

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 076**

21 Número de solicitud: 201830145

51 Int. Cl.:

A01N 35/06 (2006.01)

A01N 41/04 (2006.01)

A01N 59/20 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

19.02.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.09.2019

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2018/070181

71 Solicitantes:

AGRO STOCK S.A. (100.0%)
Polg. Industrial Fraga Este Calle A/B
22520 FRAGA (Huesca) ES

72 Inventor/es:

CASAS CHINÉ, Jorge;
ORDÓÑEZ RAMOS, José Luis;
SIMÓ ALFONSO, Ernesto Francisco y
CARRASCO CORREA, Enrique Javier

74 Agente/Representante:

ALMAZÁN PELEATO, Rosa María

54 Título: **FORMULADO LÍQUIDO A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CuO COMO POTENCIADOR DE LA AUTODEFENSA DE LAS PLANTAS Y USO DEL MISMO.**

57 Resumen:

Se describe un formulado líquido para el tratamiento de la madera de plantas tales como vides, almendros u otros, para potenciar la autodefensa y la resistencia de la planta contra enfermedades fúngicas. El formulado consiste en un compuesto a base de cobre, aminoácidos vegetales esenciales, menadiona sodio bisulfito y agua, con la particularidad de que el cobre se incorpora en forma de nanopartículas de un tamaño inferior a 60 nm, y en una proporción inferior al 1,0% en peso. La aplicación del formulado permite la incorporación según diferentes formas de fertirrigación, o bien por vía foliar mediante un dispositivo atomizador.



Fig. 1.1 – Nano partículas de Cu



Fig. 1.2 – Cu en forma mineral

**FORMULADO LÍQUIDO A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CuO COMO
POTENCIADOR DE LA AUTODEFENSA DE LAS PLANTAS Y USO DEL MISMO**

5

DESCRIPCIÓN

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un formulado líquido a base de nanopartículas de óxido de cobre (CuO) como potenciador de la autodefensa de las plantas. La invención se refiere también a la utilización de dicho formulado en la defensa de plantas y árboles tales como las vides, los almendros y otros de naturaleza similar frente a determinados patógenos que provocan enfermedades fúngicas en la madera de tales plantas.

El campo técnico en el que se inscribe la presente invención se encuentra comprendido dentro del sector industrial dedicado a la fabricación y aplicación de fertilizantes y otros productos para fomentar y potenciar la autodefensa de árboles y plantas.

Antecedentes de la invención

Las enfermedades fúngicas de la madera (EFMV) afectan a todas las grandes áreas de cultivo de la vid en el mundo. Actualmente las EFMV constituyen la principal preocupación del sector vitivinícola en materia de sanidad vegetal. En España, se estima que el 50% de las parcelas de viñedo tienen alguna planta afectada por las EFMV. No existen fungicidas ni otras estrategias de control que consigan la completa erradicación de los patógenos. Las pérdidas que ocasionan son tan cuantiosas que ya se ha comenzado a emplear el término de "Phloxera del S. XXI".

Tradicionalmente, el tratamiento de este tipo de enfermedades se ha basado típicamente en el uso de determinados compuestos formulados en base al metal cobre. Un ejemplo de compuesto para el tratamiento de estas enfermedades en la madera de la vid ha sido descrito en el documento de Patente P-201700511 de la misma solicitante, en el que se reivindica un formulado líquido obtenido al mezclar lignosulfonato de sodio (entre un 10% y un 15% en peso), sulfato de cobre (entre un 15% y un 25% en peso), un compuesto de adición hidrosoluble del grupo vitamínico K (mencionado como MSB, en un porcentaje de entre un 0,20% y un 0,40% en peso), y aminoácidos libres de origen vegetal (entre un 1,30 y un 1,75% en peso), siendo el resto agua hasta completar el 100% en peso. La aplicación de

este formulado a las vides ha permitido mejorar los procesos metabólicos que ocurren durante las diferentes etapas del desarrollo, mejorando el aspecto de las plantas tratadas, activando sus autodefensas y la resistencia ante condiciones adversas bióticas y abióticas, permitiendo con ello aumentar el rendimiento y la producción de las cosechas.

5

Como se sabe, a diferencia de otras enfermedades fúngicas como el mildiu (causado por *Plasmopara viticola*), el oidio (causado por *Uncinula necator*) o la botrytis (causada por *Botrytis cinerea*), las enfermedades de la madera son plurianuales y están causadas por más de 100 especies de hongos distintos, asociadas con un conjunto de sintomatologías.

10 Los hongos patógenos infectan la madera y se desarrollan internamente en el tronco y los brazos, causando una necrosis y/o podredumbre de la madera. En el caso de las viñas, las vides enfermas presentan una pérdida progresiva de vigor, reduciendo la cantidad y la calidad de la cosecha año tras año. En todos los casos y como consecuencia de la infección fúngica, se produce un decaimiento progresivo y las plantas acaban muriendo, lo que obliga
15 a reponer el viñedo con las consiguientes consecuencias económicas que todo ello conlleva.

