

# FICHA TÉCNICA

## Aplicación de nanopartículas de cobre

Práctica atípica para reducir la incidencia de EMVs en el viñedo



Este documento es el resultado de las entrevistas hechas en campo con el objetivo principal de destacar la diversidad de técnicas usadas en campo. Hasta la fecha, no se ha realizado ninguna evaluación, ni validación, ni comprobación de la eficacia de esta práctica.

**Red de Intercambio y transferencia de conocimientos innovadores entre las regiones vitícolas europeas**



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea Horizon 2020 dentro del acuerdo de financiación Nº 652601

# Aplicación de nanopartículas de cobre

## Introducción

La nanotecnología ya se está siendo utilizada para el tratamiento de algunas enfermedades de las plantas. Su uso puede aumentar la eficacia de los pesticidas e insecticidas comerciales reduciendo su cantidad de aplicación a unas dosis significativamente menores que las requeridas para los cultivos, con la mejora medioambiental que eso implica. La aplicación de nanopartículas de cobre para combatir las enfermedades de madera de la vid es una práctica que ha sido identificada en un viñedo de Galicia, en España. Se están llevando a cabo aplicaciones periódicas (via inyección en el tronco) de una disolución acuosa de nanopartículas de cobre en cepas de Albariño, de 26 años de edad, afectadas por el complejo Yesca. También se están llevando a cabo, complementariamente, tratamientos foliares pulverizando una mezcla de nanopartículas de cobre y un fitoforificante basado en aminoácidos de sangre porcina. Todavía no se han observado resultados, ya que el 2016 ha sido el primer año de aplicación. La aplicación se seguirá llevando a cabo dos años más.

## Descripción

La aplicación de nanopartículas de cobre (NPs Cu) para combatir las enfermedades de madera de la vid (EM) es una práctica que ha sido identificada como innovadora, ya que fue detectada en tan solo una entrevista de las 219 que se

realizaron a lo largo de las 10 regiones que participan en el proyecto Winetwork.

La aplicación de nanopartículas de cobre se está llevando a cabo en cepas de Albariño afectadas por el complejo yesca, situadas en un viñedo de Galicia (España).

A continuación se describen las características del viñedo en el que se está realizando la práctica:

- Portainjerto: R110 y 196-17 CL
- Variedad: Albariño
- Edad: 26 años
- Densidad de plantación: 1200 plantas/ha
- Rendimiento: 8.000-9.000 kg/ha
- Sistema de conducción: Emparrado
- Sistema de poda: Guyot. Empiezan la poda en noviembre y terminan en febrero. Usan tijera manual y cada podador lleva consigo un pulverizador con lejía diluida (50:50). Es de estricto mandato que desinfecten la tijera entre cepa y cepa. Trituran los deshechos de poda y los retiran. Tapan las heridas con mastic en el mismo día de la poda.
- Todas las plantas con síntomas son marcadas anualmente con riguroso control sobre su evolución o posible arranque y renovación.

La práctica se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. 2 inyecciones anuales de nanopartículas de cobre. La



Figura 1. Síntomas foliares en cepas de Albariño afectada por yesca



primera en brotación (abril) y la segunda en parada de crecimiento (finales de agosto): Se inyecta directamente (con ayuda de una jeringuilla) una disolución acuosa de las nanopartículas (15 mg/l) en el tronco de la cepa, haciendo previamente un agujero con un taladro (broca del 8). A continuación se tapa el agujero con un algodón.

2. Durante estos 4 meses, entre abril y agosto, se realizan de 4 a 5 tratamientos foliares mediante pulverización de una mezcla de nanopartículas de cobre (en proporción 10:1000) y un fitofortificante basado en aminoácidos de sangre porcina (en proporción 3:1000).

Esta práctica se ha realizado por primera vez en el año 2016, y se prevé seguir haciéndola 2 años más, por lo que todavía no se pueden valorar los resultados.



Figura 2. Inyección de una disolución de nanopartículas de cobre en una cepa afectada por yesca.

## Área de aplicación

El viñedo en el que se está llevando a cabo la práctica se encuentra situado en la comarca de Condado, al suroeste de Galicia, en la D.O. Rías Baixas. El suelo de esta zona es franco-arenoso con bastante arcilla y canto rodado. La comarca es poseedora de un clima oceánico litoral con una media de temperaturas suaves todo el año y precipitaciones abundantes. No suele haber aparición de nieve ni heladas.



Figura 3: Área de aplicación de las nanopartículas de cobre. Esta técnica fue identificada en Galicia, tras las 219 entrevistas realizadas en el marco del proyecto Winetwork.

