

PRODUCCIÓN INTEGRADA

CULTIVOS HORTÍCOLAS EN INVERNADERO

Origen, evolución y aplicación

Ramón Moreno Vázquez

Almería, marzo 2010

INTRODUCCIÓN

Debemos ser conscientes que en este mundo y en esta vida nada ha surgido por generación espontánea. Todo lo que es ha evolucionado desde un punto inicial hasta alcanzar el estado actual en el que se encuentra. Las etapas intermedias por las que ha transcurrido el proceso han estado condicionadas por unas determinadas circunstancias, que de haber sido otras habrían originado otro desenlace distinto al actual.

Sirvan estas palabras para explicar que lo que se conoce en España como **PRODUCCIÓN INTEGRADA (PI)** ha sido consecuencia de un desarrollo impuesto en gran parte por una serie de condiciones sociales, técnicas y económicas a las que el mundo agrario ha tenido que someterse.

Mi objetivo en esta conferencia es aportar mi experiencia en este campo para guiarles por los vericuetos que han conducido a la situación en la que actualmente se encuentra en España este sistema productivo y más concretamente en la que se refiere a la producción hortícola protegida. Como esta conferencia será una historia narrada desde mi óptica personal no daré citas bibliográficas.

ETAPAS PREVIAS

Me voy a retrotraer hasta la década de los sesenta del siglo pasado en la que me incorporo a la actividad agraria como ingeniero agrónomo, y a partir de la cual me dedico de manera prácticamente ininterrumpida a la protección

fitosanitaria. A partir de esas fechas iniciaré el camino para comentar, de primera mano, los acontecimientos que han desembocado en la aceptación de la **PI** como uno de los sistemas productivos más respetuosos con nuestro entorno con los que actualmente se cuenta. De esta forma informaré sólo de lo que he vivido directamente, la mayoría de las veces como actor y algunas otras como espectador de primera fila, y no de lo que haya leído o de lo que me hayan comentado otras personas. Esta información directa que recibirán me parece de especial importancia para que los participantes en el Congreso comprueben cuán laborioso ha sido el proceso seguido.

Antes de entrar en materia quiero indicar que el origen de la **PI** se encuentra en la protección fitosanitaria y que la evolución de ésta ha conducido a sentar las bases de partida de la **PI**.



En la figura anterior se incluyen las etapas previas y las finales. A continuación explicaré de forma genérica en qué consistieron las primeras y quiénes fueron los partícipes. Posteriormente en forma más concreta y en epígrafes aparte me referiré a lo sucedido en la horticultura protegida con las etapas finales.

En aquella época de los sesenta del siglo pasado existían en el Ministerio de Agricultura dos organismos implicados en la sanidad vegetal, por un lado, el Servicio de Plagas, presente en todas las provincias, y con la misión ejecutiva de los planes de tratamiento nacionales para controlar las plagas y enfermedades más dañinas para los cultivos y, por otro lado, el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias), con varios centros distribuidos por el territorio nacional, que se dedicaba a la investigación fitopatológica en general y que ejercía la asesoría en esos planes citados. Poco a poco este reparto de papeles fue desapareciendo al montar el Servicio de Plagas su propio grupo investigador, especialmente dirigido en un principio a evaluar la eficacia de los productos químicos existentes en el mercado.

Dentro de este marco administrativo funcionaba la protección fitosanitaria en esas fechas, en las que prevalecía la **LUCHA QUÍMICA (LQ)** al amparo de los continuos avances que se estaban produciendo en la síntesis de productos químicos, en especial los fosforados. Con el arsenal con que se contaba de materias activas, no era extraño que la principal preocupación para técnicos y agricultores fuera clasificar los productos de acuerdo con la eficacia que mostraban contra las plagas y enfermedades más dañinas.

Este panorama continuó durante algún tiempo, hasta que los resultados obtenidos con este tipo de lucha empezaron a fallar. Dos fueron las causas. En primer lugar, la eficacia de los productos depende del estadio en que se encuentra la plaga o de la fase epidemiológica en que se encuentra la enfermedad, y, en segundo lugar, el momento en que se alcanzan esas fases en cada provincia varía según la zona, dependiendo principalmente de dos factores meteorológicos, temperatura y humedad relativa. Esta realidad ya se había constatado en otros países, entre ellos Francia que, para resolverlo y para dar cauce adecuado a las recomendaciones a los agricultores en los temas relacionados con la protección vegetal, había creado un servicio de

avisos agrícolas. España siguió esa estela y el Servicio de Plagas creó redes provinciales de avisos similares a las francesas. La pionera en nuestro país fue la de Lérida, dedicada a frutales de hueso y pepita. En el momento de la creación de esa primera estación dio comienzo de forma oficial la etapa de **LUCHA RACIONAL (LR)**.

La labor de la Estación de Avisos comenzaba por seleccionar los cultivos sobre los que actuaría, atendiendo a su importancia económica, social o estratégica. A continuación se procedía, para cada cultivo, a delimitar las zonas con características meteorológicas similares. Una vez hecho esto, se elegía una explotación dentro de la zona para instalar en ella un observatorio meteorológico, con dos elementos primordiales: termohigrógrafo y termopluviométrico. En esa finca se realizaban las observaciones pertinentes para determinar la evolución tanto de los fitófagos bajo inspección como de la fenología del cultivo.

Una vez establecidas las zonas se pasaba a la captación de agricultores que estuvieran interesados en recibir la información directa de la situación de los fitoparásitos y de las medidas más convenientes que se deberían de adoptar en cada caso. Esta información se realizaba a través de boletines que periódicamente se editaban y se enviaban a los agricultores inscritos. En casos de especial relevancia también se utilizaban los medios de difusión, prensa y radio, de la provincia. En toda esta fase de elección de zonas y fincas, y de divulgación entre agricultores, el apoyo recibido por el extinto Servicio de Extensión Agraria fue impagable.

Las Estaciones de Avisos surtieron efectos beneficiosos entre los agricultores porque se dieron cuenta que existían momentos más propicios unos que otros para combatir a los enemigos de sus cultivos, y que como consecuencia podían reducir el número de tratamientos y por tanto el de costes.

También por la década de los sesenta, en Europa se inició un movimiento muy importante a favor del estudio y protección de la entomofauna auxiliar autóctona, lo que originó la creación de la OILB (Organización Internacional de Lucha Biológica). España se adhirió a esta fundación y entró a formar parte de los distintos Grupos de Trabajo que se fueron creando, correspondientes a

cada uno de los cultivos más importantes de la Europa tanto continental como mediterránea. La aceptación del interés que presentaba la fauna auxiliar en la contención menos invasiva de los fitoparásitos produjo un incremento en la labor investigadora y condujo a la **LUCHA DIRIGIDA (LD)**. En ella había que establecer no sólo productos y momentos más adecuados para las intervenciones químicas, sino también los menos agresivos para los depredadores autóctonos. Era evidente que en esta situación más compleja había que unificar criterios y esfuerzos en las Estaciones de Avisos con el objetivo de dar respuestas similares a problemas análogos. Por este motivo se crearon las Unidades Técnicas de Apoyo (UTA) para cada cultivo, junto con una de Bioestadística que encauzaría la sistemática de la experimentación agraria en el campo de la protección fitosanitaria y que también daría a conocer los métodos ecológicos cuantitativos para estudios de poblaciones animales y epidemiológicos.

Esa actitud positiva que se mostró hacia los enemigos naturales autóctonos fue el primer paso hacia la introducción de auxiliares foráneos, y en algunos casos para su cría y aclimatación en laboratorios de los Servicios de Plagas, como fue el caso de Castellón, que produjo parasitoides para su suelta en cítricos. Estos acontecimientos provocaron la entrada en liza de la **LUCHA BIOLÓGICA (LB)** como un medio más de control de fitoparásitos.

En cuanto a los cultivos hortícolas precursores de los que se cultivarían en invernadero, las primeras actuaciones de las Estaciones de Avisos se dirigieron hacia el tomate al aire libre en la zona costera de Málaga. A medida que la rentabilidad de los invernaderos se afianzó en Almería (segunda mitad de los setenta) y posteriormente en el resto de la zona costera mediterránea andaluza y en Murcia, la propuesta de cultivos estudiados quedó ceñida a los clásicos de invernaderos: solanáceas (tomate, pimiento y berenjena), cucurbitáceas (melón, pepino y calabacín) y leguminosas (judías). En estos cultivos la Lucha Biológica ha sido un factor primordial y predominante, como muy bien entendieron empresas extranjeras y nacionales que instalaron biofábricas en las zonas almerienses y murcianas.

Entre los hortalizas, el fresón constituye un caso especial por cultivarse exclusivamente en Huelva y con problemas técnicos y económicos muy específicos, y por ello su resolución quedó restringida a esa zona de expansión, en la que sin duda se han hecho avances importantes.

En los ochenta se produjo la eclosión de las autonomías en España y con ella el traspaso de determinadas competencias desde el gobierno central. Entre éstas estuvieron las relacionadas con la sanidad vegetal y la investigación agraria. Esta nueva situación administrativa cambió paulatinamente el papel que hasta entonces habían tenido los Servicios de Plagas y el INIA en la protección fitosanitaria. En Andalucía, a la que me referiré de ahora en adelante, dentro de la Consejería de Agricultura, se creó la Dirección General de Investigación Agraria, que haciendo honor a su nombre, asumió en sanidad vegetal de hortaliza protegida la dirección de las investigaciones, y en el desarrollo de los resultados obtenidos colaboró con los nuevos servicios de plagas creados en la autonomía. La investigación en hortaliza protegida se centralizó en el entonces Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola ubicado en La Mojonera (Almería) y se canalizó a través de él.

Por otro lado, en esas fechas la universidad hizo acto de presencia como actor importante en la investigación agraria, lo que supuso una influencia positiva en los resultados que se obtuvieron en protección fitosanitaria.

Con lo anterior ha quedado definido de forma general el marco en el que desde entonces se ha desarrollado la sanidad vegetal en Andalucía. En este período se han producido cambios sustanciales en ella producidos por una concepción ecológica de las medidas correctoras, y por la aparición y mejora de herramientas informáticas muy potentes para el procesamiento de datos y para su posterior análisis. Por este motivo, los sistemas de protección aparecidos bajo este manto tecnológico he preferido tratarlos en epígrafes independientes.

LUCHA INTEGRADA – PRODUCCIÓN INTEGRADA

En hortaliza protegida la **PI** se ha convertido en una consecuencia lógica del devenir de la **LI**. Por este motivo he incluido, como un todo, ambos procesos

encabezando el epígrafe, y en el transcurso de la exposición se podrá confirmar esta afirmación que he hecho, por cierto, con bastante antelación.

Antes de acometer la tarea de explicar cómo se iniciaron los estudios y cómo se aplicaron los resultados es conveniente dar a conocer el entorno social, económico y técnico en que se desenvolvía el sector.

La horticultura en invernadero necesita para su arranque productivo de una fuerte inversión inicial en instalaciones, para posteriormente encarar unos gastos corrientes de cultivo muy elevados. Estos elevados costes productivos modelan el pensamiento y la actuación de los empresarios agrícolas, de tal forma que su proceder se dirige a reducir al máximo la incertidumbre sobre el futuro de su plantación. Esto se traduce en que cualquier innovación técnica, que suponga una alternativa a alguna ya existente, no se acepta si previamente no se demuestra que mejora, o al menos iguala, el grado de incertidumbre anterior; acompañado además todo ello de una constatación visible y hasta palpable del éxito inmediato que la aplicación de tal técnica supone. Si esta prueba se supera, y además las producciones aumentan, la nueva técnica tendrá asegurada su rápido establecimiento.

El empresario para mantener un compromiso de producción y de calidad con sus compradores se ve obligado, por la misma complejidad del proceso productivo, a contratar en la mayoría de las ocasiones los servicios de profesionales agrícolas, a los que exige que cumpla con el objetivo que el mismo se ha marcado y que ya he comentado en el párrafo anterior. Estos profesionales, que yo denominaría enciclopédicos por sus conocimientos genéricos, abordan el manejo del cultivo desde una perspectiva de salvaguarda, al precio que sea, de la plantación, sin plantearse una gestión óptima de los recursos con que cuenta la explotación.

El ejemplo más concluyente de esto lo pone de manifiesto el método inicial utilizado por esos técnicos enciclopédicos para controlar los fitófagos. El profesional para ejercer con eficacia su papel únicamente necesitaba distinguir las principales plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, conocer de forma aproximada cuando se producía su aparición y poseer una lista de los productos químicos más adecuados para luchar contra ellas, con detalle de las

fases fenológicas de los cultivos en las que podían ser utilizados, con el fin de evitar los posibles riesgos de presencia de residuos de materias activas en los productos agrícolas. Con este simple bagaje de conocimientos, y a la vista de la presencia, o de la predecible presencia, de agentes fitoparasitarios procedía a la confección semanal, o decenal como máximo, de una receta con los ingredientes que consideraba más idóneos en cada período. Por ello este sistema se le conoció como **CALENDARIO DE TRATAMIENTOS**.

Si apareciesen otros agentes no conocidos atacando a la plantación, el profesional rápidamente recogía la correspondiente muestra y la trasladaba a un centro oficial para que fuera identificada y se le diera la solución más apropiada para combatirla.

