Título del proyecto: INTEGRACIÓN DE LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES EN SISTEMAS DE CULTIVO QUE CONTEMPLEN MÉTODOS ALTERNATIVOS A LA DESINFECCIÓN QUÍMICA DE LOS SUELOS PARA EL CONTROL DE PATÓGENOS

Investigador Principal: Maria Cinta Calvet Pinós

Nº Referencia: AGF1997-0549-C03-01

A. MEMORIA. Resumen de los resultados del proyecto en relación con los objetivos propuestos (máximo 2000 palabras).

Destaque su relevancia científica y/o su interés tecnológico.

En el caso de haber obtenido resultados no previstos inicialmente, indique su relevancia para el proyecto.

En el caso de resultados fallidos, indíquense las causas.

Seguimiento de fincas colaboradoras. Fases experimentales I y IV3 del Plan de Trabajo.

El seguimiento de las fincas colaboradoras del proyecto ha permitido aislar hongos nativos formadores de micorrizas arbusculares (MA) que actualmente se reproducen en el IRTA y que se han evaluado en condiciones controladas para contrastar su capacidad de colonización interna y su efectividad como estimuladores de crecimiento con la de los hongos de colección habitualmente utilizados como inoculantes. Se aislaron un total de 8 hongos MA pertenecientes todos al género *Glomus*, se reprodujeron en simbiosis con plantas de puerro, y entre ellos los que han demostrado tener mejores aptitudes han sido tres aislados de tres especies distintas: *G.mosseae* (foto 1), *G. aggregatum* (foto 2) y *G. etunicatum* (foto 3).

El efecto de los tratamientos de desinfección de suelos para la eliminación de patógenos sobre el potencial micorrícico del mismo suelo, cuantificado según la técnica del número más probable, varía con el método utilizado. Se confirmó en los experimentos de campo con fresón llevados a cabo el primer año, que el Bromuro de Metilo elimina totalmente los propágulos infectivos de cualquier hongo MA en los suelos de cultivo, mientras que en los experimentos de campo posteriores se comprobó que tanto la desinfección con Metam-Na (a dosis comerciales) como la solarización, disminuyen sólo ligeramente este potencial y deben pues considerarse compatibles con presencia de hongos micorrícicos en los suelos de cultivo.

Las rotaciones de cultivo llevadas a cabo en dos fincas de agricultura ecológica donde no se aplican tratamientos fitosanitarios han demostrado que todos los cultivos hortícolas evaluados están micorrizados, y que la intercalación de cultivos portadores de micorrizas arbusculares aumenta el número de propágulos infectivos en el suelo de cultivo y se confirma como un excelente método de inoculación masiva en campo. El resultado obtenido con el cultivo intercalar durante seis meses de plántulas de tomillo previamente micorrizadas con *Glomus intraradices* (foto 4)en una de las fincas de régimen ecológico (foto 5) fué un aumento del número de propágulos de1,7 hasta 74 por 100 ml de suelo.

La presencia de microorganismos patógenos de suelo que afectasen al desarrollo y a la producción de los cultivos fué inexistente en las fincas colaboradoras los dos primeros años de proyecto. Unicamente se detectó un ataque de *Rhizoctonia* en una parcela no solarizada ni desinfectada químicamente en el experimento de campo o en la primavera de 2000. Sí se realizó un estudio de malas hierbas y vegetación natural en la zona geográfica para relacionar su presencia con el potencial micorrícico de los suelos.

Mantenimiento de microorganismos. Fase III del Plan de Trabajo

Debido a su carácter aplicado y a la introducción de microorganismos beneficiosos en condiciones de campo, este proyecto ha requerido un gran esfuerzo en producción de inóculo del hongo micorrícico de colección *G. intraradices* que queremos señalar especialmente, puesto que para cada parcela se requería un mínimo de 20 l de inóculo bruto. Por tratarse de simbiontes obligados, los hongos MA deben reproducirse en planta hospedadora, lo que obligó a inocular y a mantener un gran número de plantas de puerro micorrizadas en condiciones óptimas para los experimentos programados en los subproyectos 1 y 3 (foto 6).

