

# SOSTE NIBI LITAT



## Reducció de l'impacte mediambiental i l'exposició humana a fitosanitaris en cítrics amb ferramentes i tecnologies de fàcil ús

En este article es presenten les ferramentes desenvolupades i les tecnologies de fàcil ús implementades per a millorar l'eficiència de les aplicacions de fitosanitaris en cítrics dins del marc del projecte Perfect-LIFE, i es mostren els resultats quant a la reducció de la contaminació ambiental i l'exposició humana per fitosanitaris.



### COLLABORADORS

El projecte Perfect-LIFE s'ha desenvolupat a Espanya, França i Itàlia, ha sigut coordinat pel Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani (CEAM) i ha comptat amb la participació del Centre d'Agroenginyeria de l'Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), la Fundació per al Foment de la Investigació Sanitària i Biomèdica de la Comunitat Valenciana (Fisabio), la Unitat de Mecanització Agrària de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), el Departament de Ciències Agrícoles, Forestals i Alimentàries de la Universitat de Torí (DiSAFA), Institut Francès de la Vinya i el Vi (IFV), Cooperatives Agroalimentàries de la Comunitat Valenciana (CACV), i l'empresa tecnològica Fossil IonTech.

Foto superior, assaig d'aplicació d'un tractament amb atomitzador durant el desenvolupament del projecte Perfect-LIFE.

La finalitat d'un tractament fitosanitari foliar és distribuir el producte sobre el cultiu per a controlar una plaga o malaltia. No obstant això, durant l'aplicació, part del caldo no aconsegueix l'objectiu, s'escorre dels arbres i cau a terra (escolament), o és arrossegada pel vent fora de la zona objectiu (deriva) (Garcerà i col., 2017b). Això suposa un risc de contaminació ambiental i d'exposició a les persones. Actualment, existix un compromís social i polític per a reduir estos riscos, tal com arreplega el Pacte Verd Europeu en l'estratègia «De la granja a la taula», que inclou entre els seus objectius principals reduir a la meitat l'ús de fitosanitaris químics de síntesi d'ací a 2030 (CUE, 2020).

Conscients de la necessitat de maximitzar l'eficiència dels tractaments per a reduir els regs associats, s'ha dut a terme el projecte **Perfect-LIFE** per a la «Reducció de pesticides mitjançant l'ús de tecnologies de fàcil ús per a reduir l'impacte mediambiental», finançat pel programa Life de la Unió Europea. L'objectiu principal és demostrar que és possible reduir la contaminació ambiental i l'exposició humana als pesticides i els seus metabòlits mitjançant l'ús de ferramentes i tecnologies de fàcil ús durant l'aplicació de tractaments fitosanitaris en dos importants cultius de l'àrea mediterrània, els cítrics i les vinyes, sense afectar l'eficàcia dels tractaments.

En este article es presenten les ferramentes i tecnologies desenvolupades per a cítrics i es mostren els resultats del seu ús quant a la reducció de la contaminació ambiental i exposició humana per fitosanitaris.

# LES FERRAMENTES

## CitrusVol

### Per a la racionalització de la dosi d'aplicació en cítrics

**FIGURA 1. APLICACIÓ WEB CITRUSVOL.**



El Centre d'Agroenginyeria de l'IVIA ha treballat en l'ajust òptim de la quantitat de producte aplicat a les necessitats reals de cada parcel·la, que depenen de la quantitat i vegetació a cobrir, la plaga a controlar, el producte que s'empren i l'ús correcte de la maquinària. A conseqüència d'estes investigacions, ha desenvolupat CitrusVol, una ferramenta informàtica d'ajuda a la decisió, senzilla, que permet al personal tècnic i els productors agraris determinar el volum de caldo de l'aplicació amb turboatomitzador (Garcerà i col., 2017a, 2021b).