Este sistema fue plenamente aceptado por el Sector y, aun a costa de un mayor número de tratamientos que el necesario, como ofrecía garantías de mantener las plantaciones con niveles mínimos, en especial de plagas, contó con el beneplácito total del empresario agrícola, que de esta forma comprobaba como una de sus posibles vías de incertidumbre, a la que antes me referí, desaparecía casi por completo. Su razonamiento para obrar de esta forma era claro y contundente, el coste de uno o más tratamientos repercutía de forma mínima en el total de sus costes, pero en cambio sí le aseguraba la cosecha futura, o lo que es lo mismo la inversión y los gastos generados. Además con este sistema se produjo un número ínfimo de rechazos en destino a causa de residuos de fitosanitarios, con lo cual aún se abonaba más su utilización.

La aplicación de este sistema se utilizó como arma arrojadiza por los países competidores de la Europa central contra los productos de Almería, y lo confrontaron con los sistemas, con preponderancia los de tipo biológico, que ellos utilizaban en sus invernaderos y en sus condiciones climáticas, que en invierno se convierten en el biocida por excelencia y más erradicante conocido. Por esas especiales circunstancias podían permitirse ese tipo de actuación. En cambio, en nuestras condiciones, que no son sólo el paraíso del turismo sino también por desgracia el de las plagas y enfermedades, el uso único de esos sistemas hubieran estado abocadas al fracaso.

Lo que sí creó este sistema fue una barrera a la introducción de otras técnicas alternativas, que de entrada para el agricultor le supondrían un incremento en su estado de incertidumbre, circunstancia ésta que él no estaba dispuesto a aceptar. Por este motivo en los cultivos hortícolas protegidos no se estaba generando aún el caldo de cultivo necesario para que otros sistemas más racionales y más respetuosos con el medio ambiente encontrasen una buena acogida.

No obstante, este panorama cambió, debido a la presión social que exigía el mantenimiento de un entorno limpio y libre de agresiones. Esta presión se trasladó también a los mercados agrarios de destino que comenzaron a demandar artículos que hubieran sido producidos de acuerdo con unas normas mínimas que garantizaran la conservación de los recursos y del entorno, y que además no contuvieran materias que fueran nocivas para la salud. Estos movimientos originaron que otras concepciones en el manejo de los cultivos fueran tomando cuerpo, y que en particular en lo que concierne a la protección fitosanitaria, tradicional usuaria de productos químicos, también se formalizasen nuevos modos de practicarla.

De este modo se inició una nueva fase en la protección fitosanitaria. Cualquier paso adelante que se pretendiera dar en su racionalización pasaba obligatoriamente por una adecuación de los conocimientos y mentalidad de agricultor y de profesional. El primero de ellos debía comprender que una pequeña población de una determinada plaga no tenía por qué producir mermas en la producción y que por consiguiente no era motivo para que se extremasen las medidas de control. El profesional por su parte tendría que convertirse progresivamente en un profesional especializado en protección fitosanitaria, lo cual implicaba que sus fundamentos tanto biológicos, en especial los referentes a la fauna auxiliar como a los comportamientos de plagas y de enfermedades, como ecológicos debían afianzarse, para que comprendiera y pusiera en práctica otros remedios de más contenido técnico y científico que los utilizados hasta el momento. Esta tarea formativa no era sencilla y en la realidad encontró numerosos inconvenientes y trabas.

Si se lograba avanzar en ese sentido, el profesional debería contar con alguna herramienta que le dirigiese en la aplicación de esa mejora cuando realizara sus observaciones y diera las oportunas recomendaciones en campo. Con ese fin se elaboraron en el Centro de Investigación de Almería, a petición de los servicios técnicos agrarios de ayuntamientos de la zona, unas guías de protección fitosanitaria de los principales cultivos de la zona. En el Apéndice A, y como muestra de una de ellas, se presenta la de tomate, con la que a partir de unas observaciones meramente cualitativas en la plantación, el profesional podía adoptar la medida que mejor respondiera al problema o problemas detectados.

Este modo de actuar se encuadra dentro un amplio plan pluridisciplinar que recibe el nombre de **BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS** y que incluye otras medidas que tienden a mejorar la utilización y gestión de los recursos, con el objetivo último de preservar nuestro entorno. Con ese conjunto de medidas, de un carácter marcadamente orientativo, se tenía la intención de que en el Sector se operase un progresivo cambio de mentalización, que le permitiera adoptar posteriormente otros avances con un mayor grado de sofisticación, como en los posteriormente tendré ocasión de exponer.

El siguiente escalón en el proceso supuso la **LUCHA INTEGRADA (LI)**, que ya desde sus inicios presentó dos tendencias claras. Por un lado la empírica, basada en la experiencia, lógicamente con una alta carga de subjetividad en las recomendaciones de los profesionales que la impulsaban, y por otro la científica respaldada en primer lugar por estudios objetivos y complementada cuando era necesario por la experiencia. La primera tendencia fue elegida por el Servicio de Sanidad Vegetal que creó las **Agrupaciones para el Tratamiento Integrado en la Agricultura (ATRIA)** y cuyo funcionamiento en campo se basaban en normas para cada cultivo similares a las que aparecen en el Apéndice A. Este tipo de normas se ampliaron posteriormente con consejos relativos a otros aspectos del cultivo, especialmente los relativos a fertirriego, con los cuales se pretendían cubrir el resto de los campos de la **PI**. Mi exposición la centraré sólo en el desarrollo de la tendencia científica a la que antes hice referencia.

Actualmente los términos Lucha Integrada, Control Integrado, MIP (Manejo Integrado de Plagas), IPM (Integrated Pest Management), Defensa Integrada, Protección Integrada y algunos otros más que de forma periódica aparecen, son denominaciones sinónimas que intentan caracterizar un sistema de protección fitosanitaria basado en el conocimiento cuantitativo, cuanto más perfecto mejor, del sistema agrario sobre el que se actúa y, en particular, en el de los fitófagos y en el de sus interrelaciones con el medio (físico y biológico). Este conocimiento será, en definitiva, el que suministre las claves para actuar de forma óptima cuando intentemos, no sólo reducir los efectos perjudiciales producidos por los fitoparásitos, sino además mantener el medio sin desequilibrios ni alteraciones que, a menudo, son difícilmente subsanables.

Con este sistema de defensa se pretende optimizar la gestión de los recursos que tiene a su disposición la explotación para su protección fitosanitaria, con el objetivo último de mantener su rentabilidad, o superarla, y de reducir a cotas mínimas el impacto medioambiental y los residuos químicos sobre los frutos. De los recursos comentados destacan por su importancia dentro de los biológicos, la fauna beneficiosa tanto autóctona como importada, las variedades resistentes o tolerantes a los fitoparásitos y los insecticidas bioracionales. Dentro de los abióticos son dignos de mención todos aquéllos que mejoran las condiciones medioambientales dentro del invernadero y los que evitan, de forma mecánica, la propagación de los fitoparásitos, y sin olvidar, claro está, los productos químicos convencionales.

Estos son los principios conceptuales básicos de la **LI**, a los que de forma progresiva se les ha dado cuerpo operativo y funcional, para que sean aplicables en las explotaciones. En este sentido, largo y duro ha sido el camino recorrido, pero no menos lo será el que aún queda por recorrer, con cuellos de botella difícilmente transitables.

En primer lugar, he de decir que dentro de la **LI** existen aspectos que hoy en día están suficientemente desarrollados. Como ejemplos de ello, destacaría los siguientes:

1º.- Las bases científicas para la adquisición, procesamiento y análisis de datos están perfectamente consolidadas, y cuentan con numerosos especialistas para el asesoramiento y también con abundante documentación y apoyo informático para facilitar su ejecución. Al igual sucede con los sistemas para deducir resultados de inmediata aplicación en campo.

2º.- Otra materia a la que también presta su decidido apoyo la investigación es la que trata del efecto de los pesticidas sobre los organismos útiles, y lo hace a través de un Grupo de Trabajo de la OILB que se creó para tal fin.

3º.- Otro tema relacionado con éste es el de las resistencias, de capital importancia en plagas de invernadero, que se encuentra coordinado en Europa por una acción concertada conocida como ENMARIA, acrónimo de Red Europea para el Manejo de la Resistencia a Insecticidas y Acaricidas en Artrópodos.

4º.- Un aspecto que estaba pobremente definido era el de la valoración del efecto en campo de los organismos útiles, especialmente el de los depredadores. Actualmente, gracias a los trabajos propios y recopilatorios de Manly, se pueden estimar, con un programa informático específico, parámetros demográficos, que servirán de base para comparar situaciones diferentes.

En cambio, la pregunta clave a la que debemos enfrentarnos constantemente:

¿Qué circunstancias han concurrido y deben concurrir en la plantación para que sea necesario adoptar medidas correctoras sobre ella?

está pobremente resuelta, y por ello creo que es interesante que se concreten los conocimientos que actualmente se poseen sobre este tema.

FASES EN LA INTEGRACION DE TACTICAS DE MANEJO

- DE CADA UNA DE LAS PESTES INDIVIDUALMENTE
- DE LA TOTALIDAD DE LAS PESTES CONJUNTAMENTE
- DE LA COMUNIDAD BIOTICA Y DE AGENTES ABIOTICOS
- DEL AGROSISTEMA

La respuesta a esta pregunta clave está siguiendo diferentes pasos que quedan recogidas en las fases que aparecen en la figura anterior. Las dos primeras están influenciadas por el enfoque exclusivamente fitoparasitario que tuvo en su inicio este proceso.

En la primera etapa, la sanidad vegetal se plantea el efecto de las plagas en la plantación de forma individualizada, y en consecuencia el manejo también por separado de cada una de ellas. En este caso, la integración se refiere solamente a la utilización conjunta de todos los medios disponibles que existen contra cada plaga. La única servidumbre que se impone es que los agentes químicos que se empleen respeten a los agentes biológicos presentes en la plantación.

Esta concepción individualista del manejo originó la aparición, en su momento, de la teoría de los umbrales. Con ellos se pretendía marcar un límite para la intensidad poblacional, incidencia o severidad, según los casos, que no debía ser superado, porque en caso contrario se producirían pérdidas económicas.

Estos umbrales, de carácter estático, encontraron su campo apropiado de aplicación en cultivos con cosecha muy concentrada en el tiempo y en pestes, plagas en especial, atacando directamente al órgano comestible. La estimación de estos umbrales se realizó con la ayuda de modelos de regresión que relacionaban índice de plaga y pérdidas.

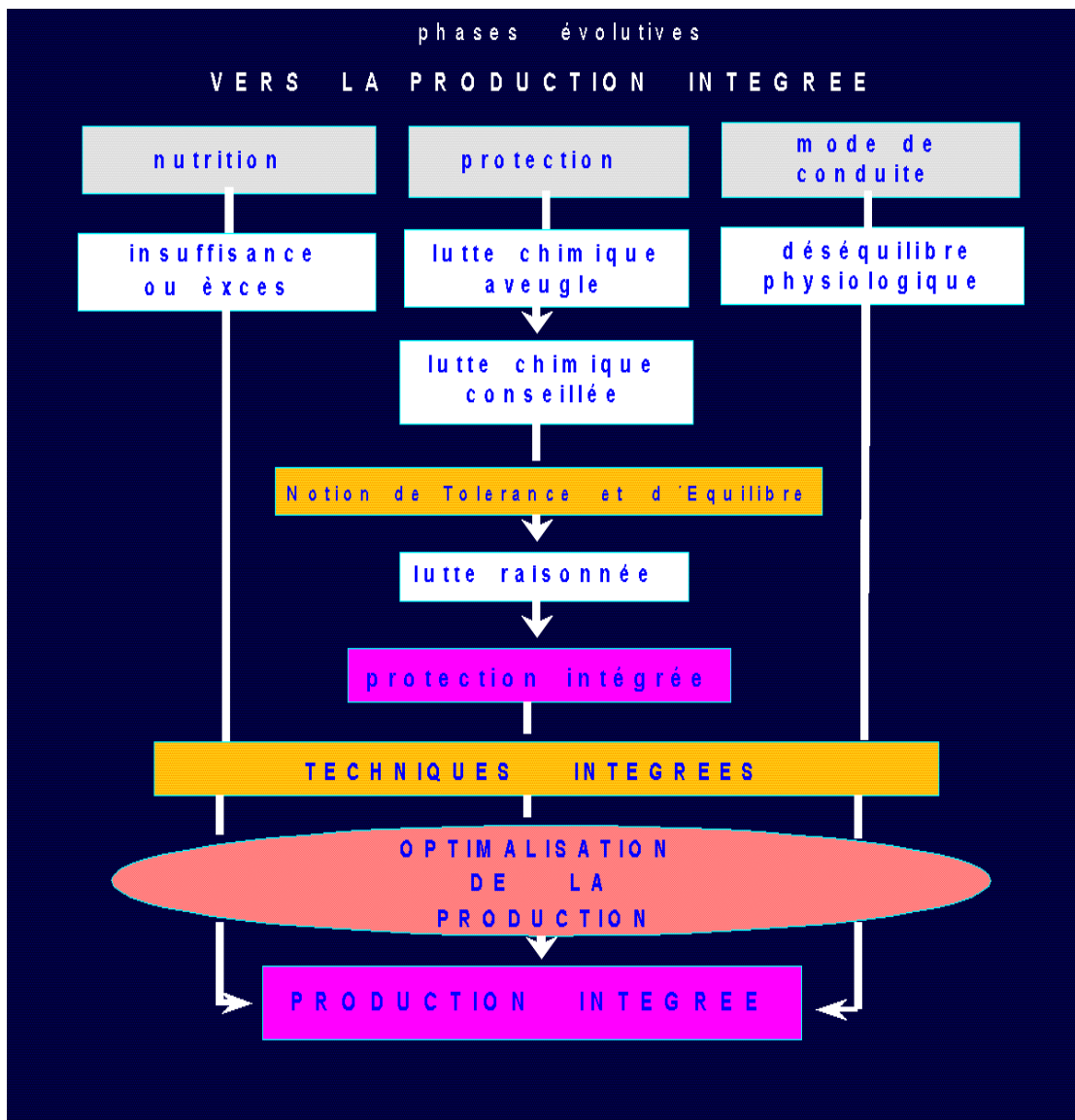
Los resultados, en cambio, no fueron satisfactorios cuando este método se intentó aplicar a cultivos con producciones dilatadas en el tiempo, como sucede en la mayoría de los hortícolas, y a pestes con acción indirecta sobre la producción, que también son mayoritarias en los hortícolas. Los umbrales en estos casos tienen que ser obligatoriamente dinámicos, como consecuencia de que los factores que intervienen en su formación también lo son. Otro factor que también afectará serán las fluctuaciones del precio del producto en el mercado, que incidirán decisivamente en los sucesivos valores puntuales del umbral.

