

GCP-2021-39-00



# Grupo de Cooperación Agrovoltaica en el Alto Aragón

# PARTICIPANTES



**PIRINEA DESARROLLO RURAL SL**



**GREEN GROUPING ENERGÍA SL**



**UNIÓN DE PEQUEÑOS AGRICULTORES Y GANADEROS DE ARAGÓN (UPA)**



**cita** CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA  
AGROALIMENTARIAS DE ARAGÓN



**Universidad Zaragoza** UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



**PIRINEA DESARROLLO RURAL SL**

- **Empresa dedicada a la ingeniería y el medio ambiente. Realiza servicios de consultoría y asistencia técnica en proyectos, estudios, informes, control y dirección de obra para una amplia diversidad de actuaciones en el medio natural y rural, especialmente gestión forestal sostenible, protección civil, educación ambiental, análisis y evaluación de riesgos naturales e ingeniería agronómica.**
- **Es la encargada de la coordinación del Grupo de Cooperación.**
- **Ha facilitado la parcela en la que se ha realizado la instalación de los paneles y sistemas de sombreado, así como también , el personal encargado de la supervisión y mantenimiento de los cultivos seleccionados**
- **También realiza tareas de difusión mediante formaciones.**

GREEN GROUPING ENERGÍA SL



- **La empresa ofrece soluciones integrales en el sector energético, a través de la tecnología solar fotovoltaica.**
- **Es la encargada del diseño, instalación, mantenimiento, análisis de rendimientos energéticos, así como de los rediseños que sean necesarios de la planta fotovoltaica colocada en la finca de Pirinea para el desarrollo de este proyecto**

**UNIÓN DE PEQUEÑOS AGRICULTORES  
Y GANADEROS DE ARAGÓN (UPA)**



- **Organización profesional que agrupa, representa y defiende los intereses de los profesionales de la agricultura y la ganadería en Aragón, y en España. Aglutina al colectivo mayoritario del sector agrario: las explotaciones familiares cuyos titulares son pequeños y medianos agricultores y ganaderos**
- **Es la encargada de dar visibilidad al proyecto y realizar tareas de difusión entre sus integrantes e interesados.**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA  
AGROALIMENTARIAS DE ARAGÓN**



- Centro público del Gobierno de Aragón dedicado a la investigación, desarrollo y transferencia de tecnología de los sectores agroalimentario y forestal.
- Pone a disposición la planta piloto de destilación a vapor y extracción orgánica para el proyecto.

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**



- La misión de EPS-Unizar es dar respuesta a las necesidades sociales de transmisión de conocimientos en los ámbitos de Ingeniería Agronómica y Medio Ambiente.
- Pone a disposición del proyecto personal investigador especializado para la modelización de los cultivos en las condiciones previstas en el proyecto.

# PROBLEMÁTICA



**Baja rentabilidad y ausencia de relevo generacional**

La Agrovoltaica se presenta como una diversificación de la actividad agrícola



**Auge de energías renovables**

La Agrovoltaica permite el aprovechamiento combinado de las grandes extensiones de terreno necesarias para la implantación de plantas fotovoltaicas con la producción agrícola.



**Poca información acerca de la Agrovoltaica**

Concepto muy innovador y poco desarrollado, que necesita ser analizado en diferentes zonas y con diferentes cultivos.

# OBJETIVOS

Evaluar la viabilidad de la combinación de la producción agrícola con la energía solar fotovoltaica.

Estudio de rendimientos agronómicos y energéticos de diferentes ángulos de inclinación y alturas de los paneles solares.

Estudio de rendimientos agronómicos y energéticos bajo diferentes condiciones de sombreado (paneles opacos, translúcidos, orientables...)

Maximización de los rendimientos agronómicos y energéticos ajustando la densidad de paneles.

Establecimiento de un centro de experimentación y divulgación de las prácticas agrovoltaicas para distintos tipos de cultivos.

# LOCALIZACIÓN



Parcela propiedad de Pirinea Desarrollo Rural SL, localizada a unos 9km de la localidad de Huesca en dirección Tabernas de Isuela.

Coordenadas: 42.06020846480762,  
-0.41805463205904847

# DISEÑO INICIAL



## Zona 1

- Paneles fotovoltaicos traslúcidos sobre estructura de madera
- Se estudiarán diferentes inclinaciones y alturas de los paneles solares.



## Zona 2

- Módulos fotovoltaicos sobre estructura de madera que servirá de base para un invernadero, ofreciendo sombra en su interior.



## Zona 3

- Paneles orientables según las condiciones meteorológicas.



## Zona 4

- Control. Zona sin ningún tipo de sombreado, para comparación con las zonas ensayo.

# ACTUACIONES ANUALIDAD 2021

- Estudio de cultivos, diseño de ensayos y adecuación de terrenos
  - Análisis de suelos, preparación de terrenos, selección y establecimiento de los cultivos a estudiar.
- Diseño, cálculo y construcción de instalación fotovoltaica.
  - Diseño e instalación de las estructuras fotovoltaicas en la finca del proyecto.
- Divulgación del proyecto

# ACTUACIONES ANUALIDAD 2022

- Selección de especies hortícolas y mantenimiento de los cultivos.
  - Plantación de especies seleccionadas y mantenimiento de los cultivos
- Rediseños de la instalación fotovoltaica.
  - Reestructuración de paneles y zonas sombreadas para mejorar rendimientos energéticos y agronómicos
- Caracterización de los cultivos
  - Secado, destilado y transformación de los cultivos PAM
  - Caracterización química de los extractos
- Divulgación del proyecto

# ACTUACIONES ANUALIDAD 2023

- Selección de especies hortícolas y mantenimiento de los cultivos.
  - Plantación de especies seleccionadas y mantenimiento de los cultivos
- Cálculos y rediseños de la instalación fotovoltaica.
  - Reestructuración de paneles y zonas sombreadas para mejorar rendimientos energéticos y agronómicos
  - Cálculos de rendimientos máximos energéticos asociados con la producción agronómica.
- Caracterización de los cultivos
  - Secado, destilado y transformación de los cultivos
  - Caracterización química de los extractos
  - Comparación de datos productivos de los cultivos hortícolas en las diferentes condiciones de ensayo.
- Divulgación del proyecto