Solarización. Evaluación del efecto de la temperatura sobre el desarrollo de la microbiota del suelo en condiciones controladas. **Fase experimental II2 del Plan de Trabajo.**

Un estudio de viabilidad del hongo MA *G. intraradices* sometido a tratamientos térmicos puntuales entre 35 y 55 ºC demostró que el umbral de pérdida de infectividad de los propágulos se encuentra entre 45 y 50 ºC. Partiendo de un suelo que contenía una densidad de 173 propágulos micorrícicos por 100 ml, el resultado del conteo de propágulos en el suelo humedecido y sometido al tratamiento de calor durante 3 horas al día, cinco días consecutivos, indicó que a 50 ºC no quedaba ni un sólo propágulo infectivo, mientras que a 45 ºC el número de propágulos había disminuido desde 173 hasta 11 propágulos por 100 ml.

De forma paralela se llevó a cabo un estudio similar para evaluar el efecto de las altas temperaturas sobre *T. aureoviride* utilizando un sustrato previamente inoculado con el hongo saprófito. Una vez sometido al tratamiento térmico, se realizaban diluciones y siembras en placa para hacer un conteo de colonias. El resultado indicó que *T. aureoviride* no sobrevive a temperaturas superiores a 45 ºC.

Experimentos de campo. Tratamientos de desinfección y de inoculación con micorrizas y otros organismos beneficiosos. Fases experimentales II, IV,V del Plan de Trabajo.

En Mayo de 1998, se establecieron tres experimentos de micorrización en campo, en cuatro parcelas distintas, dos de ellas dedicadas al cultivo del fresón (foto 7), una al cultivo de fresa de bosque y la cuarta se plantó con puerros en una finca de agricultura ecológica (foto 8). Las tres parcelas convencionales habían sido sometidas por los agricultores a tratamientos de desinfección química de carácter preventivo: con Bromuro de metilo o Metam-Na. En todos los casos, el tratamiento de inoculación con *Glomus intraradices* (foto 9) se combinó con la incorporación de *Trichoderma aureoviride* (foto 10) en un diseño de bloques al azar con 10 plantas por bloque y 5 bloques por tratamiento. Entre los meses de Julio y Septiembre se controló la producción de fruto en los tres ensayos. Los resultados indicaron que seis meses después del establecimiento de las plantaciones, todas las plantas estaban micorrizadas, y no había diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a producción. En los tratamientos de inoculación con *Glomus intraradices*, la colonización micorrícica interna alcanzaba entre un 51 y un 64 % mientras que las plantas de los tratamientos no inoculados artificialmente presentaban entre un 33 y un 39% de micorrización natural en sus raíces. Puesto que la evaluación previa de los suelos de las parcelas indicó que no había propágulos micorrícicos tras la desinfección, hubo que concluir que la micorrización espontánea se produjo con facilidad en las plantas de los distintos tratamientos, quizás debido a la pendiente natural dónde se establecen las plantaciones o a la contaminación por contacto a través de raíces o riego en las filas de plantación teniendo en cuenta la elevada aptitud para la micorrización que tienen las variedades de fresón.

Los resultados obtenidos en la parcela de fresa de bosque, que contaba con una zona no desinfectada con Bomuro de metilo permitieron concluir que el tratamiento biocida tuvo un efecto estimulador del crecimiento de las plantas durante el primer periodo de producción, que desapareció con el tiempo y fué inapreciable al valorar la producción total en Marzo de 1999.