Por estos motivos, ya no se hace referencia a umbral sino a superficie de respuesta; o a isolíneas de pérdidas, las cuales se obtienen directamente de la superficie proyectando en el plano XY las curvas de nivel de dicha superficie. Si a esto añadimos, que la mayoría de los umbrales, de tipo estático, utilizados actualmente en esta horticultura están basados en la experiencia del técnico, o técnicos, que los han formulado, y que por tanto están exentos de rigor científico, he de concluir que para mí estos umbrales, aun considerando que el sistema del manejo individual de cada peste fuera el apropiado, son de muy dudosa utilidad y eficacia.

La segunda tentativa representa un salto cualitativo importante en el enfoque de la LI. Se trata de considerar el efecto conjunto de las pestes sobre la producción, con sus correspondientes interacciones y retroalimentaciones. Como los efectos de las pestes no son normalmente aditivos, la suma de estos efectos parciales siempre será superior (o igual) al efecto conjunto que en el campo se produce. En este caso se generarán superficies de respuesta n-dimensionales. Una forma empírica de obtenerlas es con los modelos de

regresión, normalmente no lineales, en los que entre otras cosas se podrá comprobar la aditividad o no de los efectos.

El tercer paso rompió con los moldes establecidos, e incorporó al proceso a todos los agentes bióticos y abióticos que incidían sobre la producción, es decir nos encontramos inmersos en una secuencia lógica de acontecimientos que conducen a la **PI**. Al igual que la **LI** este sistema ha recibido algunas otras denominaciones, como Manejo Integrado del Cultivo (MIC) o Integrated Crop Management (ICM). Este proceso ya había sido pronosticado por la OILB a principios de los setenta del siglo pasado, como queda de manifiesto en el esquema que realizó:



En él se comprueba como la inclusión de la nutrición y el manejo del cultivo junto con la protección fitosanitaria conducirían a la **PI**.

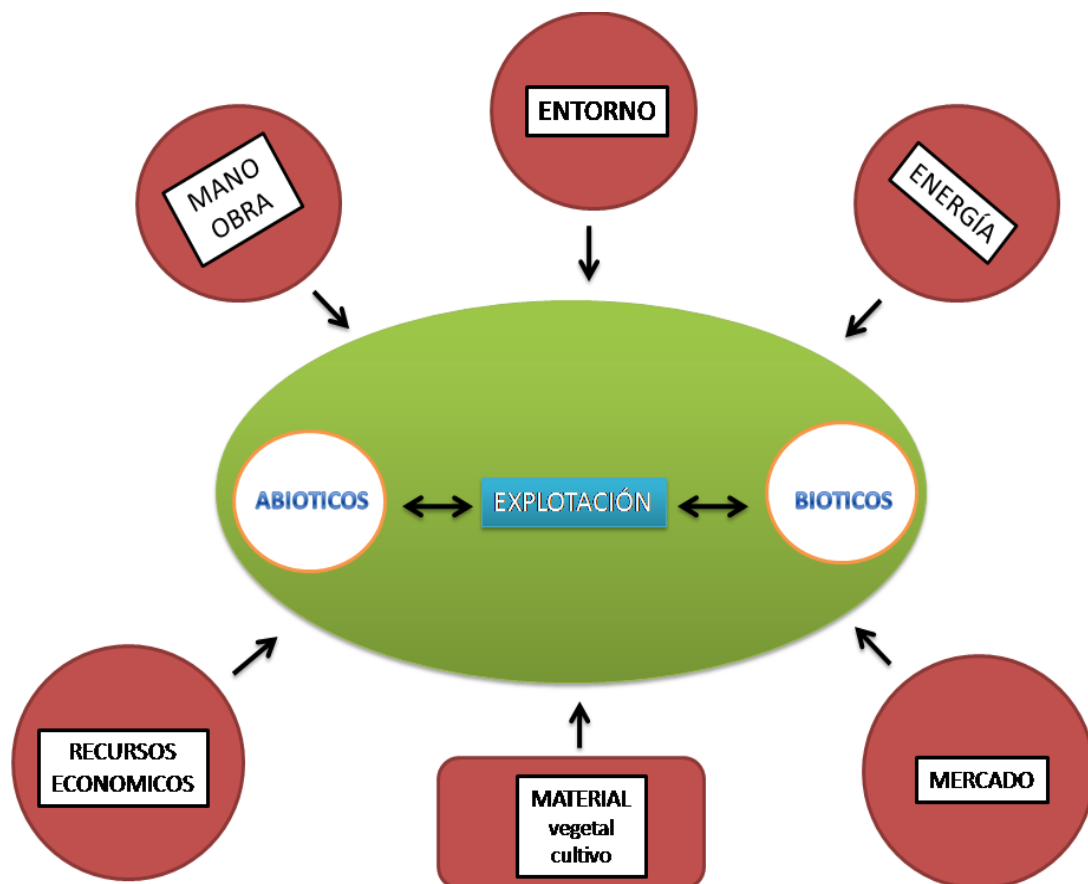
En este sistema el cultivo se convierte en el protagonista de la película. La tarea que nos marca esta proposición no es precisamente sencilla. Se trata de maximizar beneficios, imponiendo una serie de condiciones restrictivas a los insumos de factores productivos. Qué pasos se pueden seguir para cumplir ese objetivo. El planteamiento actual tiende a la elaboración, en primer lugar, de un modelo productivo, a poder ser de tipo mecanístico, que partiendo de la captación de unos recursos básicos (luz, agua, nutrientes) para el funcionamiento de unos procesos esenciales (fotosíntesis, respiración, traslocación) dé como resultado la generación de los valores de las variables de estado (asimilados, biomasa, superficie foliar). Si este modelo poseyese la suficiente versatilidad como para permitir el acoplamiento en el lugar adecuado (captura de recursos, procesos, variables de estado) de la acción de los agentes (tanto bióticos como abióticos), se habría dado un paso de gigante en la configuración final de la **PI**. En el caso concreto de las plagas, para facilitar su posterior anclaje al modelo, se clasificaron de la forma siguiente:

- a) destructoras de plantas,**
- b) reductoras de la tasa fotosintética, c)**
aceleradoras de la senescencia foliar,
- d) competidoras por la radiación fotosintéticamente activa,**
- e) consumidoras de asimilados,**
- f) consumidoras de tejido,**
- g) competidoras por los recursos y**
- h) reductoras de turgencia.**

Este ejercicio inicial que aquí he esbozado, de una complejidad manifiesta, ya se ha puesto en práctica en arroz, usando el modelo matriz Ceres y su aplicación Rice

Para completar la labor habría que añadir dos módulos más al modelo, uno dedicado a valoraciones económicas y otro a optimización. Con ello se conseguiría que el modelo inicial productivo se transformara en un modelo para la toma de decisiones tácticas.

Hay una cuarta y por ahora etapa final, que considera a las explotaciones como parte integrante del entorno social y medioambiental, y que en estos momentos se encuentra en sus formulaciones teóricas. Esta etapa se la conoce como **Integrated Farm Management (IFM)** y está siendo impulsada desde algunos centros de USA. Esquemáticamente podría representarse, tal como aparece a continuación:



En el esquema se comprueba cómo a los factores endógenos que interactúan con la explotación se les unen todos los exógenos que en mayor o menor grado imponen restricciones a la rentabilidad de la explotación.

En Almería, a principios de los noventa, se encaró la investigación inicial de la **LI** en horticultura protegida. Los conocimientos eran mínimos a escala mundial, y hasta aquellos momentos nos habíamos conformado, ya fuera con efectuar, u oir, declaraciones de buenas intenciones, o con realizar investigaciones sobre algunos fitófagos aislados, en especial artrópodos, o con aplicar estos conocimientos junto con el uso de medios biológicos (introducción de fauna beneficiosa) y físicos como una primera aproximación a la **LI**, pero sin que se hubiera logrado enfocar y estudiar de forma conjunta al complejo fitoparasitario y al medio en el cual se halla inmerso.

Como acabo de comentar, la realidad con que nos encontrábamos al inicio era bastante desoladora. Salvo algún artrópodo, el resto de los fitoparásitos eran unos perfectos desconocidos desde los puntos de vista cruciales para desarrollar correctamente la **LI**. Así, no existía documentación epidemiológica de carácter cuantitativo de la mayoría de los patógenos, que pudiera encauzar nuestro estudio previo de la progresión y propagación de las enfermedades producidas por ellos. No existían estudios sobre medidas de las poblaciones a través de parámetros eficientes de rápida identificación y observación, lo que siempre facilitaría la recogida de información sobre las poblaciones de los fitófagos o de sus efectos. Tampoco existían diseños muestrales, acordes con las posibilidades económicas de los agricultores, que posibilitaran la estimación de esos parámetros de una forma rápida, sencilla y fiable. De este modo, se podrían seguir enumerando deficiencias de todo tipo que hacían presagiar un esfuerzo notable para alcanzar el fin propuesto.

El equipo investigador de Almería, antes de comenzar estos estudios, era por consiguiente consciente de la dificultad que entrañaba obtener un producto que, tras recibir las correspondientes bendiciones científico-técnicas, permitiera al agricultor la aplicación, con el menor coste añadido posible, de este sistema de protección fitosanitaria. De antemano se sabía que, por desgracia, muy poco se había hecho en el campo de la aplicación comercial de la Protección

Integrada en estos cultivos hortícolas. Para afirmar esto, claro está, tomábamos como referencia las coordenadas en las que nosotros encuadrábamos este sistema, que no son otras que las de adoptar, como unidad de trabajo, la plantación y, tras la observación metódica y periódica de su complejo fitoparasitario (artrópodos y patógenos), de su situación fenológica y de las condiciones medioambientales de la parcela, adquirir una serie temporal de datos, representativos de todos y cada uno de los agentes nocivos, que una vez analizada y, de acuerdo con unos criterios objetivos previamente estudiados y establecidos, nos permitiera adoptar, en cada momento, las medidas más convenientes para impedir o frenar el efecto de los fitófagos. Esto en última instancia se convierte en la gestión óptima, ya comentada, de los recursos disponibles, de tal modo que esta gestión conduzca al mínimo impacto medioambiental y al mínimo de residuos; manteniéndose, o incluso superándose, la rentabilidad que la explotación tenía.

Todo esto que, si se estudiaba independientemente para cada uno de los fitófagos, podría suponer años y años de investigación y esfuerzo, para finalmente no conducir a resultados prácticos aplicables, ya que normalmente la propia dinámica del Sector los hubiese dejado obsoletos antes de su obtención, nos indujo a afrontar directamente, sin pasos previos, en toda su extensión y complejidad el estudio de la LI, que inicialmente se dirigió hacia el tomate.

El estudio se enmarcó dentro de un Plan, que respondía al título de "PROTECCION INTEGRADA EN CULTIVOS HORTICOLAS BAJO PLASTICO". Este Plan se inició en la Campaña Agrícola 1.990/1.991 y estuvo inicialmente promovido, y aprobado en sus líneas maestras, por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Ya en la campaña anterior 89/90 se habían realizado comprobaciones previas en tomate y en pimiento, lo que condujo a la decisión de comenzar los estudios en tomate. De este modo, y con la financiación para el primer año de la Junta de Andalucía, se inició el Plan en la citada campaña 90/91.

La duración de los estudios en tomate se fijó en cuatro años, período que se estimó suficiente como para dejar establecida, en primer lugar, una normativa

general que permitiera la aplicación, a nivel comercial, de la Protección Integrada en tomate bajo plástico y, en segundo lugar, una metodología que permitiera desarrollar una investigación similar en el resto de especies hortícolas y de zonas.

Debido a la envergadura de los estudios emprendidos hubo que recurrir, en los años siguientes, a otras fuentes de financiación, como proyectos (PIR, INIA nº 9662, Concertados), y planes de Manejo Integrado de Plagas (MIP), estos últimos subvencionados por el M.A.P.A.