# ACTUACIONES ANUALIDAD 2024

- Selección de especies hortícolas y mantenimiento de los cultivos.
  - Plantación de especies seleccionadas y mantenimiento de los cultivos
- Cálculos y rediseños de la instalación fotovoltaica.
  - Reestructuración de paneles y zonas sombreadas para mejorar rendimientos energéticos y agronómicos
  - Cálculos de rendimientos máximos energéticos asociados con la producción agronómica.
- Caracterización y modelado de los cultivos
  - Modelado del crecimiento de los cultivos en las diferentes condiciones estudiadas
  - Comparación de datos productivos de los cultivos hortícolas en las diferentes condiciones de ensayo.
- Divulgación del proyecto

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la parcela experimental al inicio del proyecto.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la parcela experimental.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la  
parcela experimental.  
Zonas de  
experimentación

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la  
parcela experimental.  
Zonas de  
experimentación

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la  
parcela experimental.  
Zonas de  
experimentación

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la  
parcela experimental.  
Zonas de  
experimentación

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Vista general de la parcela experimental.  
Zonas de experimentación.  
Distribución de filas de ensayo.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos hortícolas  
bajo simulación de  
sombra en primera  
mitad del día.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos hortícolas  
bajo condiciones  
intensas de sombra a  
cotas bajas,

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos hortícolas  
bajo condiciones de  
media sombra en  
altura.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos de especies  
aromáticas y  
medicinales.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos de especies  
aromáticas y  
medicinales.

# EL PROYECTO EN IMÁGENES



Cultivos de hortícolas  
bajo sombra de placas  
en estructura de  
madera.

