

## RESUMEN

El Repilo del olivo, causado por el hongo *Spilocaea oleagina* (Castagne) Hughes (sinónimo *Cycloconium oleaginum*) es una enfermedad extendida por toda la región Mediterránea, así como por otras áreas templadas y subtropicales del mundo donde se cultiva el olivo. Esta enfermedad provoca graves defoliaciones prematuras que conllevan el debilitamiento progresivo del árbol y una disminución importante de productividad. Además hay que considerar el coste económico y medioambiental de los tratamientos fungicidas rutinarios utilizados para su control. La utilización de fungicidas protectores, especialmente cúpricos, para el control del Repilo constituye una práctica habitual del cultivo del olivo. En la actualidad se tiende a una disminución del número de materias activas, especialmente las más peligrosas para el hombre o el medio, y a la búsqueda de nuevas medidas alternativas de control de enfermedades vegetales. La inducción de resistencia, fenómeno por el cual se estimulan las defensas propias de la planta frente al ataque de patógenos, ha sido ensayado con éxito en diferentes cultivos. Por ello, se planteó el presente trabajo cuyos objetivos fueron conocer el efecto de diferentes bioactivadores vegetales y fungicidas cúpricos sobre la germinación *in vitro* de conidias, conocer las posibilidades de inducción de la resistencia sistémica adquirida (SAR) en olivo mediante dichos productos y estudiar el efecto de la nutrición nitrogenada sobre las infecciones del Repilo en campo y en hojas separadas e inoculadas artificialmente. Los experimentos del efecto sobre la germinación de *S. oleagina* han mostrado que los fungicidas cúpricos difirieron significativamente entre sí, con una dosis de inhibición del 50% (DI<sub>50</sub>) oscilando entre 5.6 y 147.9 mg Cu/l, indicando así que la eficacia *in vitro* de estos productos no depende únicamente de la concentración de cobre, sino también de la formulación del producto comercial. Algunos de los bioactivadores vegetales también mostraron efecto sobre la germinación de conidias, llegando a inhibir totalmente la germinación en la mayoría de los casos. La capacidad de diversos bioactivadores y productos cúpricos para inducir resistencia al Repilo en olivo se ha evaluado utilizando plantones inoculados artificialmente. Nuestros resultados indican que los productos ensayados son potencialmente eficaces para inducir resistencia (SAR) contra *S. oleagina* en plantones de olivo, ya que los productos como Regalis, la mezcla H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>+KOH, Bion 50 y Alerte lograron una reducción media de la incidencia de la enfermedad de más del 60%. El momento del tratamiento también influyó en la eficacia de algunos productos, como Bion 50 y KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, que mostraron mayor capacidad de reducción de la enfermedad en el tratamiento anterior y posterior a la inoculación, respectivamente. Los productos cúpricos también mostraron cierto

efecto inductor de resistencia aunque menos acentuado, observándose una reducción de la severidad de la enfermedad de hasta un 50% en el caso del producto Nordox. La influencia de la nutrición nitrogenada sobre las infecciones del Repilo en olivo se ha evaluado en campo y en hojas separadas que se inocularon posteriormente con el patógeno. De nuestros experimentos no se pudieron extraer resultados concluyentes, ya que no se observaron diferencias significativas entre hojas con distinto nivel de nitrógeno en la evaluación de la enfermedad realizada en campo. En las hojas inoculadas artificialmente, resultaron más susceptibles las hojas más viejas y las hojas con bajo nivel de nitrógeno, aunque estos resultados no fueron consistentes entre experimentos.

## SUMMARY

Olive leaf spot or scab, caused by the fungus *Spillocaea oleagina*, is widespread in the Mediterranean basin and other world regions where olive trees are grown. The disease induces a premature leaf fall bearing progressive weakening of the tree and yield decrease. Furthermore, it is necessary to take into account the economic and environmental costs derived from fungicide treatments used for disease control. The use of protective fungicides, particularly copper compounds, against olive scab is a customary practice for growing olives in Spain. Nowadays, there is a tendency toward the reduction of the number of active ingredients, especially those which are more dangerous for man and the environment, and to the search for new and alternative ways of control of the plant diseases. Induced resistance, which means activation of a self-defensive capacity of the plants against pathogen attack, has been successfully tried out in several crops. The aim of this work was to find out the effect of several resistance inducers and copper compounds on the *in vitro* germination of conidia, capacity of induction of systemic acquired resistance (SAR) in olive plants and the effect of nitrogen nutrition on the infection by *S. oleagina*. The experiments into the effect on the germination of *S. oleagina* have shown that copper compounds significantly differed among them, showing a dose of inhibition of 50% (DI<sub>50</sub>) values between 5,6 and 147,9 mg Cu/l, which means that the efficacy of these products depends not only on the concentration of copper, but also on the formulation of the commercial products, probably due to different solubility of Cu<sup>2+</sup> ion. Some of the SAR inducers showed an effect on the germination of conidia as well, reaching a complete inhibition of the germination in most of the cases. The capacity of several SAR inducers and copper compounds to induce resistance to olive leaf spot has been evaluated using artificially inoculated olive plants. Our results show the efficacy of these products against *S. oleagina* in olive plants, since products such as Regalis, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> + KOH, Bion 50 and Alerte reached more than 60% of reduction of the disease. The efficacy of some products was influenced by the time of treatment; thus, Bion 50 and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> showed major capacity of reduction of the disease in the treatment carried out before and after the inoculation, respectively. Copper compounds showed a lower effect as inducers of resistance, with a reduction of the severity up to 50% for Nordox. The influence of nitrogen nutrition on the infection of *S. oleagina* has been evaluated on olive trees and on artificially inoculated detached olive leaves. No conclusive results were found, since no significant differences were observed between olive leaves containing different levels of nitrogen.