Además, con el fin de aunar esfuerzos que permitieran alcanzar con mayor rapidez los objetivos deseados, se estableció, desde los comienzos, una estrecha colaboración entre el personal, con dedicación propiamente investigadora, del Centro de La Mojonera (Almería), y el de las Secciones de Protección Vegetal de Almería y Málaga que dependían del Servicio de Sanidad Vegetal y algunas de cuyas competencias se enmarcaban dentro del campo concreto de la aplicación de medidas correctoras. El ensamblaje perfecto que se obtuvo entre este personal propició, según lo previsto inicialmente, que en tan sólo los cuatro años de duración de los estudios en tomate se efectuase la investigación básica, y que además se confirmase, en los invernaderos comerciales, la fiabilidad de la metodología propuesta.

Los resultados obtenidos fueron positivos y quedaron recogidos en una normativa que se incluye en el Apéndice B. Estudios similares se realizaron para pimiento tipo California, melón rastrero, pepino y calabacín, y para cada uno de ellos se elaboraron programas informáticos para la toma de decisiones. Todos los avances conseguidos fueron objeto de divulgación entre técnicos y agricultores de la zona, y también entre profesionales de América latina gracias a un Curso Internacional, promovido por la Consejería de Agricultura y Pesca en Almería (noviembre de 1992), que tuvo el nombre de "Sanidad Vegetal en Horticultura Protegida".

Durante dos campañas se aplicaron estos sistemas por parte de los Servicios de Sanidad Vegetal, pero poco a poco decayó su uso debido, sin duda, a la complejidad del proceso y a los conocimientos que requería su aplicación. Las alternativas fueron otros sistemas que siguieron la tendencia de índole empírica

a la que anteriormente hice alusión. A pesar de todo, los resultados quedaron como prueba de la posibilidad real de encauzar científicamente la toma de decisiones en la protección fitosanitaria en horticultura protegida, que sería el paso previo para actuar de forma similar en **PI**.

CONCLUSIÓN

Este tortuoso camino que he desbrozado en estas líneas es un ejemplo palpable de las dificultades que entraña establecer un sistema científico de actuación en sanidad vegetal. La iniciativa de impulsar de nuevo científicamente la **PI** me ha hecho reverdecer con ilusión, desde mi exilio jubilar, tiempos pasados. Espero que el intento tenga éxito y depare grandes resultados. Muchas gracias por su atención.

APÉNDICE A . BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS. TOMATE

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Moscas blancas:</i> (S_{AL}).</p> <p>- <i>Trialeurodes vaporariorum</i></p> <p>- <i>Bemisia tabaci</i></p>	<p>- Control químico (dirigido a zonas altas de las plantas) y/o biológico localizado en bandas, siempre que las poblaciones de adultos sean abundantes en ellas.</p> <p>- Control químico (dirigido a zonas altas de las plantas) y/o biológico generalizado en la parcela cuando exista una población excesiva de adultos, y siempre que haya baja presencia de parásitos y depredadores autóctonos</p> <p>- Control químico, localizado en bandas, cuando las poblaciones de adultos sean abundantes en ellas y siempre que haya baja presencia de parásitos y depredadores autóctonos</p>	<p>- Trampas adhesivas amarillas.</p> <p>Esta es una medida general que sirve también para pulgones y minadores. Se colocarán desde el trasplante en el interior de la parcela, justo al lado de las bandas. Es recomendable su revisión periódica y su sustitución cuando las poblaciones capturadas sean altas.</p>	<p>- <i>Encarsia formosa</i></p> <p>- <i>Encarsia transvena</i></p> <p>- <i>Encarsia lutea</i></p> <p>- <i>Encarsia tricolor</i></p> <p>- <i>Eretmocerus mundus</i></p> <p>- <i>Encarsia lutea</i></p> <p>- <i>Encarsia transvena</i></p>	<p>- <i>Encarsia formosa</i></p>		<p>- <i>buprofecin</i></p> <p>- <i>imidacloprid</i> (riego)</p> <p>- <i>teflubenzuron</i></p> <p>- <i>imidacloprid</i> (riego)</p> <p>- <i>teflubenzuron</i>.</p>	<p>- <i>bifetrin</i></p> <p>- <i>deltametrin</i></p> <p>- <i>heptenofos</i></p> <p>- <i>lambda-cihalotrin</i></p> <p>- <i>metil-pirimifos</i></p> <p>- <i>deltametrin</i></p> <p>- <i>heptenofos</i></p> <p>- <i>bifetrin</i></p> <p>- <i>lambda-cihalotrin</i></p> <p>- <i>metil-pirimifos</i></p>

	<p><i>- Control químico generalizado en la parcela cuando se detecten plantas con presencia del virus de la cuchara (TYLCV).</i></p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p>Minadores: (<i>P_{AL}</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Liriomyza trifolii</i>. - <i>L. bryoniae</i>. - <i>L. strigata</i>. - <i>L. huidobrensis</i>. 	<p>- Control químico y/o biológico al observar la presencia de picaduras en hojas nuevas.</p> <p>Antes de actuar comprobar el grado de parasitismo en las galerías.</p>	<p>- Trampas adhesivas amarillas.</p> <p>Se colocarán desde el trasplante en el interior de la parcela, justo al lado de las bandas.</p> <p>Con incrementos notables en las poblaciones, colocar otras distribuidas de forma uniforme por toda la parcela.</p> <p>Es recomendable su revisión periódica y su sustitución cuando las poblaciones capturadas sean altas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Diglyphus isaea</i> - <i>Diglyphus minoicus</i> - <i>Diglyphus crassinervis</i> - <i>Chrysonotomya formosa</i> - <i>Hemiptarsenus zihalisibessi</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Diglyphus isaea</i> - <i>Dacnusa sibirica</i> 		<ul style="list-style-type: none"> - <i>ciromazina</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>pirazofos</i>

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p>Orugas: (S_{AL})</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Spodoptera exigua</i> - <i>S. littoralis</i> - <i>Heliothis spp.</i> - <i>Chrysodeixis chalcites</i> - <i>Autographa gamma</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control químico (en cebo localizado) y/o biológico al detectar su presencia en el transplante. - Control químico y/o biológico cuando se observe un rápido incremento de daños en hoja y/o fruto. <p>El control biológico se aplicará sólo cuando la mayoría de las orugas sean de tamaño pequeño.</p>	<p>Se recomienda, no como medida específica de control, sino como medio adicional para comprobar la identidad de las especies y su relativa importancia, la colocación de trampas de luz, o específicas de feromonas, en el interior de la parcela. Para que no se produzcan perjuicios se debe asegurar la mayor hermeticidad posible de la parcela.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Virus de la poliedrosis nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Bacillus thuringiensis</i> 		<ul style="list-style-type: none"> - flufenoxuron - teflubenzuron 	<ul style="list-style-type: none"> - triclofon - fosalon. - deltametrin+ heptenofos.

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p>Arañas rojas: (SAL)</p> <p>- <i>Tetranychus urticae</i> - <i>Tetranychus turkestanii</i></p>	<p>- Control químico en los focos que aparezcan.</p> <p>Los focos se detectarán por la presencia de formas móviles. Antes de actuar se comprobará la presencia de depredadores.</p>		<p>- <i>Amblyseius californicus</i> - <i>Phytoseiulus persimilis</i> - <i>Scolothrips longicornis</i> - <i>Orius spp.</i></p>	<p>- <i>Phytoseiulus persimilis</i></p> <p>La eficacia de las cepas comercializadas de este depredador aún no ha sido confirmada en nuestra zona.</p>		<p>- azufre - fenbutestan - tetradifon</p>	<p>- bromopropilato - dicofol - fenpiroximato - flufenoxuron - propargita - tebufenpirad</p>

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Vasates del tomate:</i> (S_{AL})</p> <p>- <i>Aculops lycopersici</i></p>	<p>- Control químico localizado en cuanto se observe algún foco. La aplicación se realizará tanto a las plantas con síntomas, como a las circundantes.</p> <p>- Control químico generalizado si la plaga se extiende por toda la parcela. Se debe evitar por todos los medios que se lleguen a alcanzar situaciones de este tipo.</p>				<p>- Evitar la propagación de la plaga al resto de la parcela mediante prácticas culturales (aperos, manos, ropas, etc.).</p>	<p>- azufre - bromopropilato</p>	<p>- amitraz</p>

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
Pulgones: (S _{AL}) - <i>Myzus persicae</i> - <i>Aphis gossypii</i>	- Control químico y/o biológico sólo en los focos cuando el número de ellos sea pequeño, o en la totalidad de la parcela, cuando los focos sean numerosos. Antes de actuar, comprobar si existe suficiente población de fauna auxiliar. Si no es así, elegir el producto químico y/o el enemigo natural, de acuerdo con la especie o especies de pulgón identificadas.	- Trampas adhesivas amarillas. Se colocarán desde el trasplante en el interior de la parcela, justo al lado de las bandas. Es recomendable su revisión periódica y su sustitución cuando las poblaciones capturadas sean altas.	- <i>Aphidius matricariae</i> - <i>Aphidoletes aphidimyza</i> - <i>Chrysoperla carnea</i> - <i>Coccinella septempunctata</i> - <i>Chrysopa formosa</i> - <i>Lysiphlebus testaceipes</i> - <i>Diaretiella rapae</i> - <i>Adalia decempunctata</i>	- <i>Aphidius colemani</i> - <i>Aphidius matricariae</i> - <i>Aphidoletes aphidimyza</i>		- <i>pirimicarb</i> (no controla <i>Aphis gossypii</i>) - <i>imidacloprid</i> (riego)	- <i>diazinon</i> - <i>etiofencarb</i> - <i>fosalon</i> - <i>imidacloprid</i> - <i>deltametrín</i> + <i>heptenofos</i>

PLAGA	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Trips:</i> (SAL)</p> <p>- <i>Frankliniella occidentalis</i></p>	<p>- Control químico localizado en bandas cuando en las plantas cercanas a ellas se observe un elevado número de formas móviles en flor o en fruto.</p> <p>- Control químico generalizado cuando se detecten las primeras plantas con síntomas del virus del bronceado.</p>	<p>- Trampas adhesivas azules.</p> <p>Se colocarán desde el trasplante en el interior de la parcela, justo al lado de las bandas.</p> <p>En el momento en que aparezcan las primeras plantas con virus del bronceado, colocar otras trampas distribuidas de forma uniforme por toda la parcela.</p> <p>Es recomendable su revisión periódica y su sustitución cuando las poblaciones capturadas sean altas.</p>	<p>- <i>Amblyseius barkeri</i></p> <p>- <i>Orius albidepennis</i></p> <p>- <i>Orius laevigatus</i></p> <p>- <i>Orius minutus</i></p> <p>- <i>Orius niger</i></p> <p>- <i>Aeolothrips intermedius</i></p> <p>- <i>Aeolothrips tenuicornis</i></p>			<p>- <i>formetanato</i></p>	<p>- <i>acrinatrin</i></p>

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR NEMATODOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL					
		BIOTECNICAS	BIOLOGICAS		CULTURALES	QUIMICAS	
			AUTOCTONOS	COMERCIALIZADOS		ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
(S _{AL}) - <i>Meloidogyne javanica</i> - <i>M. arenaria</i>	- Control químico localizado en las zonas en las que se observe presencia de síntomas en planta.					- <i>oxamilo</i>	

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Oidiopsis:</i> (<i>P_{AD}</i>)</p> <p>- <i>Leveillula taurica</i></p>	<p>- Control químico cuando se detecten los primeras hojas con síntomas de la enfermedad. El control químico se continuará siempre que se produzca un incremento de hojas con síntomas.</p> <p>Se alternarán materias químicas con diferente mecanismo de acción sobre el hongo.</p>		<p><u>Minerales:</u> - azufre (mojable)</p> <p><u>Pirimidinas:</u> - fenarimol - nuarimol</p> <p><u>Inhibidores de la biosíntesis de esteroides:</u> - hexaconazol - miclobutanil - penconazol - triadimenol - triforina</p>	<p><u>Inhibidores de la biosíntesis de esteroides:</u> - ciproconazol - pirifenox</p> <p><u>Nitrofenoles:</u> - dinocap</p> <p><u>Derivados de quinoleina:</u> - quinometionato</p>

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Mildiu:</i> (S_{AL})</p> <p>- <i>Phytophthora infestans</i></p>	<p>- Control químico cuando exista presencia de síntomas en hojas y las condiciones ambientales para su desarrollo sean favorables (humedades relativas elevadas como consecuencia de nieblas o de períodos lluviosos) y la presencia de agua libre sobre las hojas.</p> <p>En cada tratamiento se utilizará una mezcla de dos materias activas, una de contacto y otra sistémica. En tratamientos consecutivos se alternarán materias activas.</p>	<p>- Evitar en lo posible la utilización de parcelas contiguas a otras de patata.</p> <p>- Favorecer la ventilación y las condiciones para mantener seca la superficie foliar.</p> <p>- Eliminar y destruir los restos vegetales afectados.</p>	<p><u>Contacto:</u></p> <p>- oxiclورو de cobre</p> <p>- captan</p> <p>- clortalonil</p> <p>- mancozeb</p> <p>- metiram</p> <p><u>Sistémico:</u></p> <p>- metalaxil</p>	<p><u>Contacto:</u></p> <p>- propineb</p> <p>- maneb</p> <p>- folpet</p> <p><u>Sistémico:</u></p> <p>- cimoxanilo</p> <p>- benalaxil</p>