# RENDIMIENTOS ENERGÉTICOS

# caso	Estructura	Tipología	Disposición	Panel	k/Wp estructura	k/Wp panel	% superficie util agricultura	H esol	Wp/m2 utiles	k/Wp total	kWp totales	Suelo cultivable Ha	Suelo no cultivable Ha	MWh/año por Ha	Inversión	Ingreso/año	ROI	TIR	MWh/tierra cultivable	MW/tierra cultivable
29	Estructura con hormigón	Calle	1V sur	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1400	71	0,85	2139	1,8	1,2	2994,6	1.827.882 €	179.676 €	10	10%	1663,7	1,2
31	Estructura con hormigón	Calle	1H sur	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1400	71	0,85	2139	1,8	1,2	2994,6	1.827.882 €	179.676 €	10	10%	1663,7	1,2
13	Estructura de acero	Calle	1V sur	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1400	71	0,92	2139	1,8	1,2	2994,6	1.975.153 €	179.676 €	11	9%	1663,7	1,2
15	Estructura de acero	Calle	1H sur	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1400	71	0,92	2139	1,8	1,2	2994,6	1.975.153 €	179.676 €	11	9%	1663,7	1,2
33	Estructura con hormigón	Calle	1V+1V este-oeste	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1350	71	0,85	2139	1,8	1,2	2887,65	1.827.882 €	173.259 €	11	9%	1604,3	1,2
35	Estructura con hormigón	Calle	1H+1H este-oeste	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1350	71	0,85	2139	1,8	1,2	2887,65	1.827.882 €	173.259 €	11	9%	1604,3	1,2
17	Estructura de acero	Calle	1V+1V este-oeste	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1350	71	0,92	2139	1,8	1,2	2887,65	1.975.153 €	173.259 €	11	9%	1604,3	1,2
19	Estructura de acero	Calle	1H+1H este-oeste	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1350	71	0,92	2139	1,8	1,2	2887,65	1.975.153 €	173.259 €	11	9%	1604,3	1,2
37	Estructura con hormigón	Calle	2V sur	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1400	64	0,85	1932	1,8	1,2	2704,8	1.650.991 €	162.288 €	10	10%	1502,7	1,1
39	Estructura con hormigón	Calle	2H sur	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1400	64	0,85	1932	1,8	1,2	2704,8	1.650.991 €	162.288 €	10	10%	1502,7	1,1
21	Estructura de acero	Calle	2V sur	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1400	64	0,92	1932	1,8	1,2	2704,8	1.784.009 €	162.288 €	11	9%	1502,7	1,1
23	Estructura de acero	Calle	2H sur	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1400	64	0,92	1932	1,8	1,2	2704,8	1.784.009 €	162.288 €	11	9%	1502,7	1,1
41	Estructura con hormigón	Calle	2H+2H este-oeste	Panel bifacial opaco	0,368	0,265	0,60	1350	64	0,85	1932	1,8	1,2	2608,2	1.650.991 €	156.492 €	11	9%	1449,0	1,1
25	Estructura de acero	Calle	2H+2H este-oeste	Panel bifacial opaco	0,419	0,265	0,60	1350	64	0,92	1932	1,8	1,2	2608,2	1.784.009 €	156.492 €	11	9%	1449,0	1,1
28	Estructura con hormigón	Calle	1V sur	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1400	62	0,83	1860	1,8	1,2	2604	1.539.243 €	156.240 €	10	10%	1446,7	1,0
30	Estructura con hormigón	Calle	1H sur	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1400	62	0,83	1860	1,8	1,2	2604	1.539.243 €	156.240 €	10	10%	1446,7	1,0
12	Estructura de acero	Calle	1V sur	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1400	62	0,90	1860	1,8	1,2	2604	1.667.304 €	156.240 €	11	9%	1446,7	1,0
14	Estructura de acero	Calle	1H sur	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1400	62	0,90	1860	1,8	1,2	2604	1.667.304 €	156.240 €	11	9%	1446,7	1,0
32	Estructura con hormigón	Calle	1V+1V este-oeste	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1350	62	0,83	1860	1,8	1,2	2511	1.539.243 €	150.660 €	10	10%	1395,0	1,0
34	Estructura con hormigón	Calle	1H+1H este-oeste	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1350	62	0,83	1860	1,8	1,2	2511	1.539.243 €	150.660 €	10	10%	1395,0	1,0
16	Estructura de acero	Calle	1V+1V este-oeste	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1350	62	0,90	1860	1,8	1,2	2511	1.667.304 €	150.660 €	11	9%	1395,0	1,0
18	Estructura de acero	Calle	1H+1H este-oeste	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1350	62	0,90	1860	1,8	1,2	2511	1.667.304 €	150.660 €	11	9%	1395,0	1,0
3	Estructura de madera	En altura	Coplanar	Panel bifacial opaco	0,618	0,265	0,95	1100	115	1,19	3450	2,85	0,15	3795	4.112.573 €	227.700 €	18	6%	1331,6	1,2
8	Estructura de acero	En altura	Coplanar	Panel bifacial opaco	0,6285	0,265	0,95	1100	115	1,21	3450	2,85	0,15	3795	4.161.476 €	227.700 €	18	5%	1331,6	1,2
36	Estructura con hormigón	Calle	2V sur	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1400	56	0,83	1680	1,8	1,2	2352	1.390.284 €	141.120 €	10	10%	1306,7	0,9
38	Estructura con hormigón	Calle	2H sur	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1400	56	0,83	1680	1,8	1,2	2352	1.390.284 €	141.120 €	10	10%	1306,7	0,9
20	Estructura de acero	Calle	2V sur	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1400	56	0,90	1680	1,8	1,2	2352	1.505.952 €	141.120 €	11	9%	1306,7	0,9
22	Estructura de acero	Calle	2H sur	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1400	56	0,90	1680	1,8	1,2	2352	1.505.952 €	141.120 €	11	9%	1306,7	0,9
40	Estructura con hormigón	Calle	2H+2H este-oeste	Panel normal opaco	0,368	0,245	0,60	1350	56	0,83	1680	1,8	1,2	2268	1.390.284 €	136.080 €	10	10%	1260,0	0,9
24	Estructura de acero	Calle	2H+2H este-oeste	Panel normal opaco	0,419	0,245	0,60	1350	56	0,90	1680	1,8	1,2	2268	1.505.952 €	136.080 €	11	9%	1260,0	0,9
1	Estructura de madera	En altura	Coplanar	Panel normal opaco	0,618	0,245	0,95	1100	100	1,17	3000	2,85	0,15	3300	3.495.150 €	198.000 €	18	6%	1157,9	1,1
6	Estructura de acero	En altura	Coplanar	Panel normal opaco	0,6285	0,245	0,95	1100	100	1,18	3000	2,85	0,15	3300	3.537.675 €	198.000 €	18	6%	1157,9	1,1
4	Estructura de madera	En altura	Coplanar	Panel bifacial semitransparente 15%	0,618	0,270	0,95	1100	100	1,20	3000	2,85	0,15	3300	3.596.400 €	198.000 €	18	6%	1157,9	1,1
9	Estructura de acero	En altura	Coplanar	Panel bifacial semitransparente 15%	0,6285	0,270	0,95	1100	100	1,21	3000	2,85	0,15	3300	3.638.925 €	198.000 €	18	5%	1157,9	1,1
26	Estructura de acero	Vallado	1V OP	Panel normal opaco	0,419	0,490	0,90	950	73	1,23	2190	2,7	0,3	2080,5	2.687.459 €	124.830 €	22	5%	770,6	0,8
27	Estructura de acero	Vallado	2H OP	Panel normal opaco	0,419	0,490	0,90	950	73	1,23	2190	2,7	0,3	2080,5	2.687.459 €	124.830 €	22	5%	770,6	0,8
2	Estructura de madera	En altura	Coplanar	Panel semitransparente 50%	0,618	0,260	0,95	1100	50	1,19	1500	2,85	0,15	1650	1.777.950 €	99.000 €	18	6%	578,9	0,5
7	Estructura de acero	En altura	Coplanar	Panel semitransparente 50%	0,6285	0,260	0,95	1100	50	1,20	1500	2,85	0,15	1650	1.799.213 €	99.000 €	18	6%	578,9	0,5
5	Estructura de madera	En altura	Coplanar	Panel flexible	0,618	0,320	0,95	1100	50	1,27	1500	2,85	0,15	1650	1.899.450 €	99.000 €	19	5%	578,9	0,5
10	Estructura de acero	En altura	Coplanar	Panel flexible	0,6285	0,320	0,95	1100	50	1,28	1500	2,85	0,15	1650	1.920.713 €	99.000 €	19	5%	578,9	0,5
11	Estructura con silos	En altura	Coplanar	Panel flexible	0,672	0,320	0,95	1100	50	1,34	1500	2,85	0,15	1650	2.008.800 €	99.000 €	20	5%	578,9	0,5

Las combinaciones 29 y 31 se muestran como las mejores opciones para la producción combinada de energía y productos agrícolas, proporcionando 1,2 MW/tierra cultivable.



Análisis de suelo zonas experimentales



Mediciones SPAD



Mediciones Ceptómetro



Mediciones Fluorímetro

# MODELADO DE CULTIVOS

Mediante diferentes mediciones y caracterizaciones de los cultivos y las condiciones experimentales, se ha llevado a cabo el modelado, por parte de la Universidad de Zaragoza, de algunos de los cultivos establecidos en el proyecto.

# RESULTADOS

Nº Registro	MÉTODO DE DESTILACIÓN	ESPECIE	SUBESPECIE o VARIEDAD	INFORMACIÓN ADICIONAL	PRODUCCION (mL/kg de planta peso seco)
805	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 2	7,07
806	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 3	6,50
808	LABORATORIO	Mentha Rotundifolia		Parcela 1	7,33
809	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 1	6,00
810	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 3	6,00
811	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 1	2,86
812	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 2	7,00
813	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 1	6,25
814	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 2	9,00
815	LABORATORIO	Mentha rotundifolia		Parcela 3	12,50
816	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 3	8,33
817	LABORATORIO	Mentha rotundifolia		Parcela 3	6,50