La ferramenta es basa en dades i models científics que partixen de l'estimació del depòsit mínim necessari d'un producte per a aconseguir la màxima eficàcia contra una plaga, depenent del producte (Garcerà i col., 2011, 2012, 2014, 2017c; Garcerà, 2013) i de la seua validació en condicions de camp (Garcerà, 2013; Garcerà i col., 2014). Està disponible gratuïtament en [pàgina web](#) i aplicacions per a iOS i Android (CitrusVol) (Figura 1).

La ferramenta s'ha validat en parcel·les comercials durant diverses campanyes contra les principals plagues de cítrics a Espanya: pugons (*Aphis spiraecola* y *A. gossypii*), poll roig de Califòrnia (*Aonidiella aurantii*) i aranya roja (*Tetranychus urticae*). La validació ha consistit a comparar l'eficàcia d'un tractament convencional, que és el que sol realitzar el tècnic o agricultor de la finca, i la d'un tractament optimitzat en el qual s'ha utilitzat el volum de caldo recomanat per CitrusVol i s'ha ajustat el núvol de polvorització a la vegetació. Els resultats han demostrat que tots dos tractaments aconseguixen el mateix nivell d'eficàcia de control de plaga (Fonte i col., 2020; Fonte i col., 2021, Garcerà i col., 2021a; Garcerà i col., 2022a), amb la diferència que CitrusVol permet una reducció del volum de caldo d'entre el 12% i el 74%, amb una mitjana del 42%.

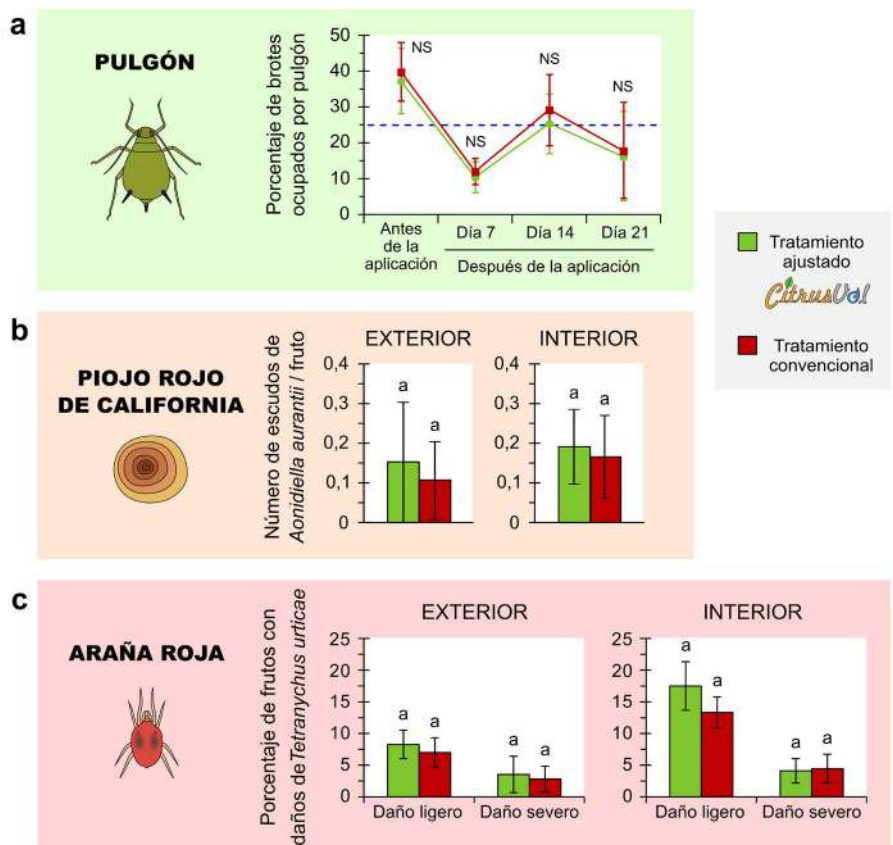
**FIGURA 2. RESULTATS D'EFICÀCIA DE CONTROL DE PLAGUES AMB CITRUSVOL.**

**A.** Percentatge de brots ocupats per pugó. NS significa no estadísticament significatiu (test LSD,  $p < 0,05$ ).

**B.** Nombre d'escuts de poll roig de Califòrnia per fruit. Lletres diferents sobre les barres indiquen diferències significatives (test de Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ).

