

Resumen:

Durante la aplicación de fitosanitarios con turboatomizador en cultivos arbóreos sólo una fracción del caldo pulverizado alcanza la vegetación, mientras que el resto se pierde en la atmósfera o el suelo principalmente. Estas pérdidas suponen un riesgo para el medio ambiente y las personas. La creciente concienciación medioambiental de la sociedad ha estimulado acciones legislativas para la mejora de la eficiencia de la aplicación de fitosanitarios. El primer paso para lograr este objetivo es cuantificar la cantidad de volumen pulverizado en cada sustrato (vegetación, suelo y atmosfera). Para ello, se han utilizado diferentes métodos experimentales. Sin embargo, estos ensayos son caros, requieren mucho tiempo y son complejos por su dificultad para controlar todos los factores que influyen en la distribución de la pulverización. Estas limitaciones han impulsado el desarrollo de modelos físico-matemáticos para simular el comportamiento de las gotas durante las aplicaciones. La aproximación numérica mediante la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) puede ser una buena opción.

Por ello, el objetivo de la presente tesis fue diseñar un modelo CFD para simular el comportamiento global de la pulverización durante los tratamientos en cítricos con turboatomizador en condiciones mediterráneas.

En primer lugar, se realizó un experimento para describir el flujo real del aire desde que sale de un turboatomizador hasta que se enfrenta a la copa de un naranjo. Se observó que se formaban dos vórtices, uno sobre la copa y otro detrás del árbol. No se han descrito estas estructuras en otros cultivos. La alta densidad foliar induce una separación del flujo que da lugar a estas estructuras turbulentas.

A continuación, se procedió a modelizar el problema asumiendo que el árbol enfrentado a la corriente del ventilador se comportaba como un sólido. Para ello se generaron 12 modelos CFD en 2D para reproducir el comportamiento del aire frente al árbol, resultantes de la combinación de tres modelos de turbulencia del aire (k - ϵ estándar, SST k - ω , RSM) y cuatro geometrías diferentes para la copa del árbol frente al ventilador. Durante el ajuste, se comprobó que con una copa sólida el modelo podía reproducir los mismos vórtices que en campo. El modelo SST k - ω simuló mejor el comportamiento físico del aire que el tradicional standard k - ϵ y el RSM. El modelo fue posteriormente validado con datos experimentales.

Por último, se desarrolló un modelo Euleriano-Lagrangiano para simular el movimiento y deposición de las partículas durante los tratamientos que incluía tanto un modelo de las corrientes de aire generadas por el equipo, como el viento atmosférico, además del comportamiento individual de las gotas. En diferentes instantes de la simulación se estudió la posición y las variables ligadas a las gotas (altura, velocidad etc.), se hizo una estimación del comportamiento dinámico de la nube de gotas y de otros parámetros que se han asociado al comportamiento de las gotas frente al viento durante las aplicaciones fitosanitarias (tiempo de relajación, ratio de evaporación etc.) y se cuantificó el volumen final en cada sustrato. Los resultados predijeron que los porcentajes de caldo respecto al total pulverizado fueron: el 44% en el árbol objetivo, el 28% en los árboles adyacentes, el 20% en el suelo y un 8% se perdió como deriva. Finalmente, el modelo se comparó con un balance experimental de masas, con resultados similares en la deposición sobre la vegetación y el suelo.