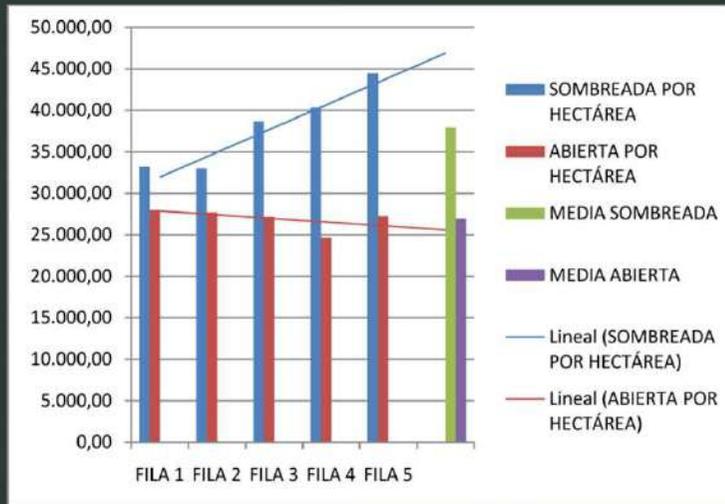
- En la tabla se muestran los resultados de caracterización agronómica y rendimiento de los cultivos PAM, obtenidos por el CITA.

# RESULTADOS

Nº Registro	MÉTODO DE DESTILACIÓN	ESPECIE	SUBESPECIE o VARIEDAD	INFORMACIÓN ADICIONAL	PESO PLANTA DESTILADA (g)	ACEITE OBTENIDO (mL)
805	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 2	198,00	1,4
806	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 3	200,00	1,3
808	LABORATORIO	Mentha Rotundifolia		Parcela 1	300,00	2,2
809	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 1	400,00	2,4
810	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 3	400,00	2,4
811	LABORATORIO	Salvia officinalis		Parcela 1	175,00	0,5
812	LABORATORIO	Artemisia absinthium		Parcela 2	400,00	2,8
813	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 1	400,00	2,5
814	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 2	200,00	1,8
815	LABORATORIO	Mentha rotundifolia		Parcela 3	400,00	5
816	LABORATORIO	origanum vulgare	subsp. virens	Parcela 3	300,00	2,5
817	LABORATORIO	Mentha rotundifolia		Parcela 3	400,00	2,6

- En la tabla se muestran los resultados de destilación y transformación de los cultivos PAM, obtenidos por el CITA.

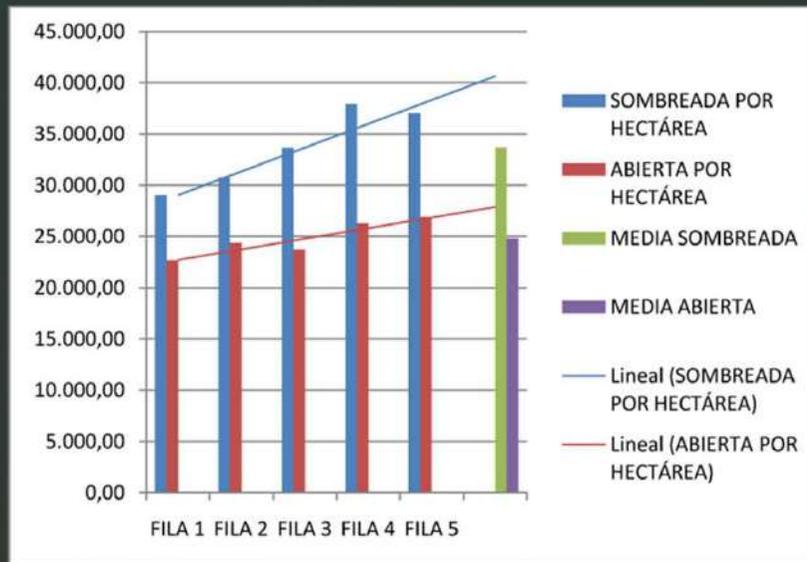
# RESULTADOS



ACELGAS	SOMBREADA HECTÁREA	POR ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	33.185,19	28.000,00	
FILA 2	33.000,00	27.708,33	
FILA 3	38.666,67	27.152,78	
FILA 4	40.375,00	24.666,67	
FILA 5	44.444,44	27.250,00	
<b>MEDIA</b>	<b>37.934,26</b>	<b>26.955,56</b>	

- Resultados del cultivo de acelga durante la temporada 2023.
- La producción se ve incrementada en las zonas con mayor sombreado, principalmente en los meses de verano.

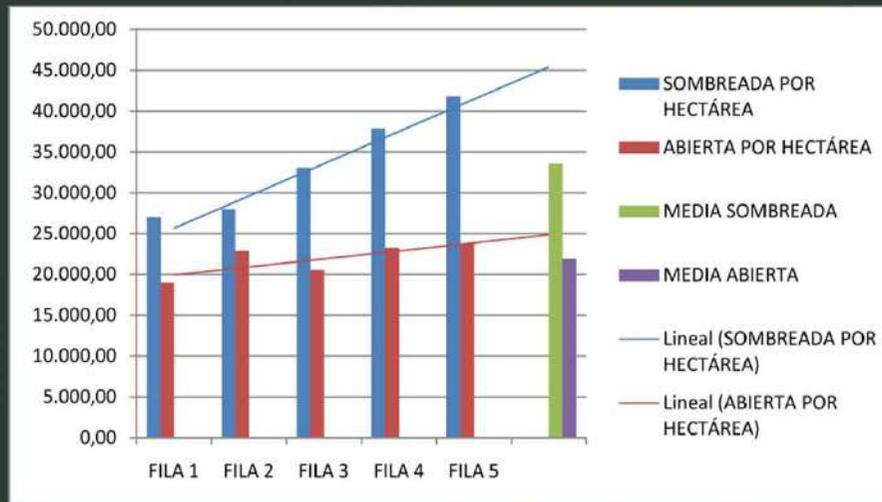
# RESULTADOS



BORRAJAS	SOMBREADA POR HECTÁREA	ABIERTA POR HECTÁREA
FILA 1	29.027,78	22.666,67
FILA 2	30.750,00	24.375,00
FILA 3	33.645,83	23.729,17
FILA 4	37.916,67	26.250,00
FILA 5	37.055,56	26.916,67
MEDIA	33.679,17	24.787,50

- Resultados del cultivo de borraja durante la temporada 2023.
- La producción se ve incrementada en las zonas con mayor sombreado, principalmente en los meses de verano.