**C.** Percentatge de fruits amb danys d'aranya roja. Lletres diferents sobre les barres indiquen diferències significatives (test LSD,  $p < 0,05$ ).

Les dades mostrades són mitjanes amb barra d'error estàndar. En roig es mostra el tractament convencional i en verd el tractament ajustat (amb CitrusVol).



## Citrus Vespa

### Per al correcte perfil de polvorització vertical

La ferramenta Citrus Vespa ajuda a agricultors i tècnics a conèixer els perfils verticals de polvorització generats pels turboatomitzadors i les configuracions principalment emprades en cítrics.

Un dels aspectes clau relacionats amb el calibratge i l'adequat ajust dels turboatomitzadors és l'elecció correcta del perfil de polvorització vertical, que sempre ha d'adaptar-se a les característiques geomètriques de la vegetació objectiu. No obstant això, és complicat que agricultors i tècnics puguin mesurar este perfil, perquè els aparells de mesura són cars i el nombre de configuracions que cal mesurar és molt alt. Per això, el Centre d'Agroenginyeria de l'IVIA, en col·laboració amb el Departament de Ciències Agrícoles, Forestals i Alimentàries de la Universitat de Torí (DiSAFA), ha desenvolupat la ferramenta Citrus Vespa (acrònim de Vertical Esprai Pattern for Citrus) per a ajudar agricultors i tècnics a conèixer de manera ràpida i intuïtiva la geometria dels perfils verticals de polvorització generats pels turboatomitzadors i les configuracions principalment emprades en cítrics (Garcerá i col., 2020, 2022b). A més, ajuda a entendre com afecten els diferents paràmetres a l'eficiència dels tractaments fitosanitaris. La ferramenta està **disponible gratuïtament en la web**.

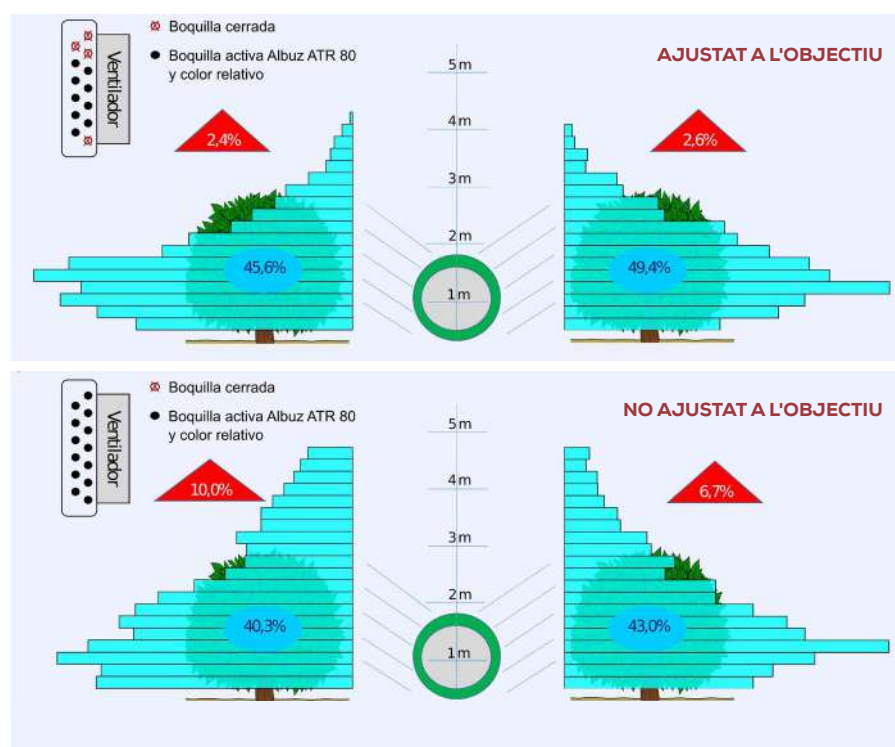
La pantalla inicial de la ferramenta mostra en la part inferior els camps requerits per a obtenir el perfil de polvorització. En cadascun dels camps es despleguen pestanyes per a seleccionar les diferents opcions: tipus de polvoritzador, nombre d'arcs de filtres per costat de l'equip, configuració dels filtres (ajustat a l'objectiu o no ajustat a l'objectiu), tipus de filtres (convencionals o de baixa deriva), velocitat del ventilador, i volum d'aplicació (> de 2000 L/ha o < de 2000 L/ha).