En Julio de 1998 se aplicaron tratamientos de solarización en dos parcelas para cultivo de fresón, una de producción intensiva (foto 11) y otra de régimen ecológico (foto 12).El periodo de solarización fué de ocho semanas, desde el 23 de Julio hasta el 8 de Septiembre. En superficie se alcanzaron temperaturas puntuales de 55º C, siendo la temperatura máxima de solarización de 50 ºC en periodos mínimos de 3h/dia durante 18 días en la finca convencional y durante 13 días en la finca de agricultura ecológica. La máxima fué de 40ºC a 10 y 20 cm de profundidad durante distintas horas/periodos. El registro de temperaturas se llevó a cabo por medio de dataloggers (foto 13) a distintas profundidades. El tratamiento térmico disminuyó ligeramente el potencial micorrícico del suelo (de 27 a 17 propágulos en 100 ml de suelo en la finca de régimen ecológico), pero esta disminución se vió compensada por una elevada eficacia herbicida. Se realizaron muestreos de poblaciones de hongos micorrícicos antes y después de la solarización. En Septiembre de 1998 se establecieron experimentos de campo comparando solarización con desinfección con Bromuro de metilo y combinando la inoculación con *G.intraradices* y *T.aureoviride* en un diseño de bloques al azar con 10 plantas por bloque y 5 bloques por tratamiento. Durante los meses de mayo, junio y julio de 1999, se controló la producción en las dos parcelas. El resultado obtenido en la finca de producción convencional (foto 14) indicó que la producción de las plantas en suelo desinfectado con Bromuro de Metilo fué significativamente superior a la producción en suelo solarizado, independientemente de la introducción artificial de *G. intraradices* o de *T. aureoviride*. Todos las plantas estaban micorrizadas, y precisamente las que se plantaron en suelo desinfectado, carente de propágulos micorrícicos, son las que alcanzaron un porcentaje de colonización más alto, del 85%, frente al 30 % que presentaban las plantas en el suelo solarizado y no inoculado artificialmente. En este caso de nuevo, las plantas se infectaron de forma espontánea, y probablemente en el suelo desinfectado con Bromuro, los propágulos contaminantes, al no

encontrar ningún tipo de competencia biótica, colonizaron con rapidez las raíces de las plantas. En el suelo solarizado, el mejor tratamiento fué la micorrización con *G. intraradices*, seguido de la combinación *G. intraradices-T. aureovirid*e.

En la finca de régimen ecológico (foto 15), no se detectaron diferencias signficativas entre tratamientos en cuanto a producción acumulada y todas las plantas de los distintos tratamientos alcanzaron un nivel de colonización micorrícica similar, alrededor de un 50 %, con excepción de las plantas inoculadas simultáneamente por *G. intraradices* y *T. aureoviride* que presentaban un porcentaje inferior al 30%, indicando en este caso cierta competencia entre ambos microorganismos.

En julio de 1999 se estableció un experimento de campo para producir fresón en tres parcelas contiguas que recibieron distintos tratamientos de desinfección: Metam-Na, Solarización y Control no desinfectado (foto 16). Los tratamientos aplicados fueron 8 con el mismo diseño en las 3 parcelas: inoculación con *G. intraradices*, inoculación con *T. aureoviride*, inoculación con 3 cepas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal *Bacillus subtilis* (cedidas por el Dept. de Patología de la Un. De Auburn, Estados Unidos) y sus combinaciones en un diseño multifactorial de bloques al azar con 10 plantas por bloque y 5 bloques por tratamiento.

Al iniciarse el proceso de producción en Mayo de 2000 (foto 17), todas las plantas inoculadas o no con *G. intraradices* estaban micorrizadas. No se observaron diferencias significativas entre la solarización y la aplicación de Metam-Na en el control de malas hierbas ni en el rendimiento del cultivo. Los tratamientos con microorganismos introducidos no influyeron en el rendimiento final. El resultado indicó que la solarización durante 4 semanas es un tratamiento equivalente a la desinfección química con Metam-Na en fresón. Se presentó un póster con las conclusiones obtenidas con este trabajo en el X Congreso de la SEF que se adjunta en el anexo. En la parcela no solarizada se aisló *Rhizoctonia* a partir de plantas afectadas, y el aislado se sometió a pruebas de virulencia en fresa en condiciones controladas y a ensayos de antagonismo en placa frente a *T. aureoviride*, demostrando que esta cepa antagonista es muy activa “in vitro”. En las parcelas desinfectada y solarizada no aparecieron síntomas de la enfermedad y el control de las malas hierbas fue muy efectivo. Actualmente se están realizando en el IRTA y en colaboración con el Servicio de Protección de los Vegetales, ensayos de invernadero para estudiar la interacción entre hongos micorrícicos y hongos patógenos en fresa, como *Rhizoctonia* y *Colletotrichum* (foto 18).