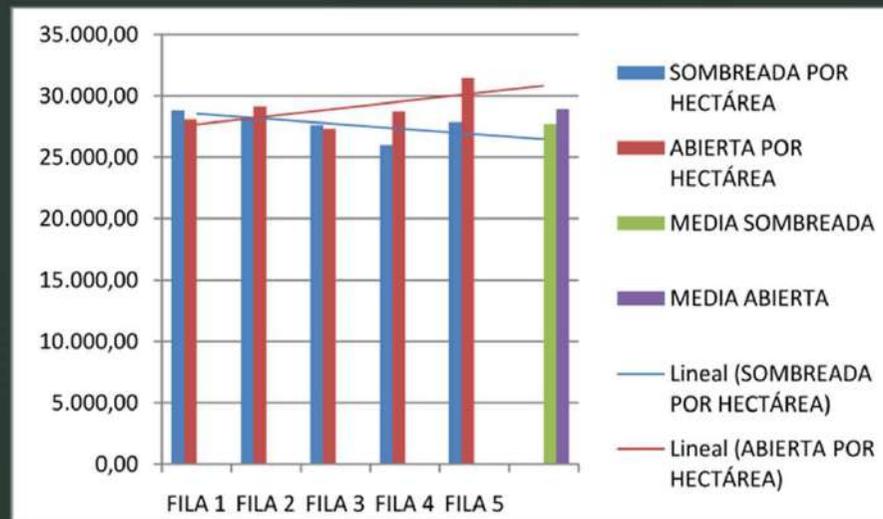
# RESULTADOS



LECHUGAS	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	27.000,00		19.000,00	
FILA 2	27.972,22		22.875,00	
FILA 3	33.055,56		20.541,67	
FILA 4	37.861,11		23.250,00	
FILA 5	41.791,67		23.750,00	
<b>MEDIA</b>	<b>33.536,11</b>		<b>21.883,33</b>	

- Resultados del cultivo de lechuga durante la temporada 2023.
- La producción se ve incrementada en las zonas con mayor sombreado, principalmente en los meses de verano.

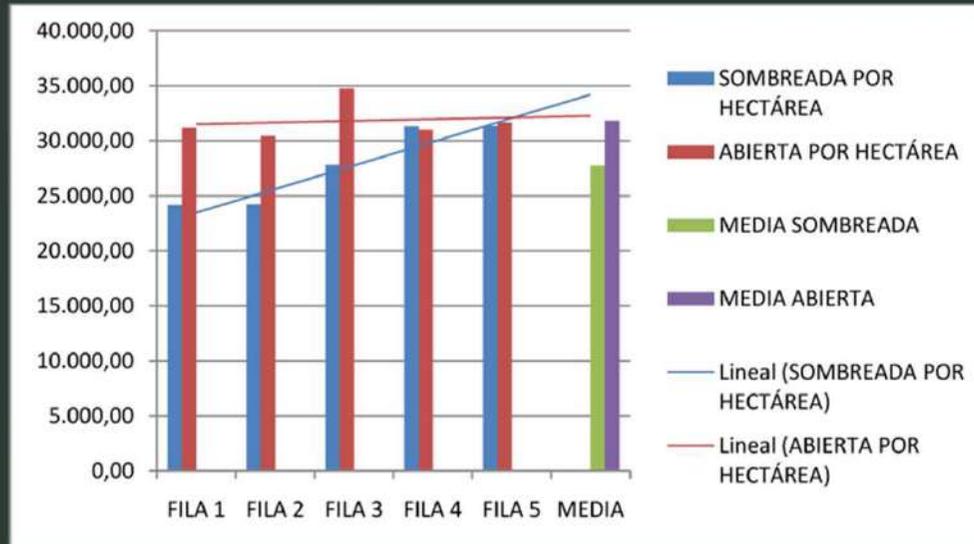
# RESULTADOS



PIMIENTOS	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	28.809,52		28.071,43	
FILA 2	28.309,52		29.142,86	
FILA 3	27.626,98		27.321,43	
FILA 4	26.011,90		28.726,19	
FILA 5	27.857,14		31.440,48	
MEDIA	27.723,02		28.940,48	

- Resultados del cultivo de pimiento durante la temporada 2023.
- La producción no se ha visto notablemente influenciada por el sombreado.

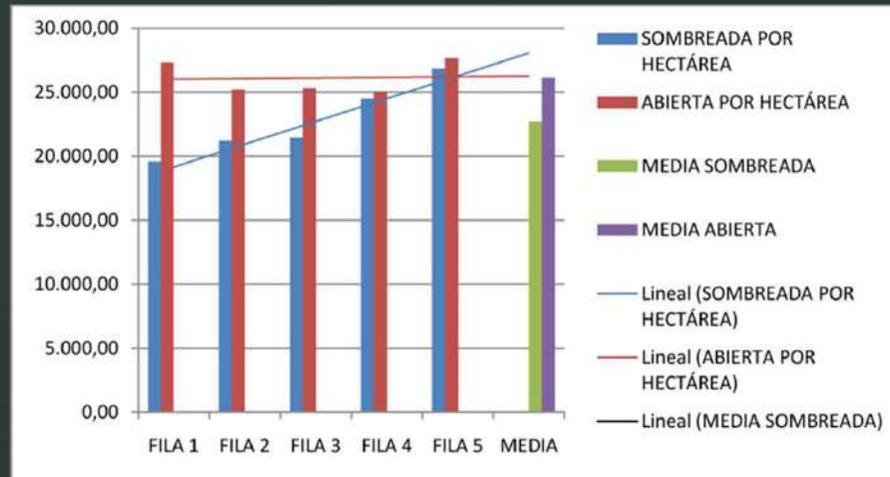
# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de acelga durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreado

ACELGA INVERNAL	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	24.166,67		31.214,29	
FILA 2	24.226,19		30.428,57	
FILA 3	27.821,43		34.761,90	
FILA 4	31.301,59		30.988,10	
FILA 5	31.333,33		31.666,67	
MEDIA	27.769,84		31.811,90	