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Alternariosis:</i> (S_{AL})</p> <p>- <i>Alternaria dauci f.sp. solani</i></p>	<p>- Control químico inicial cuando aparezcan síntomas en hoja y/o sépalos y/o frutos.</p> <p>- El control químico subsiguiente se realizará siempre que se detecte un rápido incremento de los órganos afectados.</p>	<p>- Favorecer la ventilación y las condiciones para mantener secos los órganos vegetales sensibles (hojas, sépalos y frutos).</p> <p>- Evitar las condiciones que favorecen el agrietamiento de los frutos y aquellas otras (golpes de sol, necrosis apical, daños de insectos, daños mecánicos) que dejan al fruto con heridas.</p> <p>- Eliminar y destruir los frutos afectados.</p>	<p>- <i>captan</i></p> <p>- <i>clortalonil</i></p> <p>- <i>mancozeb</i></p> <p>- <i>oxicloruro de cobre</i></p> <p>- <i>maneb</i></p>	<p>- <i>difeconazol</i></p> <p>- <i>folpet</i></p> <p>- <i>mancozeb + metalaxil</i></p> <p>- <i>propineb</i></p> <p>- <i>zineb</i></p>

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Podredumbre de cuello o raíz de plántulas:</i> (<i>SAL</i>)</p> <p>- <i>Phythium spp.</i> - <i>Phytophthora spp.</i> - <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<p>- Control químico, localizado al cuello de la planta, cuando hagan su aparición las primeras plantas con síntomas.</p> <p>Antes de actuar se debe identificar el hongo causante de la enfermedad.</p>		<p><i>Phythium spp:</i> - <i>etridiazol</i> - <i>propamocarb</i></p> <p><i>Phytophthora spp:</i> - <i>propamocarb</i></p> <p><i>Rhizoctonia solani:</i> - <i>etridiazol</i></p>	

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p>Enfermedades vasculares: (S_{AL})</p> <p>- <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la elección de parcelas con antecedentes de la enfermedad. - Solarización previa al transplante. - Uso de variedades resistentes. - Eliminación y destrucción de plantas afectadas. - Desinfección de estructuras y herramientas. 		

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<p><i>Podredumbre gris:</i> (SAL)</p> <p>- <i>Botrytis cinerea</i></p>	<p>- Control químico inicial de forma generalizada cuando se detecten las primeras hojas con síntomas y las condiciones ambientales para su desarrollo sean favorables (humedades relativas elevadas como consecuencia de nieblas o de períodos lluviosos).</p> <p>- El control químico subsiguiente se realizará siempre que se produzca un incremento de órganos (hojas, sépalos, pétalos, frutos, tallos) afectados.</p> <p>- En los casos de tallos enfermos se recomienda aplicar sobre la zona afectada una pasta fungicida.</p> <p>La condición imprescindible para que se produzca el inicio de la enfermedad es que las temperaturas nocturnas al aire libre sean inferiores a los 11°C.</p> <p>Se alternarán materias químicas de diferentes familias.</p>	<p>- Poner en práctica todas aquellas acciones que mejoren y faciliten la ventilación.</p> <p>- Los cortes producidos en los destallados, deshojados y recolección deben ser limpios y hechos a ras de tallo (no dejar restos de peciolo y pedúnculos).</p> <p>- Retirar inmediatamente de la parcela los órganos afectados y destruirlos.</p>	<p><u>Benzimidazoles:</u> - benomilo - carbendazima</p> <p><u>Cianoderivado:</u> - clortalonil</p> <p><u>Dicarboximidas:</u> - iprodiona - procimidona - vinclozolina</p> <p><u>Tiofanato:</u> - metil-tiofanato</p> <p><u>Ditiocarbamatos:</u> - tiram</p>	<p><u>Sulfamidas:</u> - diclofluanida</p> <p><u>Pirimidinas:</u> - pirimetanil</p> <p><u>Triazoles:</u> - tebuconazol</p> <p><u>Benzimidazol</u> +</p> <p><u>Fenilcarbamato:</u> - carbendazima + dietofencarb</p> <p><u>Phthalimida + Etil-urea:</u> - cimoxalino + folpet</p>

ENFERMEDAD PRODUCIDA POR HONGOS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
Podredumbre blanca: (S _{AL}) - <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	- Control químico cuando se detecte la presencia de síntomas en plantas y repetir siempre que se aprecie un incremento de la enfermedad.	- Solarización previa al trasplante. - Favorecer la ventilación. - Eliminar y destruir plantas enfermas, prestando especial atención a la no diseminación de los inóculos (esclerocios) de la enfermedad.	- <i>benomilo</i> - <i>carbendazima</i> - <i>clortalonil</i> - <i>iprodiona</i> - <i>metil-tiofanato</i> - <i>procimidona</i> - <i>tiram</i> - <i>vinclozolina</i>	- <i>carbendazima</i> + <i>dietofencarb</i> - <i>cimoxanilo</i> + <i>folpet</i> - <i>diclofluanida</i> - <i>pirimetanil</i> - <i>tebuconazol</i>

ENFERMEDAD	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
<i>Cladosporosis:</i> - <i>Fulvia fulva.</i>	- <i>Presencia de síntomas en hojas.</i> - <i>Vigilar evolución y realizar tratamientos si aumenta.</i>		<i>metil-tiofanato</i> <i>tebuconazol</i>	

ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS	CRITERIOS DE INTERVENCION	MEDIDAS DE CONTROL		
		CULTURALES	QUIMICAS	
			ACONSEJADAS	USO RESTRINGIDO
Bacteriosis: (SAL) - <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> . - <i>Pseudomonas corrugata</i> .	- Control químico cuando se detecte la presencia de síntomas en plantas y repetir siempre que se aprecie un incremento de la enfermedad	- Favorecer la ventilación. - Poner los medios necesarios para reducir al máximo la humedad ambiental, e impedir que sobre las plantas exista la presencia de agua líquida. - Desinfección de herramientas con lejía al 20%. - Eliminar y destruir plantas afectadas y restos vegetales.	- compuestos de cobre	

ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS	TRANSMISION	MEDIDAS DE CONTROL
- <i>Bronceado del tomate (TSWV)</i>	- <i>Trips: Frankliniella occidentalis</i>	- <i>Control del agente transmisor.</i> - <i>Eliminación y destrucción de malas hierbas y plantas afectadas.</i>
- <i>Rizado amarillo del tomate (de la cuchara) (TYLCV)</i>	- <i>Mosca blanca: Bemisia tabaci</i>	- <i>Control del agente transmisor.</i> - <i>Eliminación y destrucción de malas hierbas y plantas afectadas.</i>
- <i>Mosaico del tomate (ToMV)</i>	- <i>Semilla</i> - <i>Mecánica (contacto): manos, herramientas, etc.</i>	- <i>Utilización de variedades resistentes.</i> - <i>Desinfección de manos y herramientas.</i> - <i>Eliminación y destrucción de plantas afectadas.</i>
- <i>Y de la patata (PVY)</i>	- <i>Pulgones: Myzus persicae de forma no persistente</i>	- <i>Control del agente transmisor.</i> - <i>Eliminación y destrucción de plantas afectadas.</i>
- <i>Mosaico del pepino (CMV)</i>	- <i>Pulgones: Myzus persicae y Aphis gossypii, ambos de forma no persistente.</i>	- <i>Control del agente transmisor.</i> - <i>Eliminación y destrucción de malas hierbas y plantas afectadas.</i>
- <i>Enanismo ramificado del tomate (TBSV)</i>	- <i>Semilla</i> - <i>Contacto entre plantas (tallos y raíces)</i>	- <i>Eliminación de plantas afectadas.</i>

APÉNDICE B . NORMATIVA IPM . TOMATE

NORMAS
PARA LA APLICACIÓN DE IPM.

TOMATE DE OTOÑO

La normativa que a continuación se propondrá consta de los siguientes capítulos :

I.- ADQUISICIÓN DE DATOS

II.- ANÁLISIS DE DATOS

III.- TOMA DE DECISIONES

IV.- MECANIZACIÓN OPERATIVA

I.- ADQUISICIÓN DE DATOS

En este capítulo se contemplan dos clases de datos. En primer lugar, los que se refieren a la colonización del cultivo por las plagas y enfermedades y, en segundo lugar, los que caracterizan las condiciones climáticas, temperatura y humedad relativa, en las que se está desarrollando la plantación.

I.1.- COLONIZACIÓN

La obtención de datos de la colonización están basados en los tres apartados siguientes:

DISEÑO MUESTRAL
VARIABLES
METODOLOGÍA DE LA OBSERVACIÓN

A continuación se especifican los requisitos establecidos en cada uno de estos apartados.

DISEÑO MUESTRAL

Técnica de muestreo:

Con el fin de facilitar el muestreo, el invernadero se dividirá en cuatro sectores del mismo tamaño, correspondientes a las combinaciones de cada una de las dos zonas (Norte, Sur) con cada una de las dos orientaciones (Este, Oeste).

Tipo de muestreo: Bietápico

Unidad Primaria (**UP**): SECTOR.

Unidad Secundaria (**US**): PLANTA

Tamaño de la muestra:

Fracción de muestreo de **UPs**: 1

US/UP: 7 (en invernaderos de superficie $\leq 5.000 \text{ m}^2$)

10 (en invernaderos de superficie $> 5.000 \text{ m}^2$)

Frecuencia del muestreo:

Como mínimo una vez a la semana.

VARIABLES

Dentro de las variables se distinguen dos tipos. Aquéllas que se utilizan para localizar y situar la unidad de muestreo que se observará (**variables de localización y posición**) y aquellas otras que se refieren a las observaciones sobre las plagas y enfermedades que contienen las unidades de muestreo elegidas (**variables de colonización**).

De localización y posición

Zona

Orientación

Nº de la fila de plantas

Nº de la planta dentro de la fila

De colonización

Moscas blancas:

Proporción de HOJAS CON ADULTOS

Negrilla:

Proporción de hojas CON presencia

Proporción de ramilletes con presencia

Minadores:	Proporción de hojas con PICADurAS
Trips:	PLANTAS CON presencia
Pulgones:	Plantas CON Presencia
<i>Heliothis</i> :	Proporción de ramilletes con presencia PLANTAS CON presencia en TALLOS
<i>Plusia</i> :	Plantas CON presencia
<i>Spodoptera spp</i> :	PLANTAS CON presencia
Araña roja:	PLANTAS CON presencia
VASATES:	Plantas con presencia
Oidio:	PROPorción de HOJAS CON presencia
<i>ALTERNARIA</i> :	PLANTAS CON presencia
<i>Botrytis</i> :	Proporción de hojas con presencia Proporción de ramilletes con presencia PLANTAS CON TALLOS ATACADOS
Mildiu:	PROPorción de HOJAS CON presencia Proporción de ramilletes con presencia PLANTAS CON TALLOS ATACADOS
<i>CLADOSPORIUM</i> :	PROPorción de HOJAS CON presencia
Enfermedades del sistema vascular:	Plantas CON síntomas
Enfermedades del cuello:	PLANTAS CON SÍNTOMAS
Bacterias:	Plantas CON SÍNTOMAS
Virus:	PLANTAS VIRÓTICAS

Este último grupo contiene las variables que se ajustan a los problemas fitosanitarios detectados hasta el momento. En el caso de que en lo sucesivo aparecieran nuevos problemas se aumentaría el número de estas variables acorde con las nuevas necesidades.

METODOLOGÍA DE LA OBSERVACIÓN

A efectos prácticos de la ejecución del muestreo, la planta se dividirá en dos zonas:

Superior (**ZS**): Que comprende desde el último ramillete con botones bien formados (en los que se distingan cáliz y corola) hasta el ápice de la planta.

Inferior (**ZI**): El resto inferior de la planta.

Antes de la aparición del primer ramillete se muestreará en la totalidad de la planta.

Tanto las plantas, como las hojas o los ramilletes dentro de la planta, se elegirán **siempre** al azar.

Cuando se observen hojas o ramilletes, se escogerán tres por planta anotando **1** al órgano (hoja/ramillete) que contenga la adversidad estudiada y **0** al que no la contenga.

Cuando se observe la planta entera, se anotará **1** a la planta con presencia y **0** a la que no tiene presencia de la adversidad observada.

Adultos de mosca blanca (*T. vaporariorum* / *B. tabaci*) :

Observación en hoja. Dependiendo de la especie predominante, se escogerán hojas en **ZS**, cuando lo sea la primera especie citada, y en **ZI** cuando lo sea la segunda.

Negrilla :

En hoja: Las hojas se elegirán en **ZI**.

En ramillete: Los ramilletes se elegirán en **ZI**.

Picaduras de minadores:

Observación en hoja. Las hojas se elegirán dentro de **ZI** y por encima de aquella hoja que no contenga galerías.

Trips / Pulgones / *Plusia* / *Spodoptera spp.* / Araña roja / *Vasates* / *Alternaria* / Micosis sistema vascular / Enfermedades del cuello/ Bacteriosis / Virosis:

Observación por planta.

***Heliothis* :**

En tallo: Observación por planta.