Inoculated leaves showed a major susceptibility affecting older leaves and low nitrogen containing leaves, although these results were not consistent among the experiments.

## RESUMÉ

L'oeil de paon est une maladie de l'olivier causée par le champignon *Spilocaea oleagina* (Castagne) Hughes (Synonyme de *Cycloconium oleaginum*). Elle est étendue dans toute la région Méditerranéenne, ainsi que dans d'autres endroits tempérés et subtropicaux du monde où on cultive l'olivier. Cette maladie provoque des graves défoliations prématurées qui engendrent l'affaiblissement progressif de l'arbre et une diminution de productivité très importante. En plus, il faut prendre en considération le coût économique et l'environnement des traitements fongiques utilisés pour le contrôle de ladite maladie. L'utilisation des fongicides protecteurs, spécialement cupriques, pour le contrôle de l'oeil de paon constitue une pratique habituelle dans la culture de l'olivier. Actuellement, on tend à une diminution du nombre de matières actives, spécialement celles-là qui sont plus dangereuses pour l'homme et le milieu ambiant, et à la recherche de nouvelles techniques alternatives de contrôle des maladies végétales. L'induction de résistance, est un phénomène par lequel on stimule les propres défenses de la plante devant l'attaque des pathogènes, qu'ils ont été étudiés dans différentes cultures. Pour cela, il a été proposé le présent travail dont les objectifs sont : déterminer l'effet de différents bioactivateurs végétaux et fongicides cupriques sur la germination des conidies cultivées en système de culture *in vitro*, connaître les possibilités d'induction de résistance systémique acquise (SAR) en l'olivier au moyen de ces produits et étudier l'effet de la nutrition azotée sur l'inhibition de la sévérité et l'incidence des infections de l'oeil de paon sur des arbres cultivés dans des conditions naturelles et sur des feuilles séparées et inoculées artificiellement. Les essais de l'effet de la germination *Spilocaea oleagina* ont été montrés que les fongicides cupriques sont différents significativement entre eux, avec une dose d'inhibition de 50% ( $DI_{50}$ ) oscillant entre 5.6 et 147.9 mg Cu/l, indiquant aussi que l'efficacité *in vitro* de ces produits ne dépend pas seulement de la concentration du cuivre, mais aussi de la formulation du produit commercial. Certains bioactivateurs végétaux ont été aussi montrés un effet sur la germination des conidies, en arrivant à inhiber totalement la germination dans la majorité des cas. La capacité des divers bioactivateurs et produits cupriques purs à induire la résistance à l'oeil de paon en olivier a été évaluée en utilisant des arbres inoculés artificiellement. Nos résultats indiquent que les produits essayés sont potentiellement efficaces pour induire la résistance (SAR) contre *Spilocaea oleagina* dans les arbres de l'olivier. Les produits comme Regalis, le mélange  $H_3PO_4 + KOH$ , Bion 50 et Alerte ils ont obtenu une réduction moyenne de l'incidence de la maladie de plus de 60%. Ainsi que le moment de traitement a été aussi influencé sur l'efficacité de quelques produits comme Bion 50 et

$\text{KH}_2\text{PO}_4$ , qu'ils ont montré la plus grande capacité de réduction des infections de la maladie dans le traitement précédent et postérieur à l'inoculation, respectivement. Les produits cupriques ont été aussi montré un certain effet inducteur de résistance mais de moins effet par rapport aux bioactivateurs végétal. Dans le cas du produit Nordox, en observant une réduction de la sévérité de la maladie jusqu'à 50%. L'influence de la nutrition azotée sur les infections du l'oeil de paon en l'olivier a été évaluée sur des arbres cultivée dont des conditions naturel et sur des feuilles separees qu'ils ont été posterieur inoculée avec le pathogène. Les essais réaleser dont cette objet, on n'a pas permettre de extraire des resultats concluants, parce nous avant pas observé des différences significative entre les feuilles avec différent viveau d'azote dans l'évaluation de la maladie effectuée dont les conditions naturel. Dans les feuilles inoculée artificiellement, il en résulte que les vieilles feuilles et les feuilles avec un faible contenu d'azote sont les plus susceptible, bien que ces resultats n'aient pas été consistant entre les diférents essais.