Es importante señalar que todos los experimentos de campo realizados a lo largo del proyecto se establecieron en parcelas de producción comercial, en las que los agricultores realizaron los tratamientos de fertilización orgánica en el caso de las fincas de agricultura ecológica y de aplicación de fertirrigación y de fitosanitarios preventivos habituales en el caso de las convencionales. No se pudo valorar como era de esperar el efecto de la micorrización artificial puesto que al cosechar los ensayos, en estas condiciones de cultivo reales, todas las plantas estaban siempre altamente micorrizadas, eliminándose las posibles diferencias entre tratamientos al carecer los experimentos de plantas control no micorrizadas. Suponemos que la situación topográfica de las explotaciones en pendiente, el tamaño reducido de las parcelas (de 100 a 200 m), y el hecho de estar rodeadas de vegetación natural, favorecen la micorrización de las raíces a partir de propágulos de hongos nativos formadores de micorrizas o por contaminación con el inóculo introducido dentro de la misma parcela.

Evaluación de compuestos naturales de origen vegetal sobre hongos micorrícicos y nematodos fitoparásitos. Fase experimental IV-2 del Plan de Trabajo.

Doce compuestos químicos naturales de origen vegetal fueron evaluados a lo largo del proyecto como nematicidas frente a nematodos agalladores y lesionadores y como estimuladores o inhibidores de infectividad de las esporas de resistencia de hongos formadores de micorrizas arbusculares. El dispositivo experimental se basó en la inclusión de los microorganismos en mallas de alginato sódico que se sometieron a atmósferas saturadas de los distintos compuestos (foto 19).

El efecto sobre la supervivencia del nematodo lesionador *Pratylenchus brachyurus* se valoró cuantificando mortalidad y movilidad de especímenes, mientras que el efecto sobre el nematodo agallador *Meloidogyne javanica* se realizó mediante un bioensayo en el que las mallas tratadas se utilizaron como inóculo en plántulas de tomate.Todos los compuestos estudiados controlaron significativamente al nematodo agallador *M. javanica*, y cinco de ellos: Benzaldehido, Salicilaldehido, Borneol, p-Anisaldehido y Cinamaldehido causaron una tasa de mortalidad superior al 50 % en el nematodo lesionador *P. brachyurus*.

El efecto sobre la infectividad de los hongos MA también se valoró mediante bioensayos en los que se utilizaron las mallas tratadas que contenían las esporas como inóculo en plántulas de puerro. Algunos de los

compuestos inhibieron la infectividad de *G. intraradices* (Timol, Carvacrol, p-Anisaldehido, Benzaldehido, Salicilaldehido y Cinamaldehido), mientras que únicamente Cinamaldehido y Timol inhibieron la colonozación micorrícica por *G. mosseae.* Estos trabajos deben considerarse como un "screening" de evaluación rápida del efecto de estos compuestos. Los que tendrían un claro potencial para ser utilizados en sistemas de control de patógenos serían por supuesto los que no afectasen a la microbiota beneficiosa pero sí fuesen capaces de controlar la viabilidad de los patógenos. Este sería el caso del Acido caprílico (n-octanoico) para controlar al nematodo agallador (foto 20) y del alcohol Borneol para controlar al nematodo lesionador.

