



Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Universitat de Lleida

PATT_ Pla Anual 2026 de Transició Tecnològica

Protecció de cultius llenyosos de precisió. La tecnologia al servei de l'eficiència i la sostenibilitat

Jornada tècnica
Lleida, dijous 28 maig de 2026

Detecció i caracterització digital de fruits en pomera

Eduard Gregorio López
Grup de recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió – GRAP
Universitat de Lleida / Agrotecnio-CERCA Center

PAgPROTECT (PID2021-1266480B-I00)

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION
UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL
AGENCIA ESPAÑOLA DE INVESTIGACIÓN

Universitat de Lleida
Grup de Recerca AgròTICa i Agricultura de Precisió (GRAP)

agrotecnio^R
EXCELLENCE IN FOOD AND AGRICULTURE RESEARCH

CERCA
Centres de Recerca de Catalunya

1

Continguts de la Presentació

- **Sensors utilitzats**
- Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D
- Detecció i seguiment de fruits en vídeo
- Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucional de regressió
- Mesura de fruits amb segmentació amodal



Universitat de Lleida

agrotecnio^R

CERCA
Centres de Recerca de Catalunya

Jornada PATT PAgPROTECT

2

1



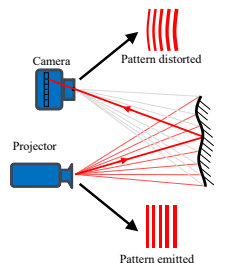
Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

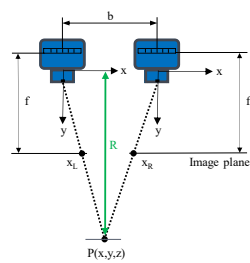
Sensors utilitzats

CÀMERES RGB-D

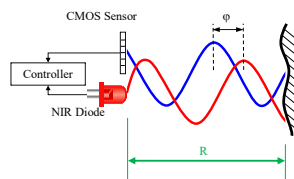
- Proporciona dades de color, profunditat i intensitat IR.
- Reconstruccions 3D en temps real sense parts mòbils.



Càmera de llum estructurada



Càmera de visió estèreo



Càmera de temps de vol

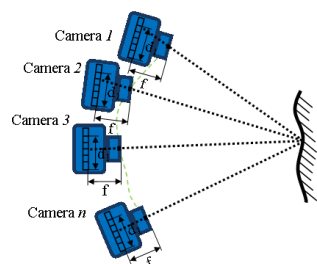
DOI: [10.1007/978-3-030-78431-7_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78431-7_3)

3

Sensors utilitzats

FOTOGRAMETRIA (Structure from Motion + Multi-View Stereo)

- Avantatges: reconstruccions 3D molt precises.
- Limitacions: afectat per les condicions d'il·luminació, elevat cost computacional.



4



Protecció de cultius llenyosos de precisió. La tecnologia al servei de l'eficiència i la sostenibilitat

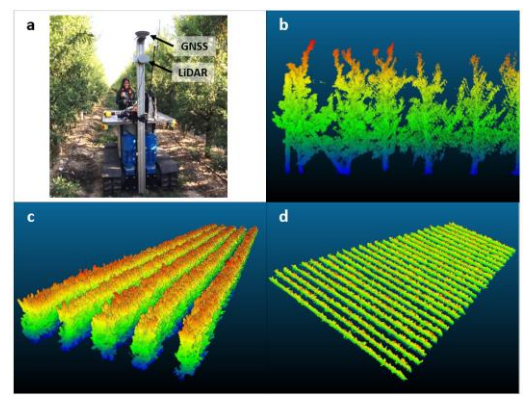
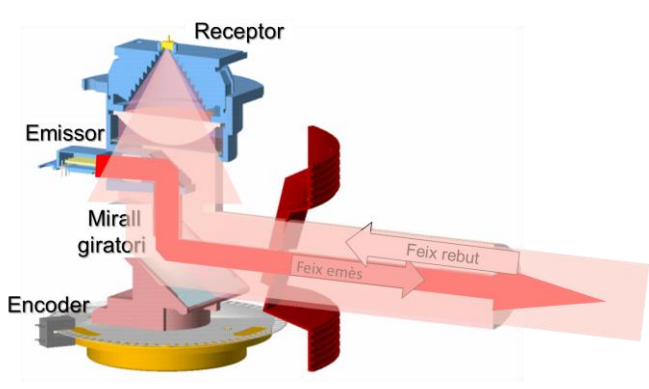
Jornada tècnica
Lleida, dijous 28 maig de 2026

Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Sensors utilitzats

LiDAR (light detection and ranging)



DOI: [10.1007/978-3-030-78431-7_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78431-7_3)

5

Continguts de la Presentació

- Sensors utilitzats
- **Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D**
- Detecció i seguiment de fruits en vídeo
- Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió
- Mesura de fruits amb segmentació amodal



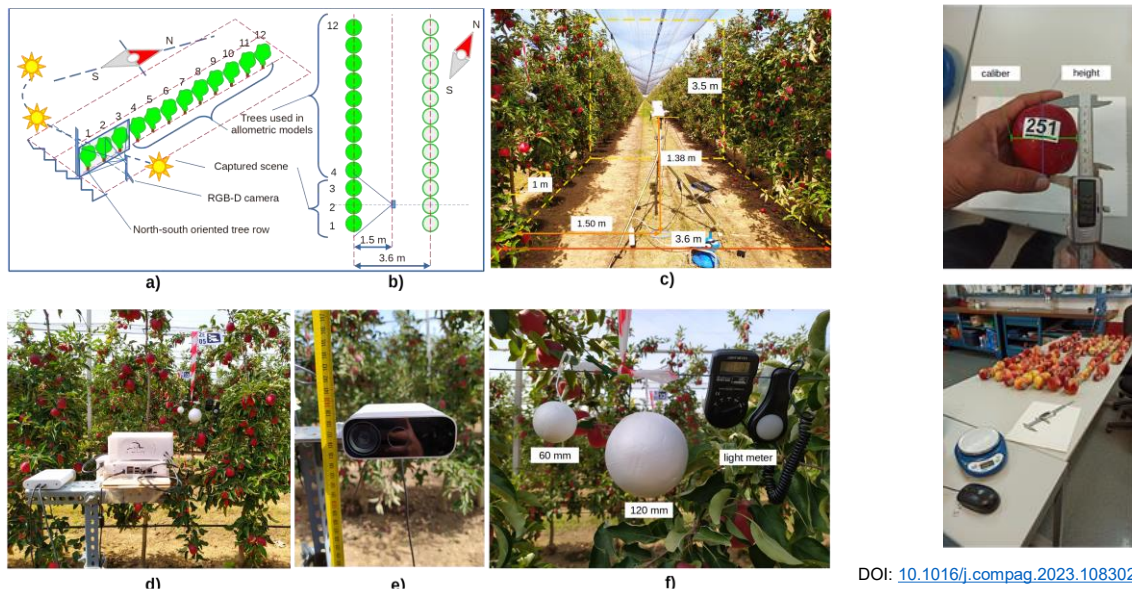
6



Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D

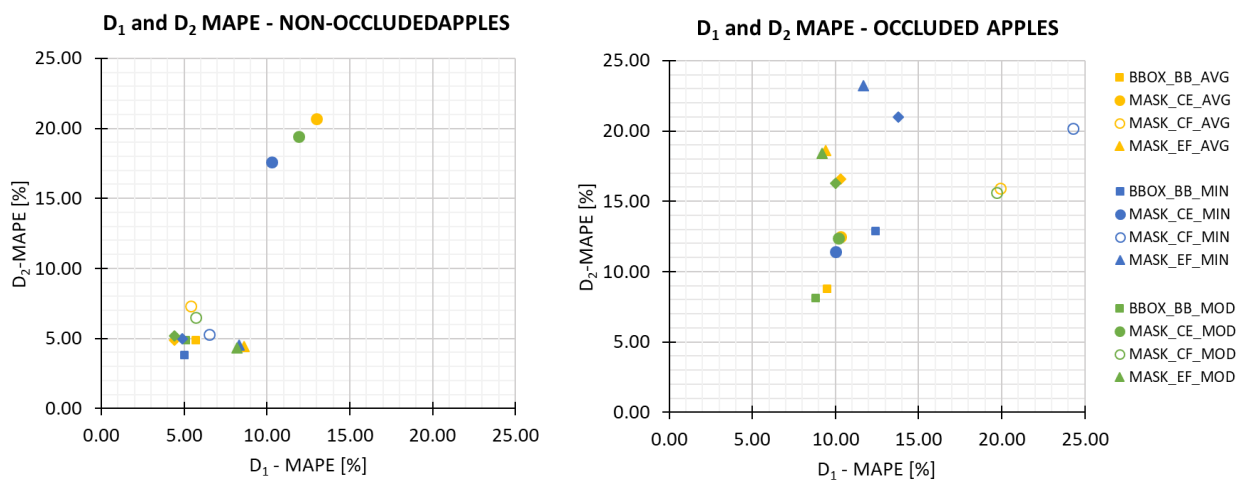


DOI: [10.1016/j.compag.2023.108302](https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108302)

7

Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D

- Estimacions de diàmetre ajustant diferents geometries



DOI: [10.1016/j.compag.2023.108302](https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108302)

8