La **Figura 3** mostra un exemple dels resultats que s'obtenen amb l'aplicació. En la part superior apareixen les opcions triades i posteriorment es proporciona un gràfic amb els perfils verticals de polvorització a banda i banda de l'equip. En triangles en roig es mostra el percentatge de la polvorització que es perdria directament per deriva i en la part blava el percentatge que es depositaria en la vegetació. La comparació de resultats entre les diferents opcions permet a l'usuari conèixer com afecten els diferents paràmetres al perfil vertical de polvorització i als percentatges de deposició sobre la vegetació i de pèrdues per deriva. Com s'observa en l'exemple, el fet d'ajustar l'arc de filtres a l'objectiu redueix en un 70% les pèrdues per deriva.

### FIGURA 3. RESULTAT DE CITRUS VESPA.

Per a un polvoritzador amb ventilador convencional, dos arcs, filtres convencionals, velocitat del ventilador alta i volum d'aplicació >2000 L/ha.

Comparació entre la configuració de filtres «ajustat a l'objectiu» (dalt) i la configuració de filtres «no ajustat a l'objectiu» (baix).



## Citrus Topps

### Per a entendre els factors que influïxen en la deriva i les mesures per a la seua mitigació

Citrus Topps ensenya a conèixer quins factors influïxen en la deriva de la polvorització dels productes fitosanitaris i l'efecte de les mesures de mitigació disponibles: filtres de baixa deriva, deflectors d'aire, sistemes de detecció de presència de vegetació...

Un problema habitual radica en el desconeixement per part dels productors dels factors que influïxen en la deriva de la polvorització dels productes fitosanitaris i en quina mesura, així com l'efecte de les mesures de mitigació que ja estan a la seua disposició: filtres de baixa deriva, deflectors d'aire, sistemes de detecció de presència de vegetació, etc. Per això, el Centre d'Agroenginyeria de l'IVIA, en col·laboració amb DiSAFA i l'associació europea de fabricants de fitosanitaris CropLife Europe (abans ECPA), han desenvolupat la ferramenta Citrus Topps (Drift Evaluation Tool for Citrus) (Garcerà i col., 2021c), també de **disposició gratuïta en internet**.

Citrus Topps consta de tres apartats als quals normalment s'accedix seqüencialment. En el primer es definixen les condicions relatives de la parcel·la objecte de tractament respecte a àrees sensibles. En el segon s'avalua l'efecte de les condicions meteorològiques, les característiques estructurals de la plantació i l'existència d'infraestructures que afavorisquen la reducció de la deriva. I en el tercer es valora l'efecte de les condicions de l'aplicació sobre el risc de deriva i el seu efecte sobre la mitigació del risc de deriva.

## ELS AVANTATGES

1

### Reducció de pèrdues al medi ambient i de l'exposició humana a fitosanitaris

En el marc del projecte Perfect-LIFE, es van dissenyar una sèrie d'assajos que van permetre comparar un tractament convencional, basat en les indicacions del tècnic de la parcel·la i les pràctiques habituals d'aplicació en la zona citrícola, i un tractament optimitzat, en el qual es va emprar el volum d'aplicació recomanat per CitrusVol, es va ajustar l'equip a la vegetació objectiu, i es van utilitzar filtres de baixa deriva (**Figura 4**).