B. RESULTADOS MÁS RELEVANTES ALCANZADOS EN EL PROYECTO

1. CIENTÍFICOS:

-Determinación de valores de temperatura limitantes sobre la viabilidad de las esporas de hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA).
-Estudios básicos del efecto diferencial de compuestos químicos naturales sobre nematodos agalladores y lesionadores y sobre los hongos MA.

2. TECNOLÓGICOS (para su posible difusión a las Oficinas de Transferencia de Tecnología y Empresas del Sector)

-Puesta a punto de metodologías de aplicación en campo de hongos formadores de micorrizas arbusculares en cultivos de fresón y especies hortícolas de ciclo corto.
-Implementación de la solarización como sistema de desinfestación de suelos en cultivo de fresón y otras especies hortícolas.
-Incremento del potencial micorrícico de los suelos de cultivo según la secuencia de rotación de especies hortícolas.

C. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

1. Formación de personal Nº

Personal formado (3)

Personal formado o en formación que se ha transferido al sector industrial:
Doctores ( ) Titulados Superiores ( ) Técnicos ( )

2. Tesis Doctorales ( )

3. Artículos científicos en revistas ( ) nacionales (2) internacionales

4. Artículos de Divulgación en revistas (2) nacionales ( ) internacionales

5. Artículos de revisión en revistas ( ) nacionales ( ) internacionales

6. Libros, capítulos de libros y monografías ( ) nacionales (2) internacionales

7. Conferencias en Congresos (por invitación)(2) nacionales (1) internacionales

8. Patentes y otros títulos de propiedad industrial ( ) registrados ( ) en explotación
( ) España ( ) extranjero

1.FORMACIÓN DE PERSONAL EN RELACIÓN AL PROYECTO, describir brevemente.

Montserrat Prat Olivé, con titulación acreditada de FP 2º grado fué contratada con los fondos del capítulo de personal durante 9 meses en la categoría de Auxiliar de laboratorio y campo y recibió una formación intensiva en técnicas de inoculación con hongos MA y de evaluación de colonización micorrícica radicular.

Dos estudiantes de Ingeniería Agrícola y una Licenciada en Biología trabajaron en los objetivos del proyecto durante los años 1998 y 1999, tal y como se especifica en el apartado siguiente.

2.TESIS DOCTORALES REALIZADAS TOTAL O PARCIALMENTE EN EL PROYECTO (adjuntar resumen)
Indicar : Título, nombre del doctorado, Universidad, Facultad o Escuela, fecha de comienzo, fecha de lectura calificación y director.

Este proyecto no contaba con financiación para la realización de tesis doctorales asociadas.El protocolo experimental sin embargo ha dado lugar a un trabajo final de carrera presentado por dos estudiantes de Ingeniería Técnica Agrícola de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona en Noviembre de 1999 y a una Tesis de Máster presentada por una estudiante de Biología de la Universidad Autónoma de Barcelona en Septiembre de 1999. Ambos trabajos obtuvieron la calificación de Sobresaliente. Se adjuntan las hojas resumen en el anexo.

-Sonia Sabadell González.1999.Efectos de la inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares y antagonistas microbianos sobre el cultivo del fresón. Sonia Sabadell González.Tesis de Suficiencia Investigadora en Ciencias Biológicas. UAB

-Arnau Aguado Olivella e Ivet Ferrer Martí. 1999. Efecto de la inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares sobre el cultivo del fresón en suelos solarizados.ESAB.

3.ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTAS (adjuntar separatas)
Indicar: Autor(es), título,referencia de la publicación.

Calvet C, Pinochet J, Camprubí A, Estaún V, Rodríguez-Kábana R. 2001.Evaluation of natural chemical compounds against root-lesion and root-knot nematodes and side-effects on the infectivity of arbuscular mycorrhizal fungi.European Journal of Plant Pathology. En prensa.

Camprubí A, Calvet C, Estaún V, Ferrer I, Aguado A. 2001. Effect of high temperatures on the viability of the inoculum of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. Journal of Plant Pathology. En prensa.