En ramillete: Observación en **ZI**

Botrytis / Mildiu:

Se contabilizará como presencia cualquier podredumbre provocada por el hongo, tanto si está en esporulación activa como si no lo está.

En hoja: Observación en **ZI**

En ramillete: Observación en **ZI**

En tallo: Observación por planta

Oidio / *Cladosporium*:

Sólo se contabilizará como presencia cuando haya manchas en las que se aprecie claramente la esporulación.

Observación en hoja. Elección en **ZI**.

Como resumen de lo anterior y con el fin de definir perfectamente el muestreo, en cada una de las plantas elegidas se escogerán :

a) Tres hojas en **ZI** y en ellas se observarán la presencia o no de las siguientes

adversidades :

Adultos de mosca blanca (si es *B. tabaci*)

Picaduras de minadores *

Negrilla

Oidio

Botrytis

Mildiu

Cladosporium

* Ver referencia en el texto anterior sobre zona concreta de elección dentro de ZI.

b) Tres hojas en **ZS**, sólo en el caso de que la especie predominante de mosca blanca sea *T. vaporariorum*.

c) Tres ramilletes en **ZI** y en ellos se observará la presencia o no de las siguientes

adversidades:

Heliothis

Botrytis

Mildiu

d) El resto de las adversidades se observará a nivel general de planta, excepto cuando se tengan que observar específicamente los tallos para detectar la presencia de :

Heliothis

Botrytis

Mildiu

Por último se debe recordar un aspecto muy importante. El muestreo propuesto tiene como único objetivo la estimación de unos parámetros previamente establecidos y no la determinación de los focos iniciales de aquellas plagas y enfermedades que comienzan su actividad de esa forma. Si el objetivo fuera este último se tendría que proceder de forma diferente a como se ha indicado. De todos modos como esta detección en esos casos específicos es fundamental, el técnico que realiza el muestreo, a medida que se traslada por el invernadero para localizar las plantas a muestrear, tendrá que estar muy atento para comprobar la existencia de esos focos iniciales. Las plagas y enfermedades que requieren una especial atención para detectar sus focos iniciales son las siguientes:

Pulgones

Araña roja

Vasates

Oidio

Mildiu

I.2.- CLIMA

Para obtener estos datos se colocará un termohigrógrafo, de banda semanal, en la zona central del invernadero, a 50 cm del suelo y cubierto por alguna caja, o recipiente similar, que, de forma sencilla y barata, impida la radiación directa sobre el instrumento y permita una buena ventilación dentro del recinto. Semanalmente, cuando se realicen los muestreos, se

retirará la banda de la semana anterior y se repondrá con otra nueva, y además con la ayuda de un psicrómetro de campaña y el correspondiente ábaco psicrométrico se procederá a su comprobación y a efectuar, si fueran necesarias, las oportunas correcciones y ajustes. De la banda se extraerá la información **diaria** siguiente:

Temperatura:

Entre las 0 y las 12 horas:

Máxima (TM_{x0-12})

Mínima (TM_{n0-12})

Entre las 12 y las 24 horas:

Máxima (TM_{x12-24})

Mínima (TM_{n12-24})

Humedad Relativa (HR):

Horas con $HR \leq 50\%$ [HR(50)]

Horas con $50\% < HR \leq 90\%$ [HR(5090)]

Horas con $HR > 90\%$ [HR(90)]

NOTA

En el Anexo que se incluye al final, se muestran dos impresos, el que se utiliza para la anotación en campo de los datos muestrales y el que se emplea para la transcripción de los climáticos.

II.- ANÁLISIS DE DATOS

Este capítulo comprende la estimación de los parámetros que definirán, en cada caso, la situación en que se encuentra la parcela y las medidas que se deberán adoptar. Existen unos análisis de tipo general que se aplican a la totalidad de las adversidades encontradas en la correspondiente observación semanal y otros que son específicos para cada una de ellas. Antes de iniciar el análisis de los datos, algunos de ellos deberán recibir un tratamiento previo para que su análisis posterior sea correcto. Estas tres fases se comentarán a continuación.

De ahora en adelante a la proporción de plantas, hojas o ramilletes con presencia de una determinada adversidad se le denominará **Incidencia**.

II.1.- TRATAMIENTO PREVIO

En los casos en que se tenga que observar la presencia (**1**) o ausencia (**0**) de la adversidad en tres hojas, o en tres ramilletes, por planta, el dato que se utilizará en el análisis es el de la **Incidencia Media** de órganos afectados por planta.

II.2.- GENERALES

Este grupo comprende las siguientes estimaciones :

- **Incidencia Media de la plantación (Inc)**. La **Inc** de la semana actual y de la anterior se expresarán respectivamente como: **Inc(t=0)**, **Inc(t=-1)**.

- **Incidencia.día (I.día):** Se estima mediante la superficie comprendida entre la línea que representa la evolución de **Inc** en el tiempo y el eje de abscisas. De la misma forma que en el parámetro anterior en éste las **I.día** correspondientes a la semana actual, a la de una semana más tarde y a la de dos semanas más tarde se las denominará respectivamente: **I.día(t=0), I.día(t=1), I.día(t=2)**

- **Tamaño de la muestra (TM)** que hubiera sido necesaria para estimar **Inc** con un coeficiente de variación del 15%.

- **Intervalo de confianza** ($\alpha = .05$) de la diferencia entre **Inc(t=0)** e **Inc(t=-1)**.

- **Presencia o no de interacción** ($\alpha = .05$) entre **Zona** y **Orientación (Z*O)**. Esta estimación se realiza con la ayuda del análisis de la varianza de los datos correspondientes a **Inc**. El modelo lineal utilizado será el de dos factores (Zona y Orientación) de efectos fijos y con dos niveles cada factor (Zona: Norte/Sur, Orientación: Este/Oeste). En los casos en que se tenga que observar la presencia o ausencia de la adversidad en hojas o ramilletes, no se debe olvidar que la variable **Inc** semanal tiene que ser sometida previamente a la transformación :

$$\text{Arc.sen.}(\sqrt{\text{Inc}(t=0)})$$

II.3.- ESPECÍFICOS

Las estimaciones que se tendrán que realizar en cada caso concreto son las siguientes:

Adultos de mosca blanca

- °C.día (**GD**). La expresión que se utilizará para estimar los **GD** diarios es la siguiente:

$$GD = \frac{\frac{TMx_{0-12} + TMn_{0-12}}{2} + \frac{TMx_{12-24} + TMn_{12-24}}{2}}{2} - TU$$

en la que

TU es la temperatura umbral por debajo de la cual se paraliza el desarrollo de la especie.

Si la fracción, que aparece como el primer término de la expresión anterior, es menor que **TU**, los **GD** de ese día se contabilizarán como cero.

En los cálculos posteriores se utilizarán los **GD** semanales. Éstos se estimarán, como es lógico, sumando los obtenidos en cada día de la semana. De ahora en adelante cuando se utilice **GD**, sin ningún otro calificativo, se estará haciendo referencia a los semanales.

Los **GD**, correspondientes hasta una fecha de muestreo, **GD(t=0)**, se contabilizarán sumando los que existen desde la semana anterior, a la que se detecta la primera presencia, hasta la semana anterior a la del muestreo.

Este sistema se aplicará a todos aquellos casos en los que se indique la necesidad de estimar **GD**. En este caso particular **TU = 10 °C** .

- **Predicción de $I.día(t=1)$ y de $I.día(t=2)$.** Estas predicciones se efectúan utilizando los dos modelos siguientes:

$$I.día(t = 1) = I.día(t = 0) - .073258 + 6.7533Inc(t = 0) + .025613Ln(GD_2)$$

$$I.día(t = 2) = I.día(t = 0) - .119690 + 6.2166Inc(t = 0) + .062307Ln(GD_2)$$

en los que,

GD₂ es la suma de los **GD** correspondientes a una y a dos semanas antes. Ln es el log. neperiano.

- **Tasa instantánea de incremento exponencial de $I.día$ con relación a **GD** (TIE).**

Para efectuar esta estimación, el período de cultivo se dividirá en dos etapas. La primera (**S-I**) abarcará desde el inicio de las observaciones (finales de Agosto/principios de Septiembre) hasta la primera semana de Enero del año siguiente. La segunda (**S-II**) comprenderá desde esta fecha hasta final del cultivo.

En cada una de estas etapas, se habrán obtenido semanalmente las estimaciones de **$I.día$** y **GD(t=0)**. A estos pares de datos se les añadirá un par más, el compuesto por el estimado **$I.día(t=1)$** y los **GD(t=1)** hasta la semana **t=1**. Como los **GD** de la semana **t=1** son desconocidos, en la estimación se utilizarán los que se habían obtenido en la semana **t=0**. Todas las semanas estos datos se ajustarán a un modelo exponencial. De esta función se obtiene de forma inmediata una **TIE(t=1)** hasta la semana posterior a la de observación. Si se opera de forma similar añadiendo a los pares de datos anteriores el correspondiente a **$I.día(t=2)$** y a los **GD(t=2)**, calculados como se hizo anteriormente, se obtendrá una nueva **TIE(t=2)**.

Picaduras de minadores

- **GD.** En su cálculo se aplican métodos idénticos a los ya indicados para moscas blancas. En este caso la **TU=10.5 °C**.

- **Predicción de I.día(t=1) y de I.día(t=2).** Los modelos que se emplearán en las predicciones son los siguientes:

$$I.día(t = 1) = I.día(t = 0) + 6.5114Inc(t = 0) + .010501Ln(GD_2)$$

$$I.día(t = 2) = I.día(t = 0) + 5.8285Inc(t = 0) + .028009Ln(GD_2)$$

Las variables utilizadas tienen el mismo significado que las empleadas en moscas blancas.

- **TIE de I.día con relación a GD.** En este caso, a diferencia de lo indicado para moscas blancas, no se hace la distinción entre dos etapas de cultivo. Las estimaciones de **TIE(t=1)** y **TIE(t=2)** se realizan de acuerdo con el método expuesto en moscas blancas.

Botrytis en hoja

En esta enfermedad se contemplan dos aspectos. En el primero se estiman los parámetros necesarios para efectuar la predicción del período en el que existe un alto riesgo de que se produzca la infección inicial y en el segundo los necesarios para predecir el tiempo, medido en **GD**, que se tardará en alcanzar una **I.día = 10**, máxima permitida en este caso.

Predicción de la infección inicial

- **HR(50)** durante las dos semanas anteriores [**HR(50)₂**].

- **Nº de días en la semana antepasada (t=-2) con temperatura <= 11 °C**

$$[D(<=11,t=-2)]$$

- **Nº de días en la semana anterior (t=-1) con temperatura <= 10 °C**

$$[D(<=10,t=-1)]$$

*Predicción del tiempo necesario para alcanzar **I.día=10***

- **GD**. Son de aplicación las indicaciones dadas para moscas blancas. En este caso la **TU= 10 °C**.

- **Predicción de I.día(t=1) y de I.día(t=2)**. Los modelos que se emplearán en las predicciones son los siguientes:

$$I.día(t = 1) = I.día(t = 0) + .11186 + 6.7758Inc(t = 0)$$

$$I.día(t = 2) = I.día(t = 0) + .19230 + 6.5752Inc(t = 0) + .001351GD_2$$

Las variables utilizadas tienen el mismo significado que las empleadas en moscas blancas.

- **GD necesarios para alcanzar una I.día=10 [GD(10)]**. Para cada una de las tres **I.día** con que se cuenta, correspondientes a **t=0/1/2**, se estiman estos **GD**. La expresión que se utiliza en las estimaciones es la siguiente:

$$GD(10)_{t=i} = \frac{Gompit_{t=c} - Gompit(10)}{Gompit_{t=c} - Gompit_{t=i}} GD$$

en la que

El subíndice del primer miembro se refiere a que estos **GD** se han estimado en la semana **t=i**.

$Gompit_{t=i} = -Ln \left[Ln \frac{1}{I.día(t=i)/60} \right]$ es el valor en la semana **t=i**. La semana inicial de aparición de la enfermedad es **t=c**.

$Gompit(10)$ es el que correspondería a una **I.día=10**.

GD tiene el significado que se explicó en moscas blancas.

Tal como se indicó en moscas blancas, como los **GD** de las dos semanas **t=1/2** son desconocidos, para estimar los respectivos Gompit, se utilizarán como valores de los **GD** en cada una de ellas los mismos que se obtuvieron en la semana **t=0**.

Oidio

En esta enfermedad únicamente se estiman los parámetros necesarios para realizar la estimación del tiempo, medido en semanas, que se tardará en alcanzar una **I.día=45**, que es la máxima que en este caso se permite.

- **Predicción de I.día(t=1) y de I.día(t=2)**. Los modelos que se aplicarán son los siguientes:

$$I.día(t = 1) = I.día(t = 0) + .04577 + 6.5220Inc(t = 0) + .001325HR(50)$$

$$I.día(t = 2) = I.día(t = 0) + .17898 + 5.7463Inc(t = 0) + .006340HR(50)$$

en las que

$HR(50)_4, HR(50)_2$ son , según se indicó antes, las horas con HR menor del 50% en las 4 y 2 semanas anteriores respectivamente.