Els resultats van demostrar que el tractament optimitzat va produir una reducció mitjana del 81% de la deriva en l'aire (**Figura 5**) i del 94% de les pèrdues en el sòl (**Figura 6**).

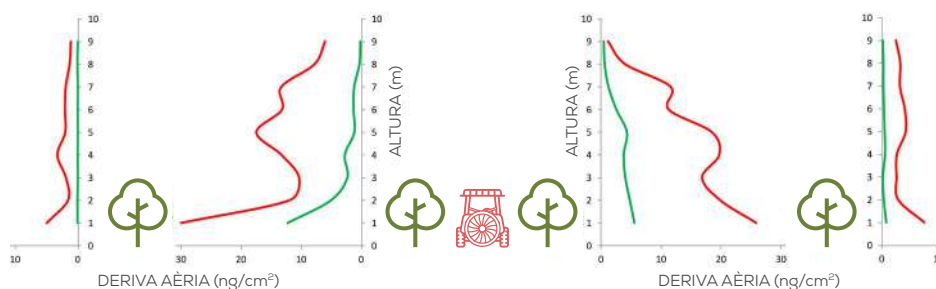
#### FIGURA 4. TRACTAMENTS COMPARATS EN EL MARC DEL PROJECTE PERFECT-LIFE.

A l'esquerra, aplicació convencional. A la dreta, aplicació optimitzada amb filtres antideriva.



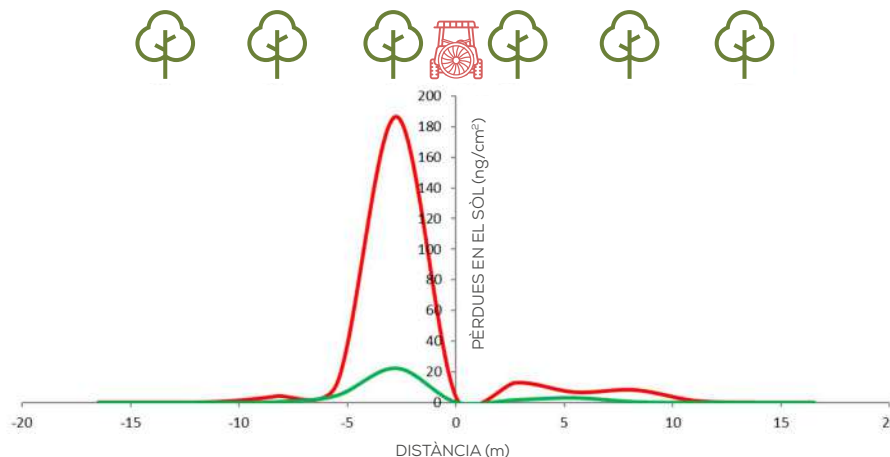
**FIGURA 5. COMPARACIÓ DE LA DERIVA AÈRIA ENTRE EL TRACTAMENT CONVENCIONAL I L'OPTIMITZAT.**

