

El uso de mapas conceptuales en la programación de la asignatura de Fisiopatología Vegetal y en su desarrollo interactivo

Carlos Vicente

Departamento de Biología Vegetal I. Facultad de Biología. Universidad Complutense.
Avenida José Antonio Novais, 2. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. España.
cvicente@bio.ucm.es

Resumen: En el presente trabajo se exponen las pautas generales seguidas en una experiencia de innovación docente realizada con la colaboración de los alumnos de quinto curso de la asignatura Fisiopatología Vegetal, de la Licenciatura en Biología de la UCM durante el curso 2008-2009. El programa se construyó mediante una serie de acontecimientos relacionados espacio-temporalmente y se incorporó a los alumnos, en pequeños grupos de 2-3 personas, a la elaboración de exposiciones de apoyo a los temas teóricos mediante la elaboración de mapas conceptuales.

Palabras clave: Fisiopatología Vegetal. Innovación educativa. Mapas conceptuales. Participación creativa.

INTRODUCCIÓN: LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

La enseñanza universitaria tiene características propias que la diferencian claramente de otros niveles educativos pero, entre ellas, hay dos que interesan particularmente en el contexto de este trabajo:

- El alumnado que se enfrenta a la enseñanza universitaria lo hace desde una formación generalista previa que le ha proporcionado, no solo conocimientos, sino hábitos de trabajo y disponibilidad de herramientas o aptitudes para realizarlo de una manera eficaz.
- El profesorado no solamente es un transmisor de conocimiento, sino un creador e impulsor del mismo.

Es decir, un profesor de Biología en un nivel preuniversitario, pongamos por caso, puede realizar una investigación que le acredite como creador e impulsor de la ciencia que practica, pero esta investigación no entra dentro de sus obligaciones cotidianas. El profesor universitario sí debe investigar, porque es una de sus obligaciones contractuales. De hecho, el 65% de su permanencia en el centro de trabajo **debe** dedicarlas a la investigación.

Esto informa su actividad docente y le da esa característica especial de protagonista-transmisor del conocimiento científico. El conocimiento directo del estado actual de la ciencia, su contribución personal a que ese estado actual esté al nivel que está, trasciende el laboratorio y llega hasta el aula. Y el alumno, que tiene un conocimiento básico de una serie de cuestiones y un entrenamiento especial para escuchar y analizar, debe darse cuenta de este hecho.

La innovación educativa exige que el alumno aumente y mejore el número y la calidad de sus habilidades y esto, entiendo, no se refiere exclusivamente a la aplicación de nuevos instrumentos de comunicación. No hay un cambio de naturaleza entre pizarra, diapositiva, transparencia o presentación en PowerPoint, por mucha animación que se introduzca. Ni siquiera, pienso yo, se hace frente un proceso de innovación educativa con forzar a los alumnos a la preparación de trabajos en grupo, seminarios o memorias. Preparar un trabajo en grupo incide sobre las habilidades de comprensión, esfuerzo colectivo y comunicación, así como los seminarios, pero no participa de la cualidad de creativo. Quizá la elaboración de una memoria sea algo más positivo si responde a la puesta en común de los resultados obtenidos de un análisis o de una experimentación que los propios alumnos han realizado. Esto exige unos objetivos previos, el establecimiento de protocolos adaptados a la finalidad que se persigue, obtención y análisis de los resultados, etc. Pero, también quizá fuera necesario para que conservase su carácter de positivo el que el análisis o experimentación cambiase de año en año para evitar la clonación sucesiva de tales memorias. Complejo, costoso, casi imposible.

LA FISIOPATOLOGÍA VEGETAL: CONCEPCIONES E INNOVACIÓN

Tal vez si la innovación partiese de la concepción de la propia asignatura ... Durante el curso 2008-2009 he impartido la asignatura Fisiopatología Vegetal a 27 alumnos. La Fitopatología (el estudio de las enfermedades de las plantas y de sus agentes causales) puede sistematizarse en varios subsistemas íntimamente relacionados:

- 1. Síntomatología y diagnóstico.**
- 2. Etiología.**
- 3. Patogénesis.**
- 4. Epidemiología.**
- 5. Control y tratamiento.**
- 6. Interacciones entre endofitos: sinergia y antagonismo.**
- 7. Biocontrol de la enfermedad.**

Por Fisiopatología, como parte de la Fitopatología, entendemos mecanismos, es decir, cómo un agente infectante dispone de elementos moleculares y metabólicos capaces de llevar a cabo la invasión de un tejido vegetal y alterar su fisiología del tal modo que termine en la muerte de la planta, contando, obviamente, con que el vegetal invadido o enfermo trate de desarrollar armas de defensa contra el invasor.