Aunque el comportamiento del formulado descrito en el documento de patente antes mencionado ha permitido mejorar la respuesta de las plantas a las que se ha aplicado, la investigación continuada llevada a cabo por los inventores ha permitido la formulación de
20 una nueva composición que incrementa la autodefensa y la resistencia de la planta, que tiene ventajas económicas en lo que al coste de producción se refiere, y que tiene sobre todo un comportamiento mucho menos invasivo frente al medio ambiente que otros formulados de la técnica anterior.

25 A tal efecto, según conocen los expertos en la materia, el cobre tiene en las plantas la característica de activar ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. También es necesario en el proceso de fotosíntesis, esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, ayudando también a intensificar el sabor y el color en hortalizas y
30 flores.

Cuando existe deficiencia de cobre, los síntomas de esa deficiencia se presentan en las hojas nuevas, variando esas deficiencias en función de cada cultivo, generándose un enrollamiento y una leve clorosis en toda la hoja o bien en las venas de las nuevas.

35

Está claro por lo tanto que el cobre es un elemento necesario para las plantas. Sin embargo, con frecuencia ocurre que el aporte de este elemento a las plantas se produce en cantidades que exceden los límites permitidos, generándose una toxicidad que afecta al desarrollo de la raíz, quemando sus puntas y provocando un crecimiento lateral excesivo.

5 Hay que tener además en cuenta que los altos niveles de cobre en las plantas pueden competir con la absorción de otros elementos, tal como el hierro, el molibdeno o el zinc. En el caso de los nuevos cultivos, al principio pueden tornarse más verdes de lo normal, después presentarán los síntomas de deficiencia de hierro y probablemente de otros micronutrientes, y si no se corrige a tiempo, la amenaza de toxicidad por cobre puede
10 reducir la ramificación y finalmente provocar el deterioro de la planta.

Por todo ello, se entiende que existe en el estado de la técnica una necesidad de un formulado que aplicado a las plantas permita un desarrollo y un comportamiento normal de las plantas, tanto en tronco, brazos y hojas como a nivel reticular, en el que el contenido de
15 cobre sea lo más bajo posible, garantizando una aportación suficiente para fortalecer la autodefensa y la resistencia de la planta y sin riesgo para el medio ambiente.

Descripción de la invención

El formulado líquido de la presente invención ha sido desarrollado teniendo en
20 cuenta las necesidades de la técnica actual mencionadas con anterioridad. En este sentido, la presente invención se refiere a un formulado líquido basado en nanopartículas de CuO, en forma de nanopartículas de óxido de cobre (CuO), como potenciador de la autodefensa de las plantas y destinado a mejorar la eficiencia fisiológica de éstas. De manera más particular, la invención se refiere a un formulado líquido que permite disminuir la incidencia y
25 severidad de los síntomas de las enfermedades en las plantas, en particular de la madera (inhibiendo la acción de ciertos patógenos) y enfermedades fúngicas como el Mildiu, disminuyendo al mismo tiempo la transpiración y consiguiendo una mayor fotosíntesis neta. De igual modo, una de las características fundamentales del presente formulado, es la baja concentración de cobre que presenta, lo cual hace que sea un formulado bastante
30 respetuoso con el medio ambiente.

El uso del formulado de invención, permite mejorar los procesos metabólicos que ocurren durante las diferentes etapas del desarrollo, mejorando el aspecto de las plantas tratadas, activando sus autodefensas y la resistencia ante condiciones adversas bióticas y
35 abióticas, permitiendo con ello aumentar el rendimiento y la producción de las cosechas.

Para ello, el formulado de la presente invención incluye cobre, aminoácidos vegetales esenciales y un derivado de la vitamina K (MSB, menadiona sodio bisulfito o Vitamina K3), con la particularidad de que el cobre se incorpora en forma de nanopartículas, consiguiendo multiplicar de esta forma, la superficie protectora de los tratamientos a la vez que se asegura una mejor adherencia y persistencia del cobre sobre los tejidos vegetales, aumentando así el tiempo de protección de los cultivos. Esta composición permite también que el formulado de la invención actúe, además, como estimulante de determinadas reacciones metabólicas de las plantas básicas para su desarrollo y crecimiento.

En el ámbito agrario, la nanotecnología puede ofrecer nanomateriales que puedan actuar como elicitador para las plantas, además de otras funciones. Se define como elicitador un compuesto que al ser aplicado de forma exógena es capaz de activar o desencadenar la síntesis natural de otras sustancias en la planta, estimulando el metabolismo y activando la respuesta defensiva del vegetal. Pero no solo eso, los nanomateriales pueden actuar como nutrientes más efectivos o pesticidas con menos efectos secundarios y con una mayor eficacia.