## Datos científicos

El cobre tiene un especial interés en viticultura porque a diferencia de otros metales antimicrobianos, presenta un espectro amplio de acción contra bacterias y hongos. Ha sido utilizado ampliamente en el sector agrícola como pesticida desde hace miles de años. La eficacia del cobre depende de las condiciones medioambientales, la concentración de iones de cobre y el tipo de microorganismos. En general, los productos agroquímicos se aplican en los cultivos mediante pulverización, y a veces, únicamente una baja cantidad del ingrediente activo alcanza el destino objetivo, debido a problemas como la lixiviación de los productos químicos, la degradación por fotólisis, hidrólisis, y por degradación microbiana. Por tanto, para tener un control efectivo es necesario usar una cantidad mucho mayor del ingrediente activo, lo cual puede causar efectos desfavorables como la contaminación del agua y el suelo.

El uso de la nanotecnología en agricultura puede mejorar la efectividad de los pesticidas e insecticidas comerciales conduciendo a una mejora medioambiental. La nanotecnología ya se está utilizando para el tratamiento de algunas enfermedades de las plantas y para la mejora de la asimilación de nutrientes esenciales por las plantas. De hecho, las

# Aplicación de nanopartículas de cobre

nanopartículas pueden usarse como nuevas formulaciones de pesticidas, insecticidas y repelentes de insectos mediante técnicas de nanoemulsión o nanoencapsulación. Por ejemplo, se han probado nanopartículas de silicio, polietilenglicol, plata, aluminio, óxido de zinc y dióxido de titanio con resultados prometedores. En concreto, se han usado compuestos doble capa de hidróxido de zinc-aluminio para la liberación controlada de compuestos químicos que regulan el crecimiento de las plantas. Se han obtenido rendimientos mejorados mediante el uso de fertilizantes incorporados en nanotubos, y la liberación de nitrógeno causada por la hidrólisis de urea ha sido controlada a través de la inserción de enzimas ureasa dentro de partículas de sílice nanoporosa. Algunas publicaciones indican que las nanopartículas del óxido de zinc usadas en una amplia variedad de cultivos tales como pepino (Zhao et al., 2013), cacahuets (Prasard et al., 2012), coliflor, tomate (Singh et al., 2013) ayudaron a aumentar la eficiencia del uso de zinc en cultivos.

Las nanopartículas de cobre han atraído mucho la atención en los últimos años por sus propiedades físicas, químicas, antimicrobianas, así como por su abundancia (Betancourt et al., 2013). Además, el cobre posee un importante papel biológico en el proceso de fotosíntesis de las plantas, aunque no forma parte de la composición de la clorofila. Por tanto, el cobre tiene un gran potencial para emplearse en desarrollos tecnológicos sostenibles. En relación a las enfermedades de plantas, las NPs de cobre han mostrado ser efectivas, bajo condiciones in vitro, contra varios hongos y levaduras causantes de graves enfermedades como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella choleraesuis* y *Candida albicans*. . . (Ren et al., 2009) (Rupareli et al., 2009) (Ramya Devi et al., 2012)

Las propiedades antimicrobianas del cobre están relacionadas con su capacidad para aceptar o donar electrones fácilmente, lo que le provee de un nivel alto de oxidación catalítica y una reducción potencial alta. Cuando el cobre está en un estado de oxidación ( $\text{Cu}^{2+}$ ), es altamente efectivo como antimicrobiano debido a la interacción con ácidos nucleicos, sitios activos enzimáticos y componentes de la membrana de las células que causan la enfermedad.

## Antecedentes

Esta práctica se está realizando en el marco de un proyecto de investigación financiado con fondos públicos nacionales. Los beneficiarios son la bodega en la que se está realizando la práctica y una empresa de nanotecnología, la cual produce las nanopartículas de cobre y el fitofortificante bajo estudio.

## Resultados

El proyecto se inició en el año 2016, por lo que los ensayos sólo llevan realizándose un año. El proyecto tendrá una duración de 3 años, por lo que todavía es pronto para ver resultados y sacar conclusiones.

## Puntos claves para el éxito/riesgos

El punto clave de esta práctica es la supuesta capacidad de movilidad de las nanopartículas de cobre a través de los vasos de la planta para frenar las enfermedades de la madera de vid.

En esta práctica hay un claro beneficio medioambiental, debido a la reducción drástica de las dosis de cobre con el uso de las nanopartículas.

### Desventajas:

- El precio elevado que tienen actualmente las NPs de cobre.
- Los tratamientos foliares no valen para combatir otras enfermedades fúngicas como el mildiu y oidio.