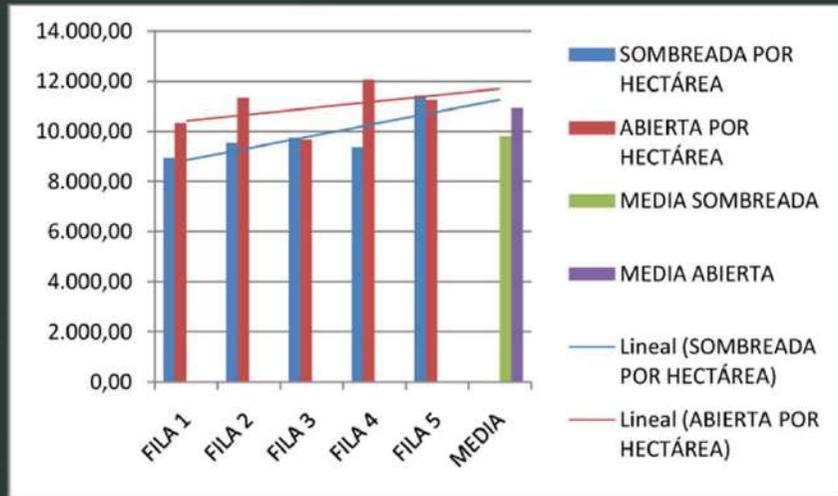
# RESULTADOS



BORRAJAS INVERNAL	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	19.600,00		27.333,33	
FILA 2	21.216,67		25.200,00	
FILA 3	21.466,67		25.333,33	
FILA 4	24.488,89		25.016,67	
FILA 5	26.877,78		27.666,67	
<b>MEDIA</b>	<b>22.730,00</b>		<b>26.110,00</b>	

- Resultados del cultivo de borraja durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreo.

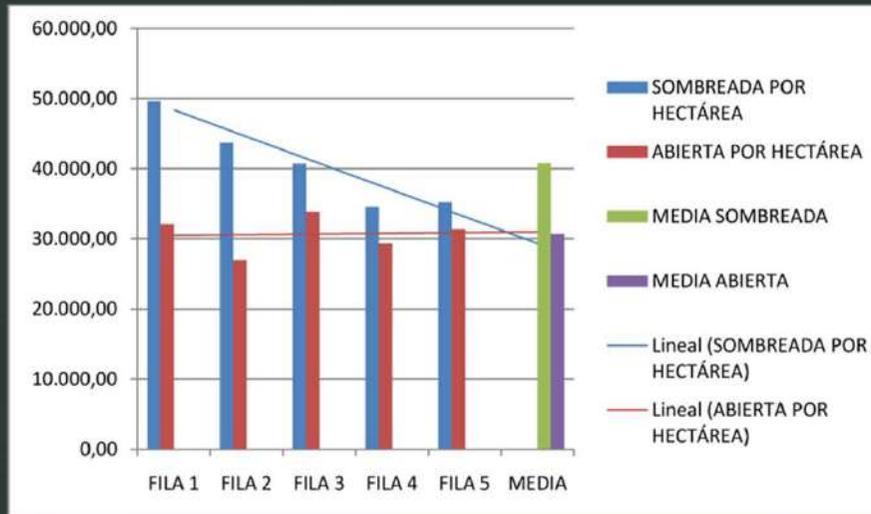
# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de brócoli durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve ligeramente reducida por el sombreo.

BRÓCOLI 2023/2024	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	8.944,44		10.333,33	
FILA 2	9.548,61		11.333,33	
FILA 3	9.753,47		9.666,67	
FILA 4	9.375,00		12.072,92	
FILA 5	11.437,50		11.250,00	
MEDIA	9.811,81		10.931,25	

# RESULTADOS

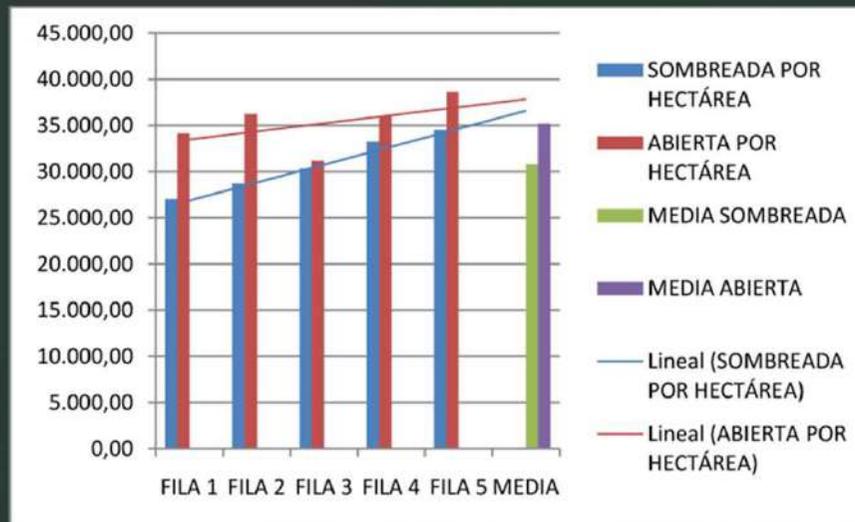


CALABAZAS SOMBREADA POR HECTÁREA ABIERTA POR HECTÁREA

FILA 1	49.675,93	32.088,89
FILA 2	43.700,00	26.950,00
FILA 3	40.755,56	33.900,00
FILA 4	34.522,22	29.322,22
FILA 5	35.244,44	31.377,78
MEDIA	40.779,63	30.727,78

- Resultados del cultivo de calabaza durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve altamente favorecida por el sombreo.