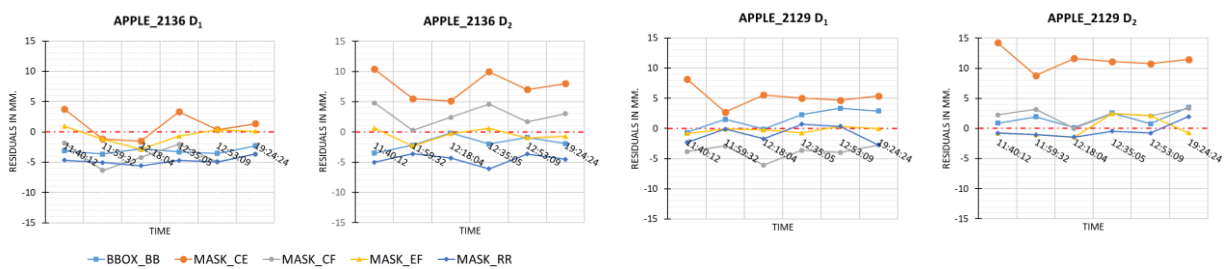
Protecció de cultius llenyosos de precisió. La tecnologia al servei de l'eficiència i la sostenibilitat

Jornada tècnica
Lleida, dijous 28 maig de 2026

Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D



• Predicció de massa (pomes visibles):

Pixel sel.	ROI	Weight predicted			
		Allometric weight prediction model	RMSE [g]	MAE [g]	MAPE [%]
<i>Non-occluded apple dataset (n=14)</i>					
MASK	CF	(3)	11.088	9.184	5.1
MASK	EF	(3)	12.244	10.100	5.6
BBOX	BB	(3)	13.019	10.121	5.7

$$\hat{W} = -161.64 + 2.48 \times D_1 + 2.22 \times D_2$$

DOI: [10.1016/j.compag.2023.108302](https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108302)

Continguts de la Presentació

- Sensors utilitzats
- Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D
- **Detecció i seguiment de fruits en vídeo**
- Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió
- Mesura de fruits amb segmentació amodal