Estos nuevos fertilizantes, a diferencia de los productos actualmente disponibles en el mercado, tendrán un efecto potenciador porque la presencia de éstos en su composición:

- I) favorece la asimilación de nutrientes y evita la contaminación y degradación de suelos y cuencas hidrológicas;
- II) mejora el estado general del cultivo, vía activación metabólica y/u otras vías, resultando en una mejor producción y mayor calidad;
- III) estimula las defensas naturales de la planta reduciendo el uso de fungicidas;
- IV) reduce la cantidad de materias primas necesarias haciendo más efectiva la fertilización de los cultivos evitando problemas de eutrofización en las zonas colindantes;
- V) reducción de costes y
- VI) mejora de la calidad del fruto tanto antes como después de la recolección

(Biswal SK, Nayak AK, Parida UK, Nayak PL, Applications of nanotechnology in agricultura and food sciences. IJSID. 2012;2(1):21-36).

Como se sabe, la sustancia identificada como MSB en la presente descripción, junto con diferentes cationes metálicos en el mismo formulado como los de Ca, Zn, Mn y por supuesto Cu, mejora la asimilación de esos metales (y de sus respectivos óxidos) por parte de la planta. Así, si el formulado se aplica por vía radicular, estimula la formación de nuevas raíces, que son las más efectivas para la absorción de estos metales de alto peso atómico y transporte en el xilema (sistema ascendente), mientras que en aplicación foliar mejora el

metabolismo de absorción hacia el floema.

Un importante hallazgo de la presente invención consiste en que, en el formulado que se propone, la conjunción de los efectos de los aminoácidos, que aumentan la penetración en la planta de toda molécula que los acompaña, junto con el efecto “portador” del MSB sobre los cationes, garantizan que se pueda asegurar la penetración de las nanopartículas de óxido de cobre (CuO). Así, gracias a la mejora general del metabolismo de la planta asociada al MSB, la circulación de las nanopartículas de CuO en la savia de la planta, tanto en el floema como en el xilema, se ve favorecida, pudiendo asegurarse de este modo la llegada de las nanopartículas a todas las partes del cultivo.

De acuerdo con la invención, el formulado líquido que se propone responde a la composición correspondiente a la fórmula cualitativa y cuantitativa siguiente:

15	Cobre (en nano partículas)	0,1 % - 1.0 % (en peso)
	Aminoácidos vegetales esenciales	10 % - 25 % (en peso)
	Menadiona sodio bisulfito (Vitamina K3)	0,2 % - 0,4 % (en peso)
	Agua	Resto hasta 100% en peso

Con preferencia, el tamaño de las nanopartículas de CuO que intervienen en el formulado líquido de la presente invención es inferior a 60 nm, y más preferiblemente está comprendido en un rango de entre 8 nm y 40 nm.

La mayor eficiencia de las nanopartículas de CuO con respecto a otras formas de cobre, se debe fundamentalmente al reducido tamaño que presenta este formato, puesto que gracias a esto, se consigue, por un lado, una mayor dispersión de dichas partículas sobre las hojas y el fruto, y por otro lado, favorecemos la absorción.

Lo anteriormente expuesto, puede ser apreciado en las Figuras 1.1 y 1.2, consistentes en microfotografías mediante las que se compara en la superficie de una hoja la manera en que se dispersa el cobre procedente del formulado de la presente invención (figura 1.1) respecto a la dispersión del cobre procedente de un formulado convencional (figura 1.2).

Cabe destacar que en las microfotografías del mapeado de elementos sobre la hoja, se observa que en el caso de las nanopartículas de CuO según la invención, los puntos (Cu)

se reparten aleatoriamente, mientras que en el tratamiento con el formulado comercial, el Cu se agrupa en las zonas intercelulares en lugar de repartirse en el interior de la célula. Esto confirma la mención realizada anteriormente respecto a una mayor dispersión de las nanopartículas. Las moléculas de por sí tienen un tamaño nanométrico, pero por inercia en la naturaleza tienden a agruparse formando aglomerados, aumentando considerablemente su tamaño, por lo que no se les considera nanopartículas. Con el formulado de la invención, conseguido obtener nanopartículas de CuO con un tamaño de entre 8 y 40 nm que no tienden a aglomerarse, aumentando de esta forma su efectividad. La Figura 2 muestra un ejemplo de una microfotografía, realizada con microscopio electrónico de transmisión que reproduce el tamaño de las partículas y la agregación de las mismas.