4.ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN EN REVISTAS (adjuntar separatas)
Indicar: Autor(es), título,referencia de la publicación.

Camprubí A, Calvet C, Estaún V. 2000. Micorrizas arbusculares en producción agrícola. Horticultura 144: 38-41.

Calvet C, Camprubí A, Estaún V. 2000. El papel del suelo en la salud del agrosistema: experimentación con micorrizas y solarización. En: Sanidad de los cultivos y control ecológico. Eds X. Fontanet y M. Simón. Ponencias de la Escuela Agraria de Manresa, Barcelona.

5. ARTÍCULOS DE REVISIÓN (adjuntar separatas)
Indicar: Autor(es), título,referencia de la publicación.

6. LIBROS, CAPITULOS DE LIBROS Y MONOGRAFÍAS.
Indicar: Autor(es), título,referencia de la publicación.

Azcón-Aguilar C, Jaizme-Vega M, Calvet C. 2001. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the biological control of soilborne plant pathogens. En: Mycorrhiza Technology: From Genes to Bioproducts- Achievements and Hurdles in arbuscular mycorrhizal research. Eds. S. Gianinazzi and H. Schüepp, ALS, Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland. (En prensa).

Estaún V, Camprubí A, Joner E. 2001. Useful parameters in selecting AMF for field application. En: . En: Mycorrhiza Technology: From Genes to Bioproducts- Achievements and Hurdles in arbuscular mycorrhizal research. Eds. S. Gianinazzi and H. Schüepp, ALS, Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland. (En prensa).

7. CONFERENCIAS EN CONGRESOS, SIMPOSIOS Y REUNIONES POR INVITACIÓN
Indicar Autor (es), nombre del congreso, lugar de celebración, año.

Propuesta de nuevos métodos alternativos al Bromuro de metilo. Calvet C, Estaún V, Camprubí A. Cooperativa Frespol, Sant Pol de Mar, Barcelona, 2 de Diciembre de 1997.

Micorrizas arbusculares en ecosistemas agrícolas y su interacción con otros microorganismos del suelo. Fernández C, Calvet C, Camprubí A, Pinochet J . Mayo 1998. Primer Simposio Internacional de Microbiología

Ambiental “Ecología Microbiana y Uso de microorganismos para un desarrollo sostenible”. Santafé de Bogotá, Colombia.

Experimentación con micorrizas y solarización. Calvet C, Camprubí A, Estaún V. Escuela Agraria de Manresa, Barcelona, Diciembre de 1999.

8. PATENTES Y OTROS TÍTULOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
Indicar: Autor(es), título, registro,entidad titular de la patente, año, países, clase.

D. CARÁCTER DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO (señalar hasta 2 opciones)

( ) Teóricos ( ) Teórico-prácticos

(x) Prácticos ( ) De inmediata aplicación industrial

E.COLABORACIONES Y PARTICIPACIÓN EN PROGRAMAS INTERNACIONALES

1. Si el proyecto ha dado lugar a colaboraciones con otros grupos de investigación, coméntelas brevemente.
En caso contrario, indicar qué dificultades ha encontrado.

Colaboración con el Departamento de Patología Vegetal de la Universidad de Auburn, Alabama. Tema: Evaluación experimental de compuestos químicos de origen natural sobre hongos MA y nematodos fitopatógenos como alternativa a los biocidas comerciales.

2. Si ha participado en proyectos del Programa Marco de I+D de la UE y/o en otros programas internacionales en temáticas relacionadas con las de este proyecto ,indique programa,tipo de participación y beneficios para el proyecto.
Mencione las solicitudes presentadas al Programa Marco de la UE durante la ejecución del proyecto, aunque no hayan sido aprobadas.

-Proyecto INCO-DC ERBIC 18CT-97-0197: “Use of Mycorrhizal and Rhizobial Symbioses for the sustainable Development of Forest Resources in the Mediterranean Region” (MYRISME). Utilización de las mismas técnicas de inoculación con hongos MA con distintas finalidades: producción agrícola y revegetación.