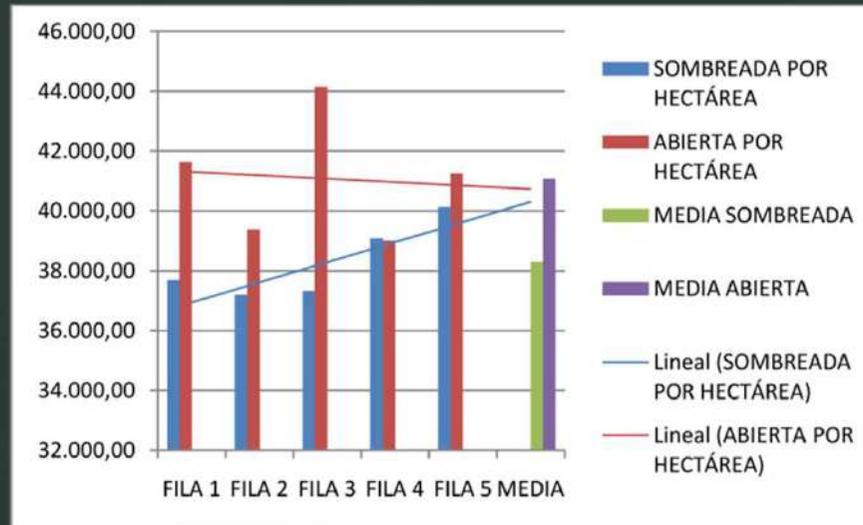
# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de col lombarda durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreo.

COL LOMBARDA 2023/2024	SOMBREADA POR HECTÁREA	ABIERTA POR HECTÁREA
FILA 1	27.041,67	34.125,00
FILA 2	28.697,92	36.218,75
FILA 3	30.333,33	31.166,67
FILA 4	33.250,00	36.000,00
FILA 5	34.500,00	38.593,75
MEDIA	30.764,58	35.220,83

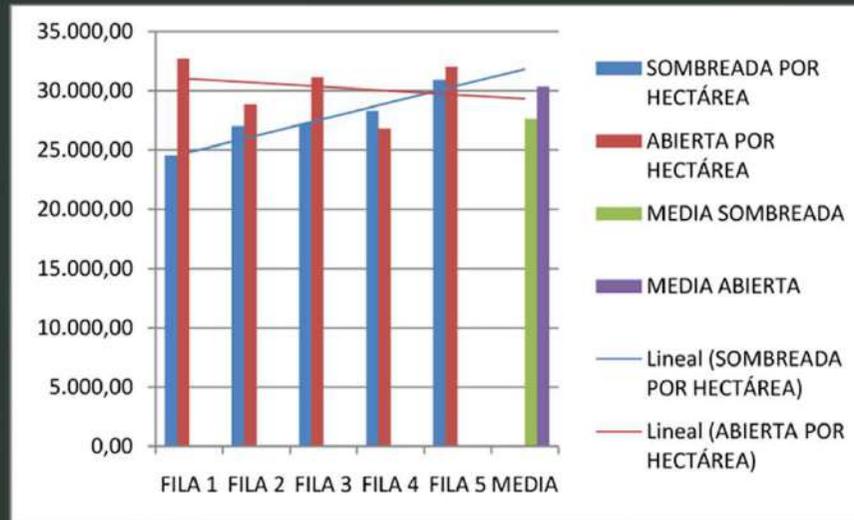
# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de col verde durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreado.

COL VERDE 2023/2024	SOMBREADA POR HECTÁREA	ABIERTA POR HECTÁREA
FILA 1	37.694,44	41.631,94
FILA 2	37.208,33	39.381,94
FILA 3	37.333,33	44.138,89
FILA 4	39.083,33	39.000,00
FILA 5	40.125,00	41.250,00
MEDIA	38.288,89	41.080,56

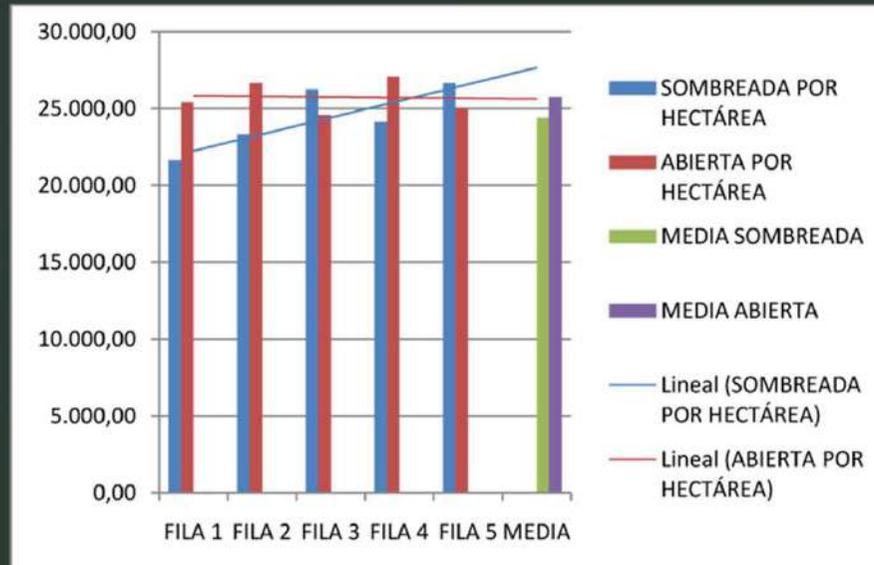
# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de coliflor durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreo.