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, el cobre es necesario en el proceso de la fotosíntesis, puesto que resulta esencial para la respiración de las plantas y forma parte del grupo prostético de numerosas proteínas tales como oxidasas de ácido ascórbico, de fenol o de citocromo. Favorece la utilización de nitrógeno y la síntesis de proteínas, actuando además como estabilizador de la clorofila y ayudando a intensificar el sabor y el color de las hortalizas y flores. Aunque es un elemento esencial, también es considerado un metal pesado que puede llegarse a acumular en el suelo, con la particularidad de que apenas es biodegradable. Esto presenta un riesgo, puesto que a pH ácido, el cobre se vuelve más soluble y por tanto puede llegar a resultar tóxico para la fauna auxiliar. Por ello, según se ha expuesto con anterioridad, el formulado líquido de la invención combina la ventaja que proporciona el pequeño tamaño de las nanopartículas de CuO, con el efecto vehiculante aportado por el MSB y el poder complejante que presentan los aminoácidos vegetales esenciales, facilitando así la absorción del cobre aportado por parte de la planta. Igualmente, produce una mayor movilización del cobre en la planta, permitiendo su asimilación de forma rápida, eficaz y abundante y permitiendo que alcance el lugar donde deben ejercer su acción. De esta forma, se consigue optimizar los procesos metabólicos que ocurren durante las diferentes etapas del desarrollo de las plantas, mejorando el aspecto de las plantas tratadas, activando sus autodefensas y la resistencia ante condiciones adversas bióticas y abióticas, permitiendo con ello aumentar el rendimiento y la producción de las cosechas. Al mismo tiempo, al emplear una cantidad de cobre reducida, se consigue disminuir la acumulación en el suelo de este metal contribuyendo de esta forma a una reducción del impacto ambiental.

En una forma de uso preferente del formulado de la invención, éste se incorpora al

suelo mediante fertirrigación, en riego por goteo, por aspersión o distribuyéndolo en zonas próximas a la planta en riego a manta, o bien por vía foliar, aplicando con un atomizador, en las fases iniciales del desarrollo del cultivo, para estimular la formación de raíces nuevas. La dosis del formulado de la invención a emplear es de 2,5 litros por hectárea de cultivo y aplicación.

Ejemplo 1

Se llevó a cabo un ensayo del formulado de la invención para evaluar su efecto en enfermedades de la madera de la vid (EMV). Para conocer de forma más rigurosa las respuestas de las plantas de vid infectadas por los hongos causantes de las EMV y tratadas con distintos productos desarrollados, se implantó un viñedo experimental con 36 vides jóvenes en macetas. El ensayo se ha llevado a cabo durante la campaña 2017 en las instalaciones de VITEC. La evaluación del formulado de la invención comparativamente con un formulado comercial ha proporcionado los siguientes resultados:

- PRODUCTO 1 = Formulado Comparativo
- PRODUCTO 2 = Formulado de Invención

Las 36 plantas se dispusieron en un diseño de 2 bloques de repetición. Cada unidad experimental estaba formada por 3 plantas consideradas réplicas biológicas, sumando un total de 6 cepas por condición. En el ensayo se han comparado 6 condiciones diferentes, según se describe a continuación.

1. CONTROL SIN HONGO + SIN PRODUCTO [0+C]
2. CONTROL CON HONGO + SIN PRODUCTO [0+HH]
3. CONTROL SIN HONGO + PRODUCTO 1 [1+C]
4. CONTROL SIN HONGO + PRODUCTO 2 [2+C]
5. PRODUCTO 1 + 2 HONGOS [1+ HH]
6. PRODUCTO 2 + 2 HONGOS [2+HH]

En cada condición se analizaron 6 plantas (6 x 6 = 36 plantas). Durante el estudio se controlaron los aportes hídricos y nutricionales aplicados al viñedo objeto de estudio. De forma periódica se realizaron los controles necesarios de manejo vitícola para mantener las plantas en condiciones óptimas de desarrollo y evitar cualquier situación de estrés abiótico.

Una vez desarrolladas las primeras hojas, se aplicó el primer tratamiento de los productos evaluados. Dos semanas después, se realizaron las inoculaciones, infectando las plantas con los agentes causales de las EMV seleccionados. Transcurridas dos semanas se aplicó el segundo tratamiento con los productos evaluados y posteriormente las plantas se mantuvieron durante 3 meses más, hasta su levantamiento para valorar la susceptibilidad y re-aislar los hongos patógenos.

Tratamientos:

Se realizaron dos tratamientos. Los productos se aplicaron directamente a cada maceta. Para ello, se añadieron 250 mL de una dilución previamente preparada (1 mL de producto + 250 mL de agua destilada / planta).