-PROYECTO INCO-IC 18CT97-0208: “Alleviating biotic and abiotic soil constraints by combining arbuscular mycorrhizal fungi to banana and plantain micropropagation systems”. Uno de los objetivos es la evaluación de las micorrizas arbusculares como agentes protectores frente a nematodos y hongos patógenos vasculares. Coincidencia con los objetivos del presente proyecto.

-Acción Europea COST 8.38. Los equipos investigadores de los Subproyectos 1 y 2 participan en esta acción europea activamente, y de forma conjunta presentaron resultados parciales de los experimentos de campo contemplados en el proyecto en una reunión del grupo de trabajo 4 “Mycorrhizal Technology”: Managing arbuscular Mycorrhizal Fungi for improving soil quality and plant health in agriculture”. Esta reunión se celebró en el Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia en Mayo de 2000 y permitió difundir el trabajo de ambos equipos entre los micorrizólogos europeos, integrados en esta acción COST. Se adjunta resumen de la presentación en el anexo: “Integration of arbuscular mycorrhizas and other beneficial soil microbiota in horticultural cropping systems”.

F. PROYECTOS COORDINADOS

1. Describa el desarrollo de la coordinación entre Subproyectos, y los resultados de dicha coordinación en relación a los objetivos globales del proyecto.

A lo largo del proyecto la comunicación entre los equipos y el intercambio de ideas y materiales ha sido muy fluido y ha contribuido al desarrollo de los experimentaos establecidos por los 3 subproyectos. Se han realizado 3 reuniones de coordinación, la primera en el Centro de Cabrils, Barcelona, del IRTA en Diciembre de 1997, la segunda en el ICIA, Tenerife, en Mayo de 1999, y la tercera en Valencia, coincidiendo con el X Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, en Octubre de 2000.

Coordinación Subproyecto 1-Subproyecto 2

La colaboración entre los equipos de los subproyectos 1 y 2 se ha centrado en dos objetivos. En primer lugar el aislamiento de hongos nativos MA, la producción masiva de inóculo de calidad y la utilización de distintos métodos de inoculación en campo con hongos MA, y en segundo lugar, el estudio de especies antagónicas para el control de patógenos de suelo. En el IRTA (Subp. 1) se ha llevado a cabo un screening de compuestos naturales de origen vegetal, mientras que en el ICIA (Subp.2) se ha evaluado el desarrollo de poblaciones en la rizosfera de plantas potencialmente antagonistas. Los dos equipos quieren darle una continuidad a esta línea de investigación y desarrollo.

Ambos equipos hicieron una presentación conjunta sobre los experimentos de campo del proyecto en una reunión europea de la acción COST 8.38 (ver apartado E.2).

Coordinación Subproyecto 1-Subproyecto 3

- Control de la podredumbre blanca en los cultivos de ajo y cebolla.

El equipo de investigadores del Subproyecto 1 ha intervenido activamente durante los tres años de duración del proyecto en los experimentos de campo llevados a cabo en Andalucía, para el control de podredumbre blanca del ajo (*Sclerotium cepivorum).* Se suministró el inóculo de *Glomus intraradices* en cantidades suficientes para realizar la micorrización en los surcos de plantación, y se responsabilizó de los controles de infección interna y de propágulos en suelo al cosechar. Hay que mencionar que los suelos de

cultivo estaban colonizados por hongos nativos formadores de micorrizas arbusculares de forma que las plantas de todos los tratamientos estaban micorrizadas al final de los experimentos. También se comprobó que la solarización no afectó al potencial micorrícico de los suelos de cultivo

Se han presentado pósters con los resultados de esta colaboración en los dos últimos congresos de la Sociedad Española de Fitopatología, cuyos resúmenes se adjuntan en el anexo.

- Control de la Fusariosis vascular en el cultivo del melón.