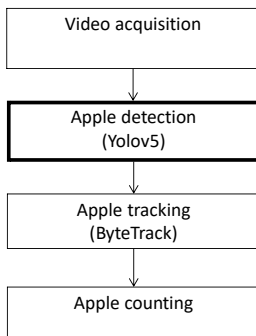




Detecció i caracterització digital de fruits

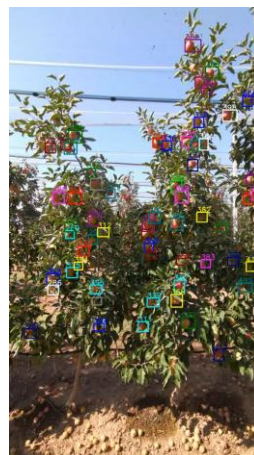
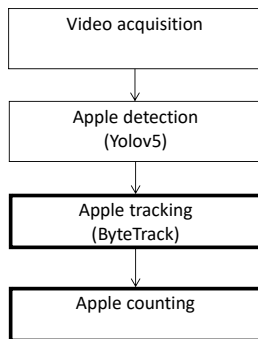
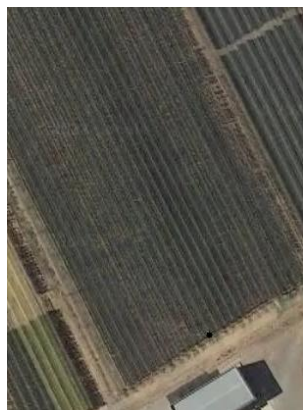
Eduard Gregorio

Detecció i seguiment de fruits en vídeo



DOI: 10.1109/MetroAgriFor58484.2023.10424135

Detecció i seguiment de fruits en vídeo



DOI: 10.1109/MetroAgriFor58484.2023.10424135

Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

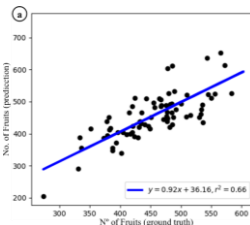
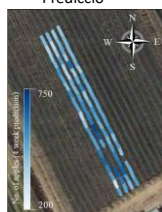
Detecció i seguiment de fruits en vídeo



Fruits recol·lectats

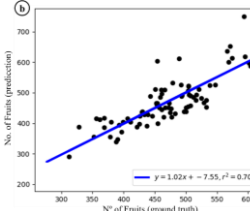
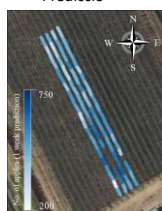


Predicció



06/09/2021

Predicció



28/09/2021

Data	MAE (pomes)	MBE (pomes)	MAPE (%)	R ²
06/09/2021	38.43	-0.20	8.45 %	0.66
28/09/2021	34.98	0.15	7.47 %	0.70

MAE = Mean Absolute Error
MBE = Mean Bias Error
MAPE = Mean Absolute Percentual Error
R² = Coeficient de determinació

DOI: 10.1109/MetroAgriFor58484.2023.10424135

Continguts de la Presentació

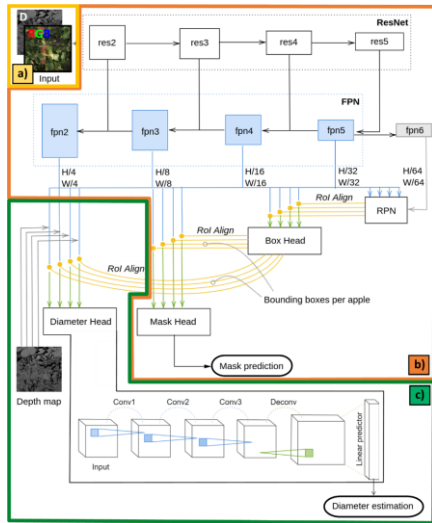
- Sensors utilitzats
- Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D
- Detecció i seguiment de fruits en vídeo
- **Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió**
- Mesura de fruits amb segmentació amodal



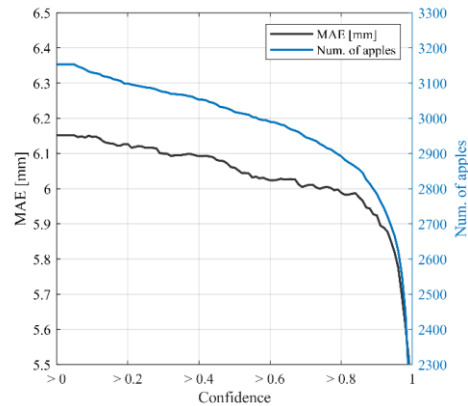
Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió



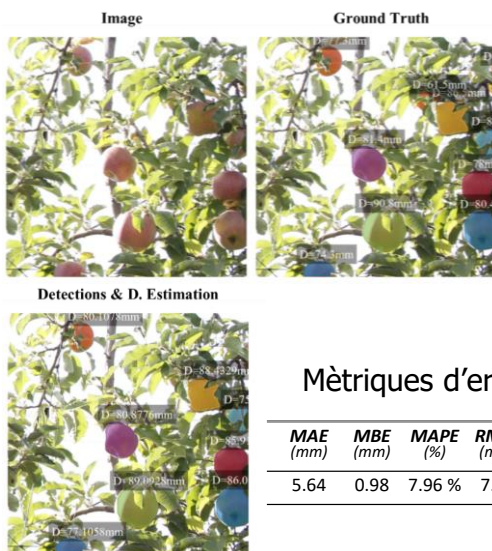
- Detecció i estimació de grandària simultàniament.
- Error (MAE) en funció del nivell de confiança:



<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.07.010>

15

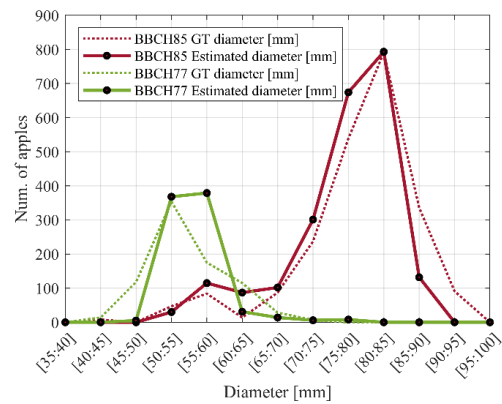
Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió



Mètriques d'error:

MAE (mm)	MBE (mm)	MAPE (%)	RMSE (mm)	R ²
5.64	0.98	7.96 %	7.77	0.66

Distribució de diàmetres estimats i diàmetres reals:



<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.07.010>

16



Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Continguts de la Presentació

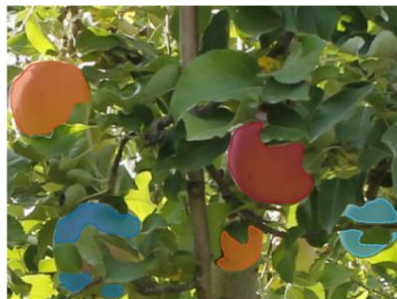
- Sensors utilitzats
- Estimació de diàmetre i massa de fruits amb càmeres RGB-D
- Detecció i seguiment de fruits en vídeo
- Mesura de fruits amb xarxes neuronals convolucionals de regressió
- **Mesura de fruits amb segmentació amodal**