— Aplicació convencional  
— Aplicació optimitzada



**FIGURA 6. COMPARACIÓ DE LES PÈRDUES EN EL SÒL ENTRE EL TRACTAMENT CONVENCIONAL I L'OPTIMITZAT.**

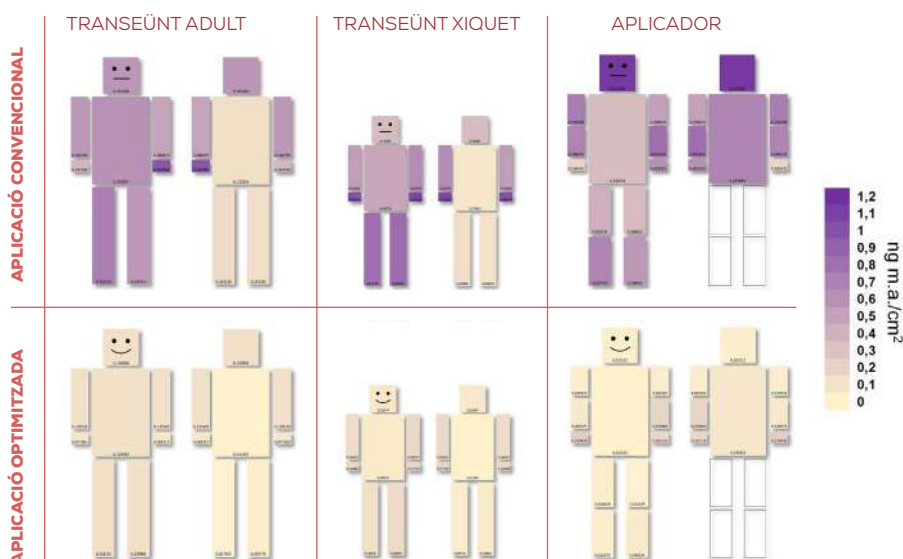
— Aplicació convencional  
— Aplicació optimitzada



D'altra banda, el tractament convencional va obtenir uns valors mitjans d'exposició dèrmica potencial de 0,537 ml de caldo/persona, mentre que l'aplicació optimitzada va aconseguir uns valors mitjans de 0,097 ml de caldo/persona (**Figura 7**). Això indica que l'optimització del tractament va reduir en un 82% l'exposició dèrmica potencial de transeünts, en un 92% la de l'operador, la qual cosa al seu torn implica una reducció de l'exposició per inhalació i l'exposició dèrmica indirecta per contacte amb residus de deriva, paràmetres que també s'utilitzen en l'avaluació de riscos dels productes fitosanitaris, necessària per al seu registre.

**FIGURA 7. COMPARACIÓ DE L'EXPOSICIÓ DÈRMICA POTENCIAL DE LES DIFERENTS ZONES DEL COS DEL TRANSEÜNT ADULT I DEL TRANSEÜNT XIQUET.**

A 8 metres de distància de la zona d'aplicació i de l'operador.



## 2

## Estalvi de costos i reducció d'emissions

### AGRAÏMENTS

Este treball ha sigut cofinançat pel projecte Perfect-LIFE (ref. LIFE17/ENV/ES/000205) a través de l'instrument financer LIFE de la Unió Europea. Els autors agraïxen a Fontestad S. A. i Revacitrus S. L. que se'ls haja permès realitzar assajos en les seues parcel·les comercials de cítrics, i a Pulverizadores Fede S. L. i Máñez y Lozano S. L. el préstec dels equips d'aplicació.