El equipo del subproyecto 1 inoculó los semilleros de melón con inóculo de *G. intraradices* y se responsabilizó de la cuantificación de colonización micorrícica en las raíces de las plantas.

Se han presentado pósters con los resultados de esta colaboración en los dos últimos congresos de la Sociedad Española de Fitopatología.

González Torres R, López Cosme E, Estaún V, Camprubí A, Calvet C. Eficacia de las micorrizas arbusculares en el control de la Fusariosis vascular del melón. IX Congreso de la SEF. Salamanca, 19-23 Octubre 2000.

Bascón Fernández J. Calvet Pinós C, Corpas Hervías C, Lara Ruiz A, Melero Vara JM, Prados Ligero AM, Basallote Ureba MJ. Efecto de las distintas secuencias de tratamientos de suelo y semillas en el control de la podredumbre blanca del ajo. X Congreso de la SEF. Valencia, 3-6 Octubre 2000.

G. RELACIONES CON EL SECTOR INDUSTRIAL(*este apartado es imprescindible para los proyectos de la modalidad B)*

G1. Colaboración con el/los EPO (Entes Promotores Observadores) participantes en el proyecto.

1.Describa en detalle la relación mantenida con los EPO's, y la participación concreta de éstos en el proyecto, especificando, si procede, su aportación al mismo en todos sus aspectos. (Si se ha modificado la relación y/o el apoyo del EPO, en relación con lo previsto a la aprobación del proyecto, descríbalo brevemente).

La colaboración con los EPO ha sido muy positiva e imprescindible para este proyecto, puesto que gran parte del protocolo experimental se ha desarrollado en condiciones de campo y no se hubiese podido llevar a cabo sin la competencia de los técnicos implicados de la Cooperativa FRESPOL y de la Asociación de Defensa de los Vegetales y especialmente sin el interés y la colaboración de los agricultores implicados.

2.Describa, si procede, las transferencias realizadas al (los) EPO (s) de los resultados obtenidos, indicando el carácter de la transferencia y el alcance de su aplicación.

El resultado de los experimentos de solarización en las fincas de producción de fresón en la Comarca del Maresme han demostrado la fiabilidad de este sistema de desinfección de suelos no contaminante y respetuoso con los microorganismos beneficiosos que los agricultores pueden utilizar para las plantaciones de Otoño. Sus efectos como tratamiento herbicida y sobre la producción de fruto en la parcela fueron equiparables a la desinfección con Metam-Na. La reducida superficie de las explotaciones en esta zona de Catalunya es un factor positivo adicional para la aplicación de solarización en el cultivo de fresón.

3. Indique si esta colaboración ha dado lugar a la presentación de nuevos proyectos o si se tiene la intención de continuarla en el futuro. En caso afirmativo, describa brevemente cómo va a concretarse.

G2.Si el proyecto ha dado lugar a otras colaboraciones con el entorno socioeconómico (industrial, administrativo, de servicios, etc.), no previstas inicialmente en el proyecto, descríbalas brevemente.

Este proyecto despertó el interés de dos empresas dedicadas a la aplicación de compuestos biológicos en agricultura, ANE (Agronutrientes Esenciales, S.A.) y SYTEN (Sustancias y Tecnologías Naturales) y representantes de ambas visitaron al equipo investigador del IRTA con un grupo de 15 técnicos de cooperativas de fresa de Huelva en Noviembre de 1999. Recibieron información sobre los objetivos del proyecto y sobre los sistemas de manejo en campo que se estaban poniendo a punto.

El factor limitante para la utilización agronómica de micorrizas arbusculares era, hasta hace muy poco, la producción de inóculo de hongos MA, puesto que los equipos de investigación no podían suministrar a agricultores particulares inóculo de calidad en cantidades comerciales. La empresa SYTEN estableció con el equipo investigador del IRTA una colaboración para producir a nivel industrial el hongo formador de micorrizas *Glomus intraradices*.