® Flex* (en el sector oeste) e *Indaloblanca® Blanco España* (en el sector este), ambos con una concentración 25/100.

Se determinó la transmisividad de la cubierta durante los meses de abril a julio, con el objetivo de ver el efecto de la lluvia y del paso del tiempo en ambos productos.

Con el producto *Indaloblanca® Flex* se determinó una transmisividad de 0.41 seis días después de la aplicación del producto, pasando a 0.48 veinticuatro días tras la aplicación, y varios días fuertes de lluvias. En los meses siguientes la transmisividad se mantuvo en torno a 0.48. Con el producto *Indaloblanca® Blanco España*, se determinó una transmisividad de 0.42 seis días después de la aplicación del producto, pasando a 0.73 veinticuatro días tras la aplicación, y varios días de fuertes lluvias. Con la lluvia se produjo el lavado de casi todo el producto. En los meses siguientes la transmisividad bajó ligeramente, posiblemente debido a la acumulación de suciedad en la cubierta del invernadero.

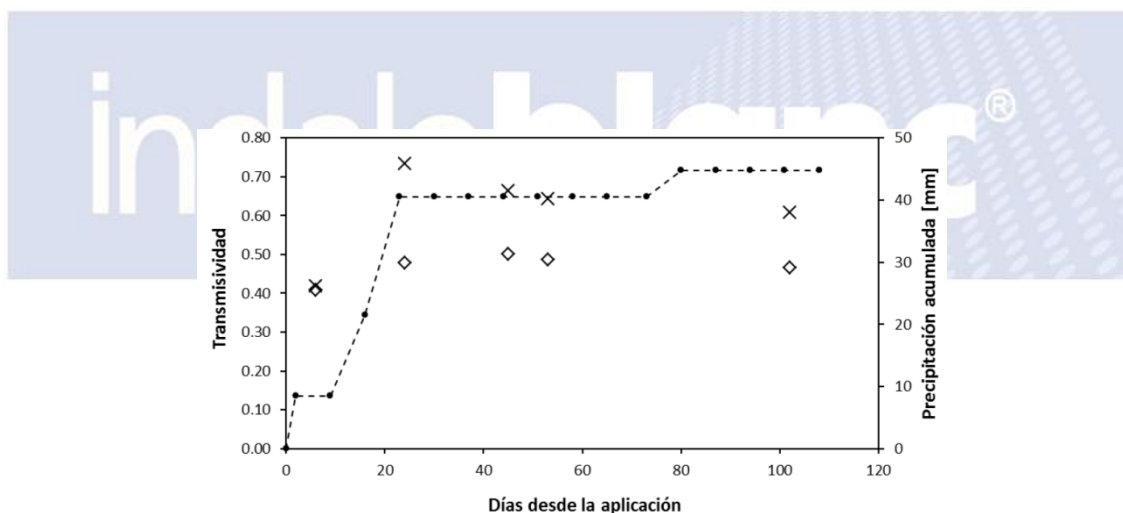


Figura 12. Transmisividad de la cubierta en el sector este con el producto *Indaloblanca® Blanco España* (x) y en el sector oeste con el producto *Indaloblanca® Flex* (◊). Precipitación acumulada según los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Almería (●-).

6. Conclusiones investigación

Como conclusión genérica, se pueden resaltar los excelentes resultados y los beneficios obtenidos al aplicar los **productos Indaloblanca®** como **productos solares agrícolas** sobre una cubierta de invernadero.

Como ya sabemos, la radiación solar es la energía electromagnética emitida por los procesos de fusión del hidrógeno contenido en el sol; dicha energía no alcanza la superficie terrestre de modo constante, su cantidad varía durante el día, de estación a estación y depende de la nubosidad, del ángulo de incidencia y de la reflectancia de las superficies.

Las plantas usan la luz como fuente de energía para la fotosíntesis, y la velocidad de este proceso depende en gran medida de la cantidad de luz. La reacción de la fotosíntesis es más alta a medida que aumenta la radiación fotosintéticamente activa, pero existe un punto máximo de fotosíntesis. Este punto donde la intensidad de la luz no aumenta la velocidad, se denomina punto de saturación de la luz. Cuando se alcanza este punto, la curva de la velocidad se vuelve plana y se pueden producir daños en el desarrollo de la planta.

Por otro lado, un exceso de temperatura provoca una transpiración excesiva y fotoinhibición, reduciendo la fotosíntesis por exceso de calor.

La radiación solar no solo afecta al desarrollo de la planta, sino que también puede afectar el crecimiento y calidad de los frutos. Por ejemplo, la luz ultravioleta provoca daños en el ADN, disminuye el florecimiento y la polinización, y afecta al desarrollo de las semillas.

En nuestra investigación hemos demostrado, como usando los **protectores solares agrícolas de Indaloblanca®** se puede conseguir una **disminución de la temperatura** de hasta **6°C** en el interior del invernadero, impidiendo un sobrecalentamiento.

Indaloblanca®, ha conseguido también demostrar que las condiciones son más favorables para la planta, tanto en el ciclo otoño-invierno como en el ciclo primavera-verano, si se usan protectores solares Indaloblanca®. El desarrollo y la calidad de los frutos también se ven beneficiados por el uso de protectores solares Indaloblanca®, pues se han obtenido excelentes resultados en los ensayos de calidad de los frutos; tienen un mayor peso y diámetro, un mayor contenido en sólidos solubles y una mayor firmeza, además de un mayor contenido en materia seca y un mayor índice de área foliar. Además de todo esto, se produce un aumento en la producción final.

El color blanco de los productos Indaloblanca®, **reflejan** parte de la radiación solar que afecta activamente a la fotosíntesis, hasta un **50%**, impidiendo así alcanzar el punto de saturación de la luz.

Por último, queda demostrada empíricamente la diferencia entre los productos de Indaloblanca® convencionales y los de larga duración, frente a las inclemencias climatológicas. Gráficamente, mediante medidas de transmisividad, se puede ver como los productos Indaloblanca® de larga duración tienen una mayor resistencia a la lluvia y al viento; mientras

que los convencionales son arrastrados y limpiados por el agua de la lluvia y despegados de la superficie por acción del viento.

Siguiendo el mismo razonamiento, los productos Indalobranc® de larga duración, perduran también a las gotas formadas por condensación del aire, debido a la disminución de la temperatura durante el enfriamiento nocturno. Nuestros productos Indalobranc® de larga duración, son resistentes a lo que conocemos como rocío.