Inoculación:

Siguiendo la metodología descrita por Úrbez-Torres et al., 2014, se inocularon las plantas de las condiciones 3, 5 y 6 (denominadas "+ HH"), las cuáles fueron infectadas con dos especies fúngicas causantes de las EMV: *Diplodia seriata* (Ds) y *Phaeoacremonium minimum* (Pm). El método de inoculación consistió en depositar un pequeño cuadrado de medio de cultivo con el micelio del hongo fresco y activo (7-10 días de crecimiento), tras realizar una incisión en la planta con un bisturí estéril. Los dos hongos se inocularon juntos entre la primera y la segunda yema. Seguidamente, se colocó un algodón humedecido en agua estéril y las heridas fueron selladas con parafilm.

Sobre las plantas de las condiciones control 1, 2 y 4 (denominadas "+C"), no infectadas, se realizó igualmente una incisión, colocando un trozo de agar estéril y sellando con algodón y parafilm según lo descrito anteriormente.

Tras evaluar la efectividad de los distintos tratamientos se obtuvieron los siguientes resultados:

%Porcentaje de inhibición para la D. seriata	
Área Formulado de la invención	12,5%
Área Formulado comparativo	14%
Área sin tratar	0%

Tabla 1.1. Porcentaje (%) de inhibición para la D. seriata en cada una de las Áreas

%Porcentaje de inhibición para la P.minimum	
Área Formulado de la invención	100%
Área Formulado comparativo	9.2%
Área sin tratar	9.2%

Tabla 1.2. Porcentaje (%) de inhibición para la P.minimum en cada una de las Áreas

Tal como se observa en la tabla 1.1, en las áreas tratadas con el formulado de la invención se produjo una reducción del porcentaje de infección por el patógeno D. Seriata en un 12.5%. Pero lo realmente interesante es el efecto que el formulado de la invención ha mostrado sobre el hongo P.minimum. En la tabla 1.2 se puede observar cómo el formulado de la invención, es capaz de inhibir completamente la acción de este hongo.

En cuanto al estrés abiótico en las cepas sintomáticas, en la Figura 3 se muestran los resultados de los valores de fotosíntesis y transpiración medidos en las áreas de viñedo objeto de estudio. En esta Figura, se puede observar cómo, en las condiciones ensayadas, las plantas tratadas con el formulado de la invención presentaron una menor transpiración y una mayor fotosíntesis neta, lo que sugiere una mejora de la eficiencia fisiológica.

Ejemplo 2:

Se llevó a cabo un ensayo del formulado de la invención para evaluar su efecto contra síntomas de mildiu. En concreto, se llevó a cabo un ensayo con 2 parcelas que corresponden con 2 lotes diferentes (FCL98 y VN42), dentro de las cuales se han establecido 3 tratamientos (testigo, Formulado invención y Formulado comparativo). Todo ello con 4 repeticiones, tal y como se muestra en el esquema del ensayo que se ha representado en la Figura 4 de los dibujos anexos. En conjunto, el número de plantas sobre las que se han ensayado los tratamientos de cobre es de 1200 plantas por cada uno de los lotes. El formulado de invención se aplicó vía foliar y el ensayo ha sido llevado a cabo durante la campaña 2017 por la Universidad de Navarra.

Para cuantificar los síntomas de mildiu se eligieron al azar 20 plantas de cada lote y repetición y, en cada una de ellas, se contabilizó:

- Nº total de hojas por planta (sanas y afectadas)

- N° total de hojas afectadas por mildiu
- % afección por mildiu en las hojas afectadas

Con estos datos se ha calculado para cada repetición:

5

- Incidencia:
 1. N° de plantas afectadas por mildiu (que presentaban algún síntoma en alguna hoja)
 2. % hojas afectadas
- Severidad: Promedio del % afección en el total de las hojas afectadas.

10

Resultados Incidencia de mildiu.

%Porcentaje de reducción de síntomas en plantas	
Área Formulado de la invención	5%
Área Formulado comparativo	5%
Área sin tratar	0%

Tabla 1.3. Porcentaje (%) de reducción de síntomas en plantas en cada una de las Áreas.

15

%Porcentaje de reducción de numero de hojas afectadas	
Área Formulado de la invención	21%
Área Formulado comparativo	12%
Área sin tratar	0%

Tabla 1.4. Porcentaje (%) de reducción de número de hojas afectadas en cada una de las Áreas

Tal como se observa en la tabla 1.3, en las áreas tratadas con el formulado de la invención y con el formulado comparativo, el porcentaje de plantas que mostraron algún síntoma ha sido ligeramente menor en las plantas tratadas, contabilizándose un 5% menos de plantas afectadas.

20

Al mismo tiempo, en la tabla 1.4 se observa que el número de hojas afectadas ha sido claramente menor en las cepas tratadas con el formulado de invención (un

21% menos), mientras que el tratamiento con el formulado comparativo, resultó en una afección también más baja, pero algo menor (12%).

Severidad:

- 5 • Si se valora % de superficie de hoja afectada también ha disminuido con los tratamientos, un 26% en el caso del formulado de invención y un 22% en el formulado comparativo, respecto al testigo, según aparece en las representaciones respectivas que se muestran en la Figura 5 de los dibujos anexos.