- **Nº de semanas necesarias para alcanzar una I.día=45 [S(45)]**. Al igual que en *Botrytis*, para esta enfermedad también disponemos de las **I.día** en tres semanas consecutivas, **t=0/1/2**. Para cada una de ellas estimaremos las correspondientes **S(45)**, con la ayuda de una expresión similar a la de la enfermedad anterior:

$$S(45)_{t=i} = \frac{Gompit_{t=c} - Gompit(45)}{Gompit_{t=c} - Gompit_{t=i}} S$$

en donde

$$Gompit_{t=i} = -Ln \left[Ln \frac{1}{I.día(t=i)/100} \right]$$

S es el nº de semanas transcurridas desde la aparición de la enfermedad.

Negrilla / Trips / Pulgones / *Plusia* / *Spodoptera spp.* / Araña roja / *Vasates* / *Alternaria* / Mildiu

- **Cálculo de la I.día mínima que se podría alcanzar en la semana siguiente [I.día(Inc=0)]**. Esta **I.día** mínima se conseguiría si **Inc(t=1)=0**. Para este valor se calcula la correspondiente **I.día(Inc=0)**.

- **Predicción del número de semanas (n) que se tardará en alcanzar el máximo de I.día permitido (I. día_{max})**. Se supone un ciclo de cultivo de 33 semanas, desde comienzos

de Septiembre a mediados de Abril, aun cuando el cultivo se prolongue más allá de estas últimas fechas.

La estimación de $n(t=0)$ se realizará mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$n(t = 0) = \frac{1}{A} \text{Ln}(I.día_{\max} - I.día_{si})$$

siendo

$$A = \frac{1}{(33-t)} \text{Ln} \left[\frac{I.día_{\max} - I.día_{si}}{I.día(t=0) - I.día_{si}} \right]$$

y en las que

$I.día_{si}$ corresponde a la **I.día** de la segunda semana a partir de la aparición de la adversidad en los muestreos.

t es el número de semanas que faltan para alcanzar la fecha tope, mediados de Abril, que se ha establecido como final de cultivo.

Del mismo modo se podría estimar $n(\text{Inc}=0)$ correspondiente a la siguiente semana, utilizando la expresión anterior, con la salvedad de que **I.día** será la correspondiente a la mínima para la semana siguiente y que las semanas que faltan, t , se han reducido en una unidad.

Las **I.día_{max}** propuestas son las siguientes:

Hojas con negrilla	4
Ramilletes con negrilla	2
Plantas con trips	4
Plantas con pulgones	4
Ramilletes con <i>Heliothis</i>	2
Tallos con <i>Heliothis</i>	1.5
Plantas con <i>Plusia</i>	6
Plantas con <i>Spodoptera spp.</i>	6

Plantas con Araña roja	20
Plantas con <i>Vasates</i>	15
Plantas con <i>Alternaria</i>	40
Hojas con mildiu	15
Ramilletes con mildiu	12
Tallos con mildiu	10
Hojas con <i>Cladosporium</i>	25

NOTA

Para efectuar algunos de los cálculos propuestos en este Capítulo, es muy probable que se tenga que recurrir a la ayuda de material bibliográfico adecuado que permita desbrozar este camino. Del abundante material que existe, se recomiendan, en concreto, los siguientes libros:

COCHRAN, W.G. 1972.- *Técnicas de muestreo*. CECSA. 507 pp.

MORENO, R. (Coordinador). 1994.- *Sanidad vegetal en la horticultura protegida*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Cursos Superiores 1/94. 441 pp.

RUIZ-MAYA, L. 1977.- *Métodos estadísticos de investigación. Introducción al análisis de la varianza*. Presidencia del Gobierno, Instituto Nacional de Estadística. Madrid. 367 pp.

III.- TOMA DE DECISIONES

La toma de decisiones abarca tres aspectos fundamentales que son respuesta a las preguntas de cuándo, cómo y con qué. En este Capítulo se responderá a las dos primeras, es decir, se darán los criterios necesarios para conocer en qué momentos se deberá actuar y qué medida se deberá aplicar, ya sea química o biológica. Para dar cumplida satisfacción a la tercera pregunta y conocer cuál es, en cada caso, o bien el producto fitosanitario, o bien el enemigo natural, que se debe emplear se recomienda que se consulten los libros siguientes:

APARICIO, V.; RODRÍGUEZ, M.D.; GÓMEZ, V.; SÁEZ, E.; BELDA, J.E.; CASADO, E.; LASTRES, J. 1995.- *Plagas y enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería: Control Racional*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Comunicación I+D Agroalimentaria, N° 11/95. 260 pp.

APARICIO, V.; RODRÍGUEZ, M.D.; GÓMEZ, V.; SÁEZ, E.; BELDA, J.E.; CASADO, E.; LASTRES, J. 1995.- *Plagas y enfermedades del tomate en Almería: Control Racional*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Comunicación I+D Agroalimentaria, N° 12/95. 182 pp.

A continuación se explicará, para cada uno de los fitoparásitos contemplados, los aspectos antes indicados de la toma de decisiones. En lo que sigue se utilizarán nuevas abreviaturas cuyo significado es el siguiente:

- **S, NS**: Significativo, no significativo ($\alpha = .05$).
- **T**: Tratamiento con productos fitosanitarios.
- **SP**: Suelta de parasitoides o predadores.
- **NA**: No se actuará.
- **AR**: Aviso de riesgo de alcanzar en las próximas semanas niveles superiores a los permitidos.
- **PP**: Primera vez que se detecta la presencia del fitoparásito en la parcela.

Moscas blancas

En la Fig. 1 se ofrece de forma esquemática, y fácil de comprender, el proceso en la etapa S-I del cultivo. Una vez realizado el Análisis existen dos opciones relacionadas con la **Inc** de la semana anterior y de la actual. En el caso de que la primera sea mayor igual que la de la segunda el criterio es **NA**, mientras que si es menor se abren tres vías en las que está implicada la **TIE**, tanto estimada como máxima permitida. En dos de ellas se da por finalizada la búsqueda, con las respectivas decisiones de **NA** y de **SP**. En la tercera existe una última ramificación con cuatro posibles alternativas. En este caso, las decisiones que se adopten están en función de la significación de las interacciones **Z*O** y de si se superan o no las 40 unidades totales de muestreo para alcanzar un 15 % de CV. De la combinación de estos factores surgen las decisiones correspondientes.

De forma análoga, en la Fig. 2 se desarrolla el diagrama en el que está basado la toma de decisiones para la etapa S-II del cultivo. En este caso únicamente se debe advertir que la expresión **Inc(t=0,t=-1)** indica que se considera al mismo tiempo la **Inc** en la semana anterior y en la actual.

Las máximas **TIE** permitidas son 0.01 para S-I y 0.0023 para S-II.

Minadores

La toma de decisiones mostrada en la Fig. 1, y ya explicada con anterioridad en moscas blancas, es la que se aplica también a los minadores durante todo el período de cultivo. La **TIE** máxima permitida es 0.0098

Botrytis

En esta enfermedad, tal como se indicó anteriormente, hay dos fases que se deben distinguir, la previa a la infección inicial y la posterior, y cuya separación está definida precisamente por el período en que existen las condiciones adecuadas para que se inicie la infección. A continuación se exponen las tácticas que se deben adoptar en cada una de estas dos fases, diferenciando en la última la colonización de hojas y la de ramilletes y tallos.

Infección inicial

La primera vez que se produzcan conjuntamente las dos condiciones siguientes:

$$\mathbf{HR(50)_2 < 10}$$

$$\mathbf{D(<=11,t=-2) + D(<=10,t=-1) > 3}$$

la decisión será **T**.

Colonización de hojas

La Fig. 3 contiene el esquema de la toma de decisiones, que está basada en la progresión de la enfermedad en hoja. Como se observa, la primera alternativa que se presenta depende del número de horas (**h**) de la semana con **HR<=50 %**. Según sea éste, superior, o igual o inferior a 10, así será el camino a seguir. A partir de aquí, en ambos casos se comprueba si **GD(10)_{t=2}** es menor, mayor o igual, a 750 °C.día, y de este modo ya fácilmente se concluye con la adopción de la decisión correspondiente.

Colonización de ramilletes y tallos

Desde el momento en que se produzca este tipo de colonización se procederá a adoptar medidas profilácticas:

- Cortar con tijera, a ras de tallo, las hojas y ramilletes atacados, así como arrancar las plantas muy afectadas en tallo. Aplicar en las heridas producidas, en los dos primeros casos, una pasta fungicida. Retirar, inmediatamente del invernadero, y destruir el material contaminado.
- En las lesiones iniciales en los tallos, aplicar sobre ellas la pasta fungicida.
- Como norma de cumplimiento general, desde que se produzcan las condiciones iniciales de infección, favorecer una buena ventilación del invernadero para reducir al máximo la humedad dentro de él.

Oidio

En la Fig. 4 se ofrecen los detalles correspondientes a la toma de decisiones relativas a esta enfermedad. En primer lugar, en cuanto se observen los primeros síntomas (**PP**) la decisión será **T**. A continuación la adopción de medidas se establecerá de acuerdo con la posibilidad de que **S(45)**, estimada tanto con los datos de la semana actual como con los de las dos semanas siguientes, sea mayor, igual o menor que 33, valor éste en el que se ha cifrado la duración del cultivo. Según se comprueba en la Fig. 4 se han establecido, con este criterio, cuatro alternativas. La primera de ellas indica que **S(45)<33** en las tres estimaciones

efectuadas, $S(45)_{t=0,1,2}$. La segunda se cumplirá cuando la desigualdad anterior se produzca en dos cualesquiera de las tres estimaciones efectuadas, mientras que la tercera alternativa tiene en cuenta si ese cumplimiento se efectúa en una cualquiera de las tres estimaciones. Por último, la cuarta vía se seguirá cuando $S(45) \Rightarrow 33$ en las tres estimaciones. De cada una de estas alternativas surgen nuevas rutas que, basadas en los valores de las **Inc**, conducen a las decisiones finales.

Resto de Fitófagos

De forma general, al resto de los fitófagos se les aplicará la norma contenida en la Fig.5. En ella se comprueba que la primera alternativa corresponde a la comparación entre **Inc** de la semana anterior y de la actual. Si la primera es mayor o igual que la segunda la decisión es **NA**, mientras que si es menor se abren otras tres posibilidades. Estas dependen de los valores estimados de **n**, y dan lugar a tres actuaciones diferentes, **T, AR, NA**.

En los casos particulares de **Pulgones, Vasates y Mildiu**, se tratará, con productos químicos, por **primera** vez en cuanto se observe la **primera** presencia. El tratamiento para los dos primeros citados se dirigirá a los focos detectados, mientras que para el tercero será generalizado a toda la parcela. A partir de este primer tratamiento, las normas que regirán serán las ya expuestas en la Fig. 5. Si la plaga fuera pulgón, después del primer tratamiento, y una vez transcurrido el plazo de espera prudencial de acuerdo con el aficida utilizado, se introducirían depredadores. Otro tanto se recomienda para araña roja.

En cualquiera de las enfermedades de tipo vascular y de cuello, como asimismo en las provocadas por bacterias o virus, es indispensable diagnosticar correctamente cuál es el agente causal. Una vez conocido se actuaría en consecuencia.

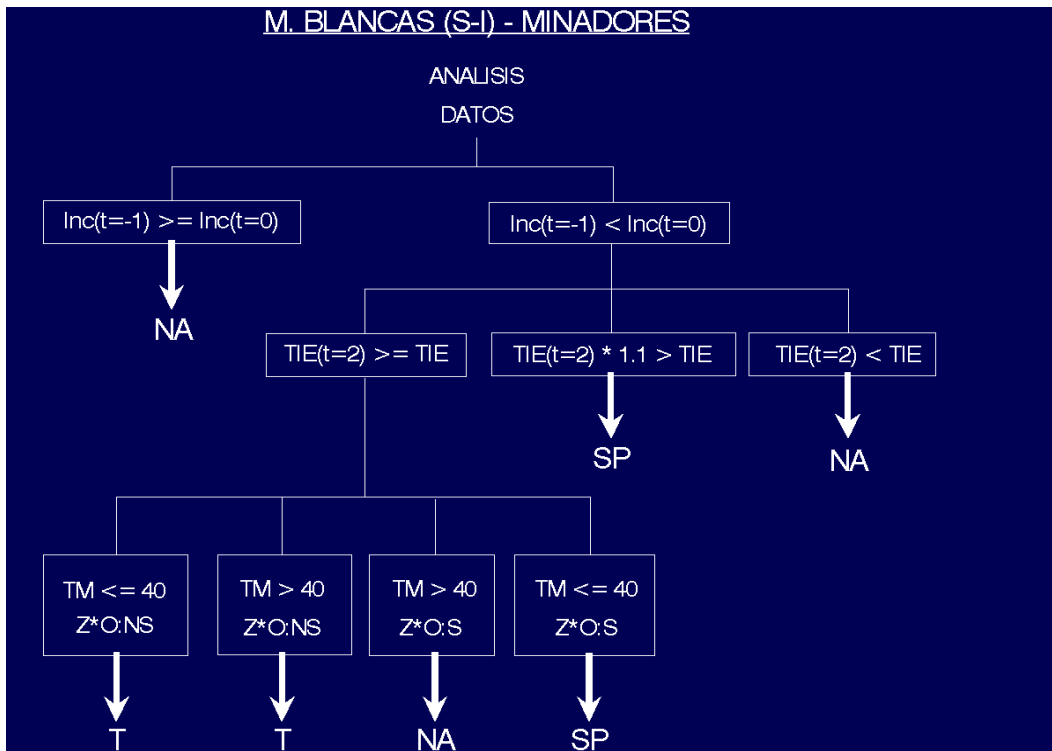


Fig. 1.- Toma de decisiones para moscas blancas, en la etapa S-I del cultivo, y para minadores.
Explicación en el texto.