### BIBLIOGRAFIA

#### CUE 2020

- Fonte, A., Garcerá, C., Tena, A., Chueca, P. (2020). *Agronomy*, 10(1), 32.
- Fonte, A., Garcerá, C., Tena, A., Chueca, P. 2021. *Agronomy*, 11(7), 1350.
- Garcerá, C. (2013). Racionalización de las Aplicaciones de Productos Fitosanitarios para el Control de *Aonidiella aurantii* Maskell (Hemiptera: Diaspididae) en Cítricos. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.
- Garcerá, C., Moltó, E., Chueca, P. (2011). *Crop Protection*, 30: 693–697.
- Garcerá, C., Moltó, E., Zarzo, M., Chueca, P. 2012. *Crop Protection*, 31: 78–84.
- Garcerá, C., Moltó, E., Chueca, P. (2014). *Pest Management. Science*, 70: 28–38.
- Garcerá, C., Fonte, A., Molto, E., Chueca, P. (2017a). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 715.
- Garcerá, C., Molto, E., Chueca, P. (2017b). *Science of the Total Environment*, 599–600. 1344–1362.
- Garcerá, C., Román, C., Moltó, E., Abad, R., Insa, J.A., Torrent, X., Planas, S., Chueca, P. (2017c). *Crop Protection*, 94, 83–96.
- Garcerá, C., Balsari, P., Marucco, P., Grella, M., Izquierdo, H., Moltó, E., Carrillo, I., Chueca, P. (2020). *Levante Agrícola*, 454, 219–223.
- Garcerá, C., Fonte, A., Carrillo, I., Moltó, A., Tena, A. Chueca, P. 2021a. *Levante Agrícola*, 455, 45–52.
- Garcerá, C., Moltó, E., Fonte, A. Chueca, P. (2021b). *Levante Agrícola*, 455, 37–42.
- Garcerá, C., Moltó, E., Orts, C., Roettele, M., Balsari, P., Marucco, P., Chueca, P. (2021c). *Levante Agrícola*, 459, 251–256.
- Garcerá, C. Fonte, A. Tena, A. Chueca, P. (2022a). *Levante Agrícola*, 461, 73–80.
- Garcerá, C., Moltó, E., Izquierdo, H., Balsari, P., Marucco, P., Grella, M., Gioelli, F., Chueca, P. (2022b). *Agronomy*, 12(6), 1462.

La reducció en mitjana del 42% del volum de caldo per l'ús de la ferramenta CitrusVol comporta, en mantindre la concentració de producte constant, una reducció de l'ús de fitosanitari en la mateixa proporció, per la qual cosa es produïx un estalvi directe en la despesa de fitosanitaris. A més, la reducció del volum de caldo dona lloc a menor nombre de recàrregues del tanc del polvoritzador i, per tant, menor nombre de viatges al punt de recàrrega. Això implica un estalvi indirecte en el consum de combustible d'entre 46 i 804 l/100 ha, i en el temps de treball del tractor i de l'operador, d'entre 5 i 97 h/100 ha. D'altra banda, este estalvi de volum de caldo implica al seu torn una reducció de la petjada hídrica de la producció d'un 42% de mitjana, i el menor treball d'hores de tractor implica una reducció de les emissions de CO<sub>2</sub>, entre 119 i 2099 kg/100 ha, reduint així la petjada de carboni de la producció cítrica.

FIGURA 8. TRACTAMENTS COMPARATS EN EL MARC DEL PROJECTE PERFECT.



## CONCLUSIONS



Mitjançant el projecte Perfect-LIFE, s'han desenvolupat ferramentes i s'ha promogut l'ús de tecnologia de fàcil ús per a optimitzar l'aplicació dels tractaments fitosanitaris en cítrics i reduir les pèrdues al medi ambient. A més, s'han demostrat els seus avantatges, tant econòmics com mediambientals. S'insta per tant al sector agroalimentari a fer-ne ús perquè entre tots aconseguim una agricultura més sostenible.

#### >Autors de l'article:

Patricia Chueca<sup>1</sup>, Alberto Fonte<sup>1</sup>, Iván Carrillo<sup>1</sup>, Héctor Izquierdo<sup>1</sup>, Paolo Balsari<sup>2</sup>, Paolo Marucco<sup>2</sup>, Esther Fuentes<sup>3</sup>, Clara Coscollá<sup>3</sup>, Óscar García<sup>4</sup>, Héctor Calvete-Sogo<sup>5</sup>, Amalia Muñoz<sup>5</sup>, Cruz Garcerá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'Agroenginyeria. Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA).

<sup>2</sup>DiSAFA, Università degli Studi di Torino (Itàlia).

<sup>3</sup>Fundació per al Foment de la Investigació Sanitària i Biomèdica de la Comunitat Valenciana (Fisabio).

<sup>4</sup>Cooperatives Agroalimentàries de la Comunitat Valenciana (CACV).

<sup>5</sup>Centre d'Estudis Ambientals del Mediterrani (CEAM).

chueca\_pat@gva.es