10 **Aplicabilidad industrial**

Tal y como se desprende la descripción que antecede de una forma de realización preferida, la invención es particularmente aplicable en el sector industrial dedicado a la fabricación y aplicación de productos para fomentar y potenciar la autodefensa de árboles y plantas.

15

REIVINDICACIONES

1.- Formulado líquido a base de nanopartículas de CuO como potenciador de la autodefensa de las plantas, consistente en una composición líquida que comprende cobre, aminoácidos vegetales esenciales, menadiona sodio bisulfito (MSB, Vitamina K3) y agua hasta completar el 100% en peso de la composición, caracterizado porque el cobre se suministra a la composición en forma de nanopartículas de CuO, con un consiguiente efecto multiplicador de la superficie protectora de los tratamientos y una mejor adherencia y persistencia del cobre sobre los tejidos vegetales, con un incremento considerable del tiempo de protección, con la particularidad de que el efecto “portador” proporcionado por el MSB a las nanopartículas de CuO favorece la penetración de estas últimas, mejorando el metabolismo general de la planta.

2.- Formulado líquido según la reivindicación 1, caracterizado porque el porcentaje en peso de nanopartículas de CuO en la composición está comprendido en un rango de entre 0,1% y 1,0% en peso.

3.- Formulado líquido según la reivindicación 1, caracterizado porque el tamaño de las nanopartículas de CuO se selecciona en un rango inferior a 60 nm, y más en particular está comprendido entre 8 nm y 40 nm.

4.- Utilización del formulado líquido de las reivindicaciones 1 a 3 como potenciador de la autodefensa de las plantas, para combatir las enfermedades fúngicas de la madera, especialmente en plantas tales como la vid, los almendros u otras de la misma naturaleza.

5.- Utilización según la reivindicación 4, caracterizada porque en una forma de uso el formulado líquido se incorpora al suelo mediante fertirrigación, en riego por goteo, por aspersión o distribuyéndolo en zonas próximas a la planta en riego a manta.

6.- Utilización según la reivindicación 4, caracterizada porque en una forma de uso alternativa la incorporación se realiza por vía foliar, aplicado con un atomizador, en las fases iniciales del desarrollo del cultivo, para estimular la formación de raíces nuevas.

7.- Utilización según las reivindicaciones 4 a 6, caracterizada porque dicho formulado se aplica en dosis del orden de 2,5 litros por hectárea de cultivo y aplicación.