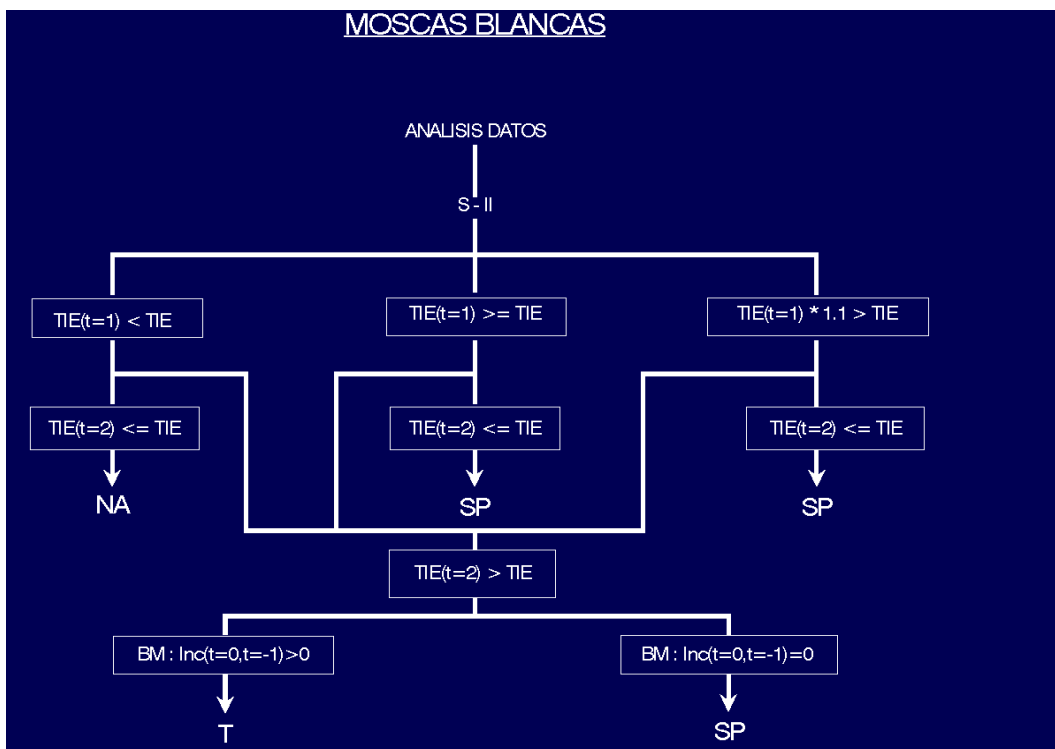


Fig. 2.- Toma de decisiones para moscas blancas en la etapa S-II del cultivo.
Explicación en el texto.

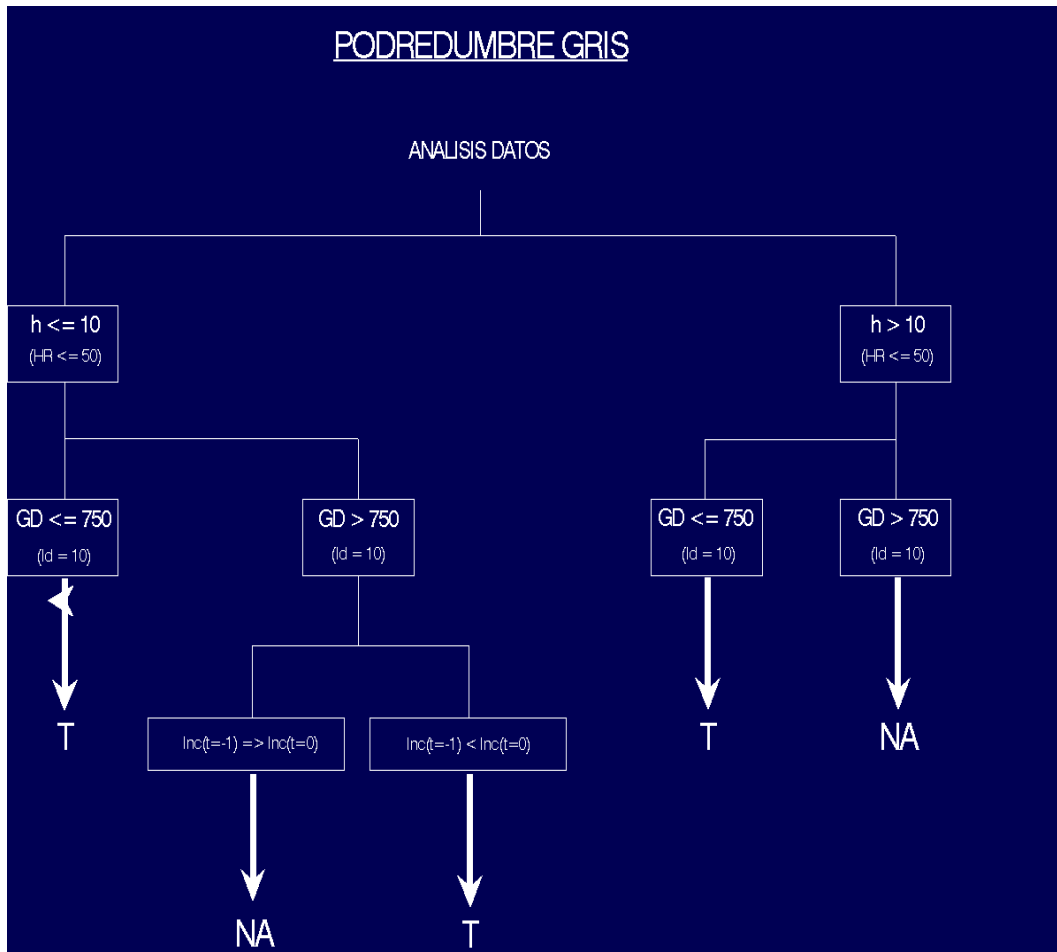


Fig. 3.- Toma de decisiones para *Botrytis* en hoja.
Explicación en el texto.

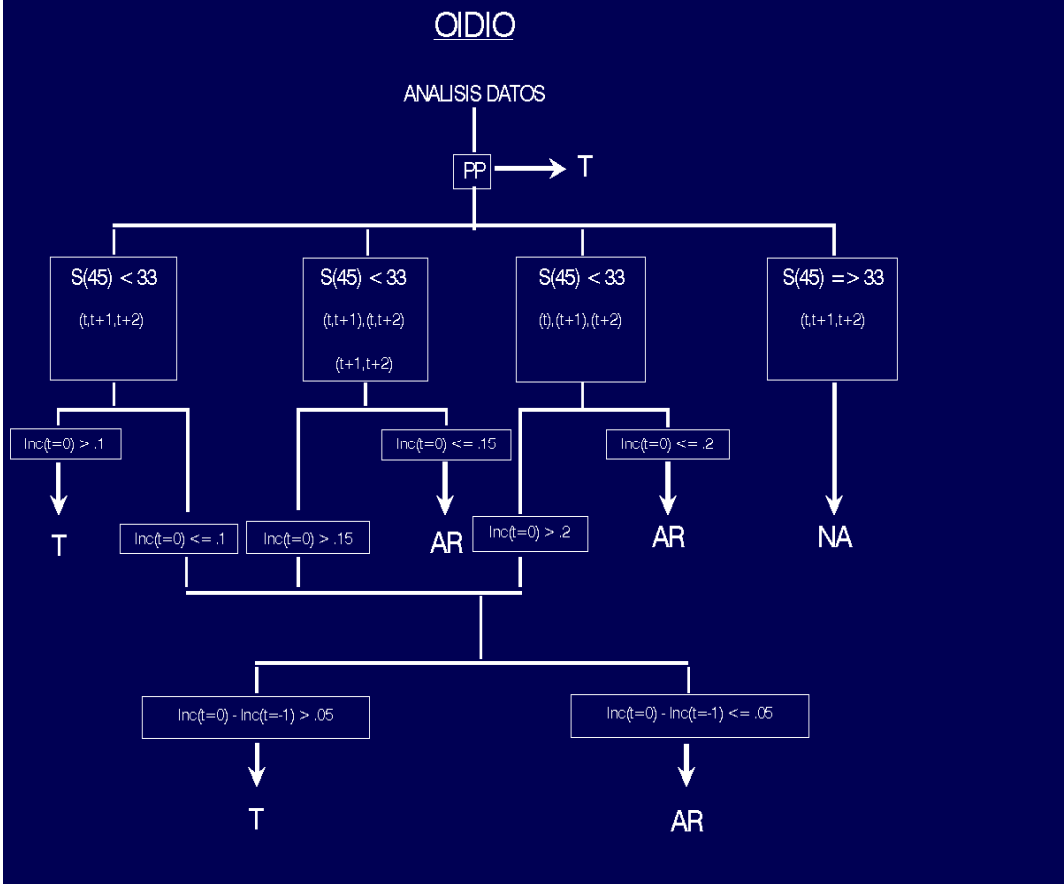


Fig. 4.- Toma de decisiones para Oidio. Explicación en el texto.

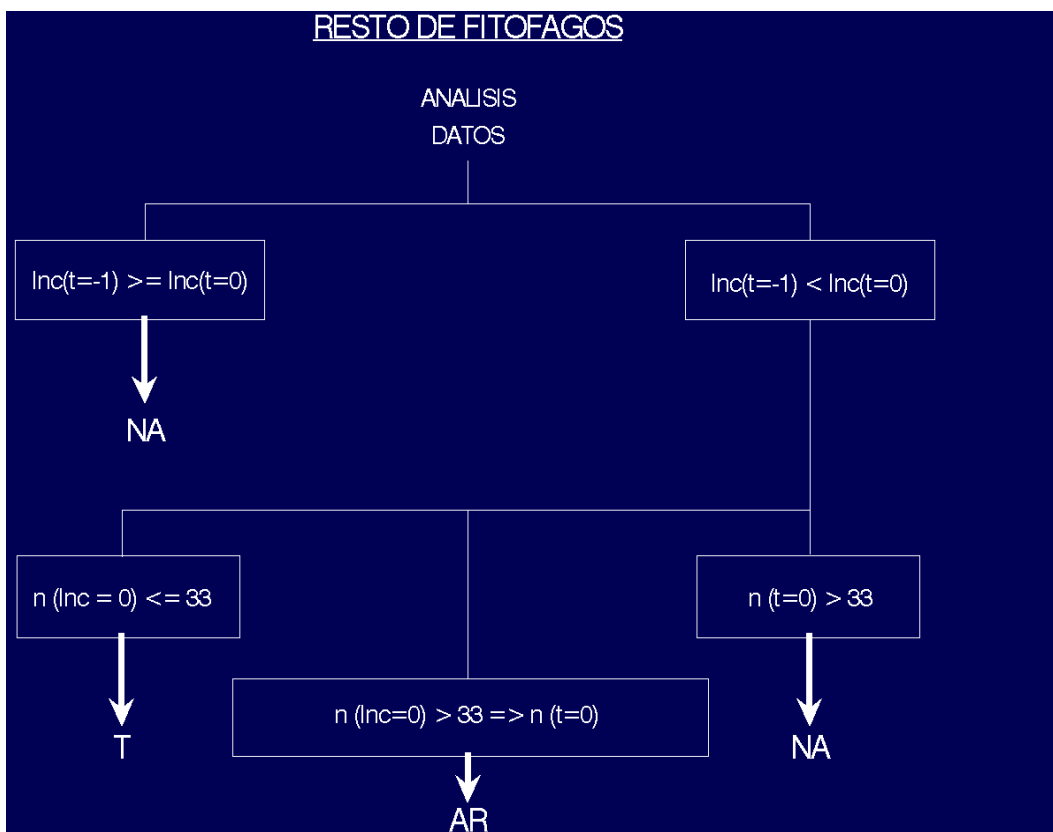


Fig. 5.- Toma de decisiones para el Resto de Fitófagos. Explicación en el texto.

IV.- MECANIZACIÓN OPERATIVA

Sería impensable que este proceso, hasta aquí detallado y de una gran complicación de cálculo, lo pudiera seguir cualquier técnico con la suficiente fiabilidad como para emitir con la rapidez exigida las recomendaciones pertinentes. Ante esta realidad se optó por elaborar una aplicación informática que recogiera la metodología aquí expuesta y fuera capaz de dar contestación rápida a los problemas fitosanitarios que semanalmente presentan las parcelas. Este sistema, escrito en BASIC y compilado posteriormente, consta de capítulos similares a los reseñados en esta normativa:

Inicialización de la parcela

Introducción y Manejo de datos

Análisis de datos

Toma de decisiones

Situación de la parcela y Recomendaciones

Con su ayuda, en unos pocos minutos, se obtienen las recomendaciones que, puestas en práctica, permitirán mantener la plantación en condiciones idóneas de fitosanidad y con un mínimo uso de pesticidas.

Almería, Agosto de 1.996