Mesura de fruits amb segmentació amodal



a) Image

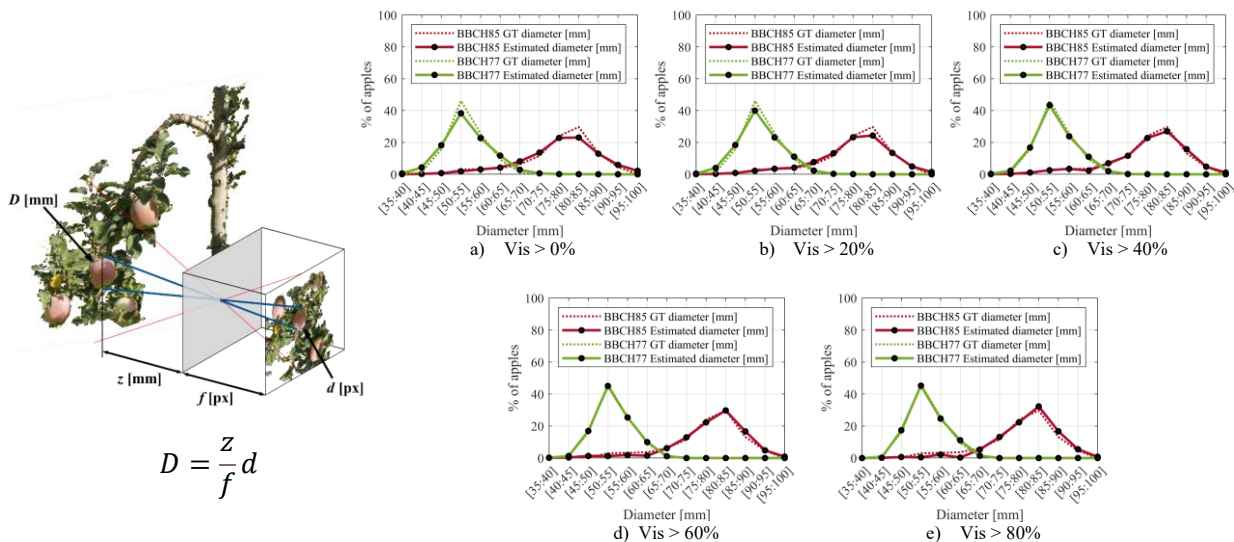


b) Modal Masks



c) Amodal Masks

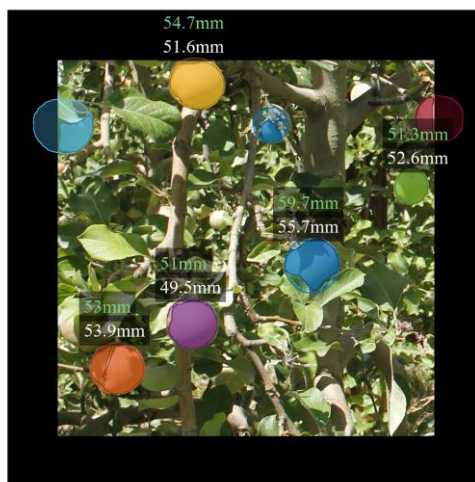
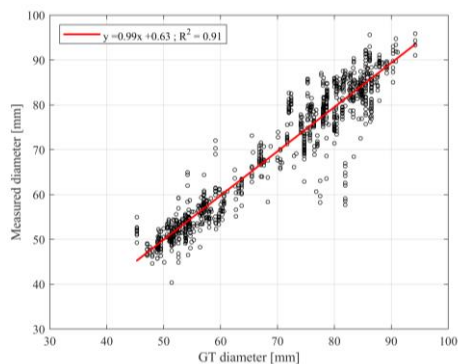
Mesura de fruits amb segmentació amodal



Mesura de fruits amb segmentació amodal

Avaluació de les pomes detectades amb una Visibilitat >60%

MAE (mm)	MBE (mm)	MAPE (%)	RMSE (mm)	R ²
2.93	-0.19	4.19 %	4.14	0.91



[DOI:10.1016/j.compag.2023.107854](https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107854)



Protecció de cultius llenyosos de precisió. La tecnologia al servei de l'eficiència i la sostenibilitat

Jornada tècnica
Lleida, dijous 28 maig de 2026

Detecció i caracterització digital de fruits

Eduard Gregorio

Agraïments

A l'Agència Estatal d'Investigació, al Ministeri de Ciència i Innovació, i als fons FEDER-UE per finançar els treballs exposats a través del projecte **PAgPROTECT (PID2021-1266480B-I00)**.



www.grap.udl.cat

www.linkedin.com/company/grap-udl-agrotecnio



Jornada PATT PAgPROTECT



Protecció de cultius llenyosos de precisió. La tecnologia al servei de l'eficiència i la sostenibilitat

Jornada tècnica
Lleida, dijous 28 maig de 2026

Detecció i caracterització digital de fruits en pomera

Eduard Gregorio López
Grup de recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió – GRAP
Universitat de Lleida / Agrotecnio-CERCA Center

PAgPROTECT (PID2021-1266480B-I00)



Universitat de Lleida
Grup de Recerca
AgròTICa i Agricultura
de Precisió (GRAP)



Universitat de Lleida
Grup de Recerca
AgròTICa i Agricultura
de Precisió (GRAP)