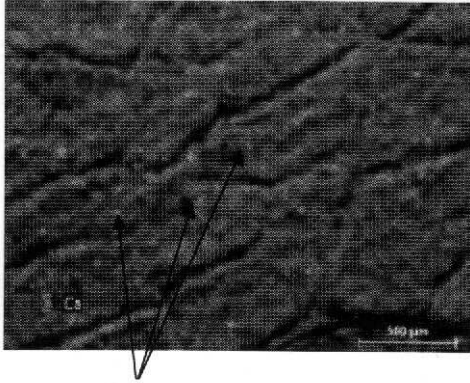


Fig. 1.1 – Nano partículas de Cu

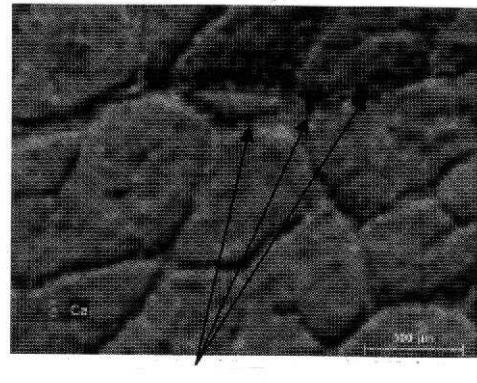


Fig. 1.2 – Cu en forma mineral

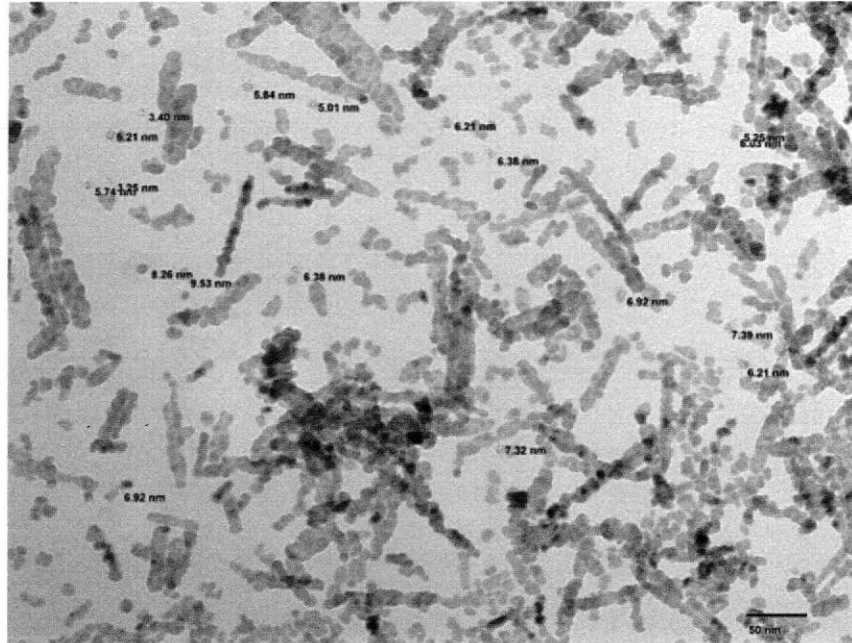


Fig. 2

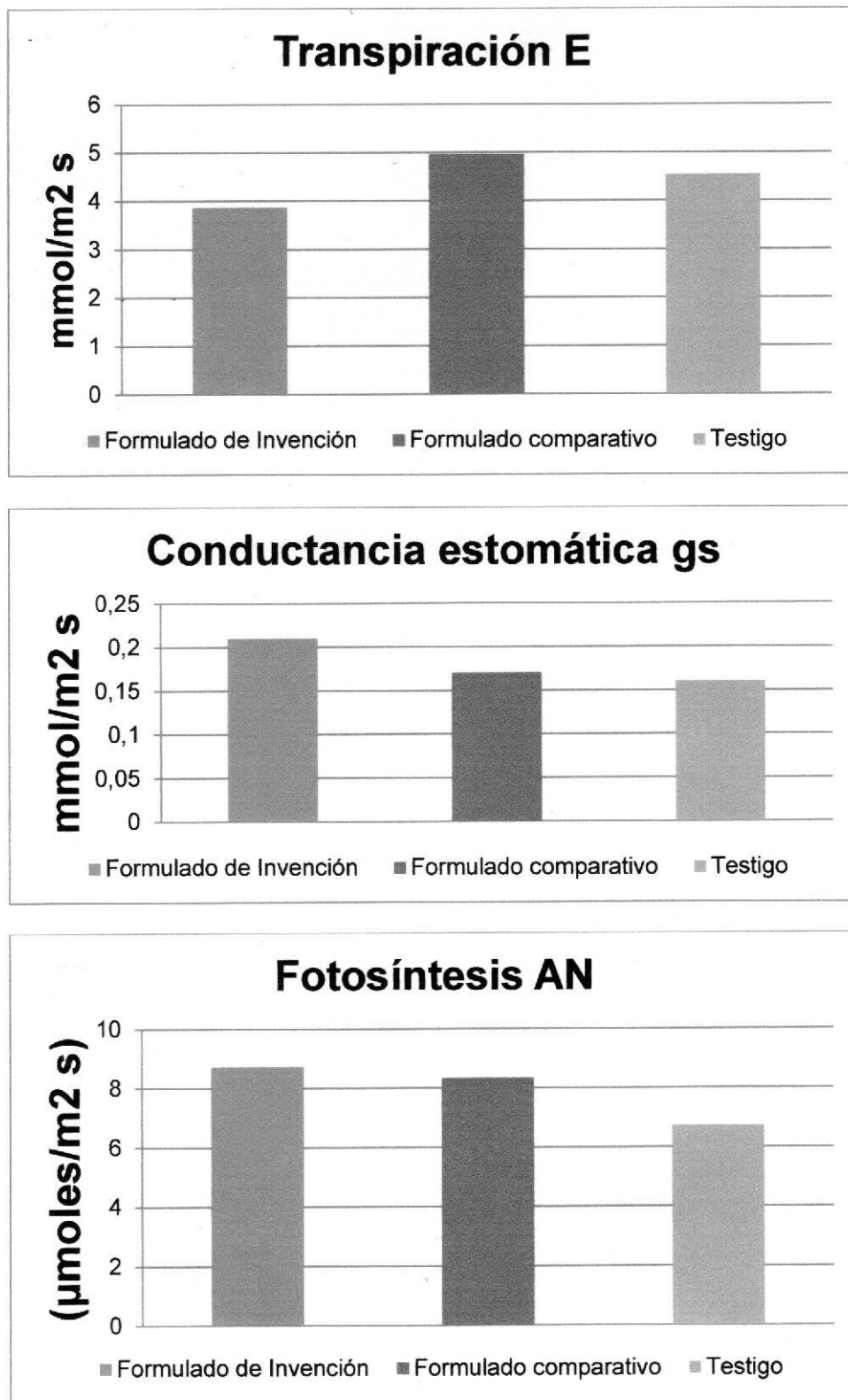


Fig. 3

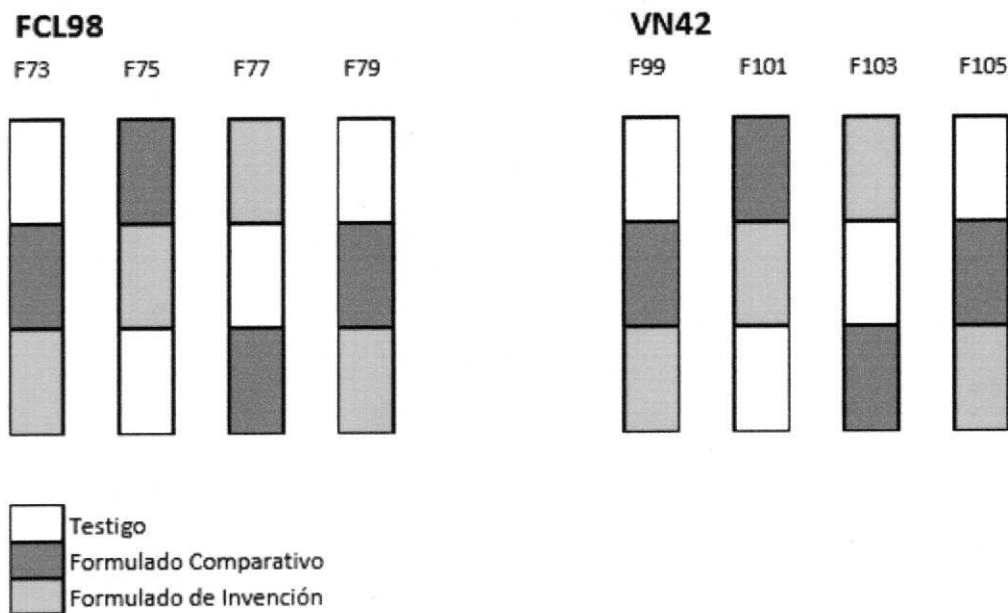