### Riesgos potenciales:

**Los riesgos potenciales que puede conllevar esta práctica son los típicos de cualquier aplicación fitosanitaria donde se requiere una indumentaria apropiada y una correcta aplicación del producto (dosis y limpieza de cuba). En la planta no se han observado reacciones adversas a la aplicación, pero es conveniente ser cauteloso en la dosificación, ya que el cobre puede tener efectos fitotóxicos cuando se usa en grandes cantidades.**

## Aspectos innovadores

Esta práctica es considerada innovadora porque de las 219 entrevistas que se realizaron a bodegas, técnicos y viticultores de 10 regiones vitivinícolas europeas, se identificó este tipo de práctica en una sola bodega.

El uso de sulfato de cobre como fungicida en viticultura es bien conocido y extendido, pero como señalamos en apartados anteriores, la aplicación de nanotecnología en la agricultura es una alternativa más respetuosa con el medio ambiente para el caso concreto del control de insectos y plagas que los métodos con agroquímicos sintéticos, que tantos problemas medioambientales han generando. Su uso puede incrementar la eficacia de los pesticidas e insecticidas comerciales reduciendo su cantidad de aplicación al suelo a unas dosis significativamente menores requeridas para los cultivos con la mejora medioambiental que eso implica. Además del menor impacto medioambiental, hay estudios que han probado que el MIC (minimum inhibitory concentration) de agente bactericida es más bajo para las nanopartículas de cobre que para los iones  $\text{Cu}^{2+}$  (Mallick et al., 2012), revelando así una mayor eficacia antimicrobiana de las nanopartículas de cobre frente al sulfato de cobre.

## Otras observaciones

Esta práctica es igualmente aplicable a otro tipo de viñedos. No se establecen diferencias entre variedades y viñedos. El protocolo es el mismo.

En cuanto al coste, hay que resaltar que el tratamiento con nanopartículas de cobre es elevado. Unos 450 euros por hectárea.

Las dosis de cobre en viñedo tienen una limitación legal, pero las nanopartículas permiten trabajar con dosis muy por debajo de las permitidas (15 mg/l).

### **FA contact data:**

Paula Aldeanueva Potel

Facilitator Agent in Galicia (Spain)

Email : **paldeanueva@feuga.es**

Phone : +34 986 469 110 - Ext 203

Mobile: +34 681 042 375



## Referencias bibliográficas

Begum, N., Sharma, B, Pandey, R.S. Evaluation of insecticidal efficacy of *Calotropis procera* and *Annona squamosa* ethanol extracts against *Musca Domestica*. *J. Biofertil. Biopestici.* 2010, 1, 101-109.

Betancourt, R. Reyes, P.Y., Puente, B., Ávila-Orta, C., Rodríguez, O., Cadenas, G., Lira-Saldivar, R.H., Synthesis of copper nanoparticles by thermal decomposition and their antimicrobial properties. *Journal of Nanomaterials.* Volume 2013, Article ID 980545, 5 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/980545>.

Cioffi, N., Torsi, L., Ditaranto, N., Tantillo, G., Ghibelli, L., Sabbatini, L., D'Alessio, M., Zambonin, P.G., Traversa, E. Copper nanoparticle/polymer composites with antifungal and bacteriostatic properties. *Chem. Mater.* 2005, 17, 5255-5262.

Jeyaraman Ramyadevi, Kadarkaraithangam Jeyasubramanian, Arumugam Marikani, Govindasamy Rajakumar, Abdul Abdul Rahman, Synthesis and antimicrobial activity of copper nanoparticles. *Materials Letters* 2012, 71, 114-116.

Sadhucharan Mallick, Shilpa Sharma, Madhuchanda Banerjee, Siddhartha Sankar Ghosh, Arun Chattopadhyay, and Anumita Paul, Iodine-Stabilized Cu Nanoparticle Chitosan Composite for Antibacterial Applications 2012, 4, 1313–1323

Ren G, Hu D, Cheng EWC, Vargas-Reus MA, Reip P, Allaker RP. Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. *International Journal of Antimicrobial Agents.* 2009, 33, 587–590.

Rupareli JP, Chatterjee AK, Duttagupta SP, Mukherji S. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. *Acta Biomaterialia.* 2008, 4, 707-771.

## Más información

[www.winetwork-data.eu](http://www.winetwork-data.eu)

### Fichas técnicas:

- Buenas prácticas de poda
- Estrategia integral del viñedo para prevenir las EMVs

### Video clips:

- [Epidemiología y sintomatología de las EMVs](#) (Dr. Vincenzo Mondello, URCA)
- [Resumen científico sobre las Enfermedades de madera de vid](#) (Dr. Vincenzo Mondello, URCA)



Trabajo llevado a cabo por los agentes facilitadores del proyecto Winetwork. Los datos proceden del conocimiento práctico recabado en las 219 entrevistas realizadas y de la revisión de bibliografía..