COLIFLOR	SOMBREADA HECTÁREA	POR ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	24.541,67	32.708,33	
FILA 2	27.041,67	28.864,58	
FILA 3	27.222,22	31.125,00	
FILA 4	28.312,50	26.833,33	
FILA 5	30.937,50	32.062,50	
MEDIA	27.611,11	30.318,75	

# RESULTADOS

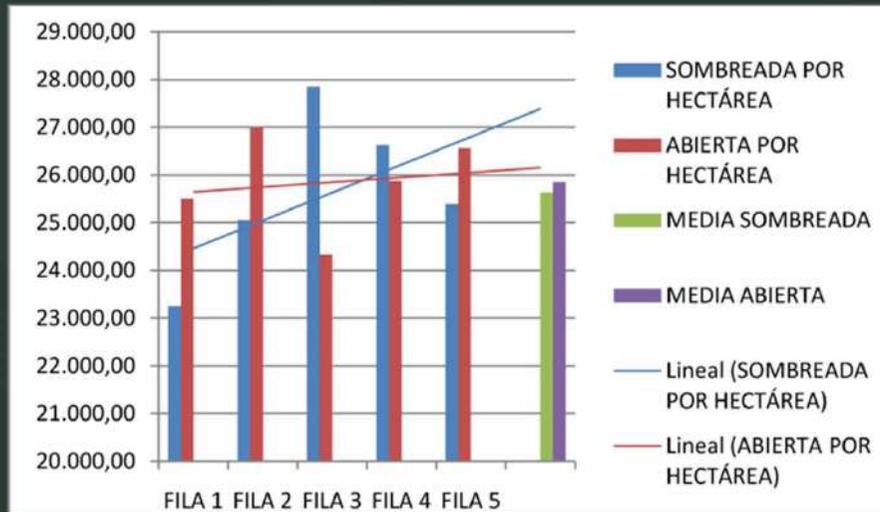


- Resultados del cultivo de escarola durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve ligeramente reducida por el sombreado.

ESCAROLAS  
SEGUNDO  
SEMESTRE 2023

	SOMBREADA HECTÁREA	POR ABIERTA HECTÁREA
FILA 1	21.666,67	25.416,67
FILA 2	23.333,33	26.666,67
FILA 3	26.250,00	24.583,33
FILA 4	24.166,67	27.083,33
FILA 5	26.666,67	25.000,00
MEDIA	24.416,67	25.750,00

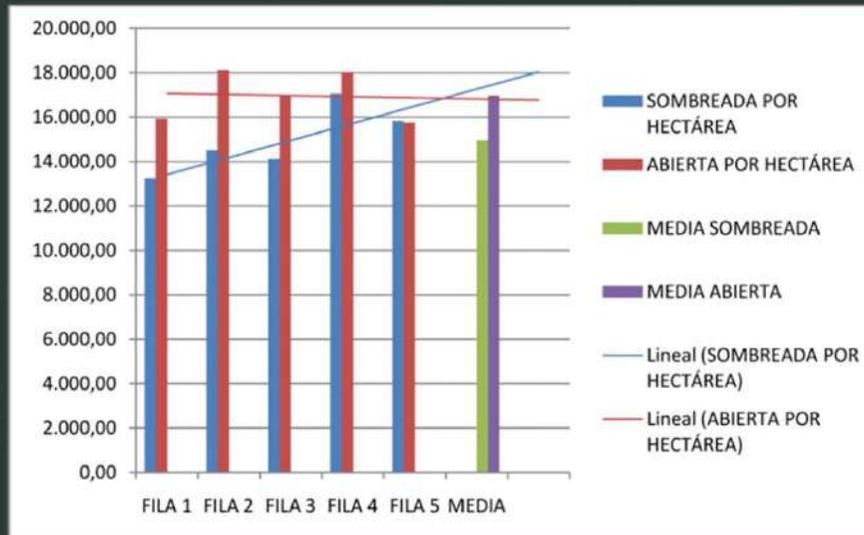
# RESULTADOS



LECHUGAS	SOMBREADA HECTÁREA	POR	ABIERTA HECTÁREA	POR
FILA 1	27.000,00		19.000,00	
FILA 2	27.972,22		22.875,00	
FILA 3	33.055,56		20.541,67	
FILA 4	37.861,11		23.250,00	
FILA 5	41.791,67		23.750,00	
MEDIA	33.536,11		21.883,33	

- Resultados del cultivo de lechuga durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida en las zonas con mayor sombreo.

# RESULTADOS



- Resultados del cultivo de romanescu durante la temporada 2024.
- La producción invernal se ve reducida por el sombreado.

ROMANESCU 2023/2024	SOMBREADA HECTÁREA	POR HECTÁREA	ABIERTA HECTÁREA	POR HECTÁREA
FILA 1	13.260,42		15.937,50	
FILA 2	14.500,00		18.125,00	
FILA 3	14.131,94		17.020,83	
FILA 4	17.062,50		18.010,42	
FILA 5	15.826,39		15.750,00	
MEDIA	14.956,25		16.968,75	

# RESULTADOS

- En general, los cultivos realizados en los meses de primavera-verano se ven favorecidos por la disminución de las horas de iluminación a consecuencia de las sombras proporcionadas por los paneles.
- En cambio, en los cultivos realizados en los meses de otoño-invierno, en general, la producción se ha visto afectada por el menor número de horas de incidencia solar provocados por los paneles.
- La calabaza y los cultivos tempranos de coles se plantean como una buena opción para los cultivos de invierno, ya que su producción se ha visto favorecida por el sombreado.
- Cabe destacar, que gracias al sombreado, el consumo de agua se reduce de forma notable en todos los cultivos en comparación con las zonas no sombreadas.

# RESULTADOS

- A pesar de toda la información obtenida durante el desarrollo del proyecto, es importante continuar con los ensayos en esta finca, puesto que es muy representativa del territorio oscense con interés hortícola, y al mismo tiempo presenta gran potencial para la energía fotovoltaica.
- Varios promotores y empresarios se han interesado por el proyecto y van a apoyar la continuación de estos estudios.
- Quedan pendientes de análisis los resultados de los cultivos plantados durante la segunda mitad del año 2024, así como los de consumo de agua, que se sumarán a los ya publicados en la web del proyecto en el momento que estén disponibles.

# CONCLUSIONES



La producción agrícola y energética es combinable, pero se necesitan rediseños específicos de las instalaciones, adecuadas a los requerimientos de manejo de los cultivos. Se precisa seguir investigando de forma continuada.



Es esencial evaluar previamente los cultivos, para optimizar la producción agrícola y energética, en referencia a las horas de sombreado y luz.



Publicaciones en redes sociales de los participantes del grupo.



Colocación de carteles en las instalaciones de los integrantes del grupo.



Web del proyecto  
<https://agrovoltaica.info/>



Jornadas divulgativas

# DIFUSIÓN Y PUBLICIDAD



FEADER



**GOBIERNO  
DE ARAGON**

GRACIAS