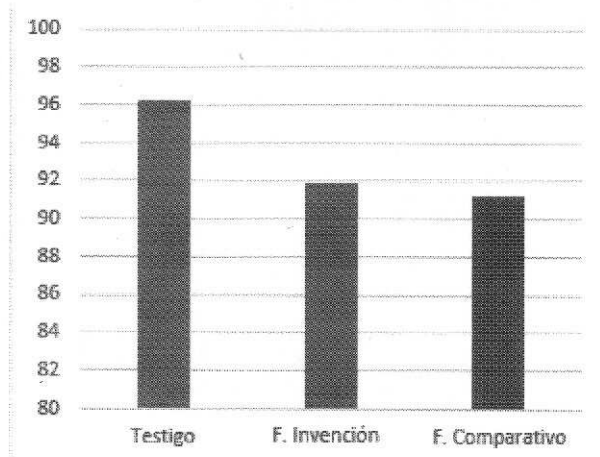
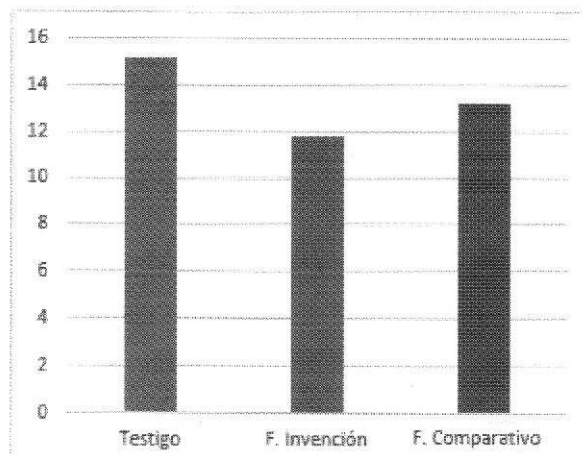


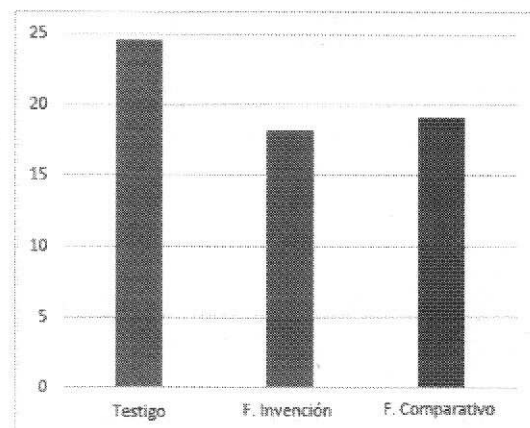
Fig. 4



Porcentaje de plantas que presentaban algún síntoma.



Porcentaje de hojas afectadas por planta.



Porcentaje de afección en el total de las hojas afectadas.

Fig. 5