Por tanto, y según el esquema sistematizado antes expuesto, los apartados 3 (Patogénesis), 6 (Interacciones entre endofitos) y 7 (Biocontrol) constituirían el cuerpo principal de esta materia. Ahora, podríamos sistematizar los contenidos de la asignatura (Agrios, 1997) o tratar de concatenarlos en relaciones causa-efecto, como las dos principales alternativas. Si tomamos el subapartado de Patogénesis, una forma de sistematizarlo sería disgregarlo en bloques unitarios. Por ejemplo:

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
Vías de entrada del patógeno	Inmunidad innata.	Genética de los factores de virulencia.
Invasores y mecanismos de invasión.	Alteraciones fisiológicas producidas por el patógeno.	Mecanismos de gen × gen.
Metabolitos del patógeno que implican virulencia.	Inmunidad inducida.	Genética de los factores de defensa.
Metabolitos del patógeno que implican reacciones de defensa.	Mecanismos de defensa.	Variedades sensibles y resistentes.
Muerte celular y muerte de la planta.	Muerte ocasional del patógeno.	

Evidentemente, esto es una simplificación que puede completarse y complicarse hasta donde se quiera. Pero cabe una segunda posibilidad, la de concatenar acontecimientos de tal forma que un suceso produzca un efecto que repercuta sobre la estructura del propio suceso. Por ejemplo, según se especifica en el esquema de la Fig. 1, una planta emite una señal que atrae a un patógeno. El patógeno emite señales de invasión que, a su vez, provocan reacciones de defensa en la planta.



Figura 1. Interacción planta-patógeno: una visión general. Esquema original cedido por la Dra. A. M. Millanes.

Se trata, entonces, de combinar mecanismos de ataque del patógeno con sus acciones nocivas sobre el metabolismo del huésped, disfunciones que pueden

encadenarse con mecanismos de defensa que, a su vez, provoquen una vía alternativa de patogénesis. Y así hasta que la planta excluye al invasor o hasta que el patógeno mata al vegetal.

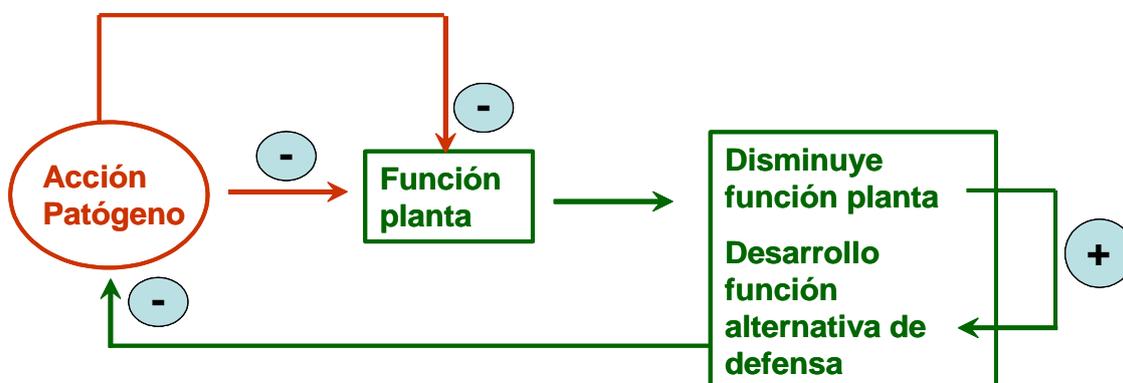


Figura 2. Concatenaciones causa-efecto en las relaciones fitopatogénicas.

No siempre es fácil encontrar este tipo de relaciones causa-efecto. Pero ahí es donde radica la novedad: utilizando material de investigación conocido, el alumno se convierte en creativo al tratar de encontrar este tipo de relaciones y materializarlas mediante esquemas adecuados. Tiene que convertir en suyos los experimentos, asimilar los resultados y construir un esquema de interrelaciones que generalmente, no aparecen en el texto escogido y que deben ser el resultado de la interiorización y de su propia concepción del desarrollo experimental analizado. Esta concepción de las cosas puede aplicarse incluso al planteamiento general de la asignatura.

Por ejemplo, un patógeno potencial entra en contacto con la superficie de una planta y emite señales químicas, señales de quórum, que atrae a ese punto muchos otros microorganismos. De esta manera, se alcanza una masa crítica de infectantes que pueden paliar la hipotética mortalidad que causen las defensas de la planta durante su entrada en ella. De hecho, se ha visto que los estomas abiertos son colonizados inicialmente por unas pocas bacterias, aumentándose rápidamente la población del patógeno con el tiempo sobre esa estructura.

QS es un sistema de regulación de la expresión génica en bacterias, dependiente de la densidad de población. Esto capacita a las células bacterianas individuales en una población local para coordinar la expresión de ciertos genes, ayudándoles a comportarse de una manera similar a la de un organismo pluricelular.

QS trabaja vía intercambio de pequeñas moléculas señal entre bacterias cercanas. La población celular incrementa como una función de la concentración de señal. Operacionalmente, un quórum de bacterias está presente cuando la concentración de señal alcanza niveles que son capaces de disparar cambios en la expresión génica. QS es particularmente importante para la capacidad de infectar la planta por las bacterias patógenas. Mutantes defectivos en QS son avirulentos o muestran virulencia muy reducida.

Tras esto, el agente infectante penetra. La penetración directa a través de la superficie intacta de la planta es probablemente el sistema más común de entrada para hongos y nemátodos y el único para plantas parásitas, para lo cual necesitan segregar una batería de enzimas degradativos de pared celular o simplemente, la destrucción mecánica de tales estructuras.

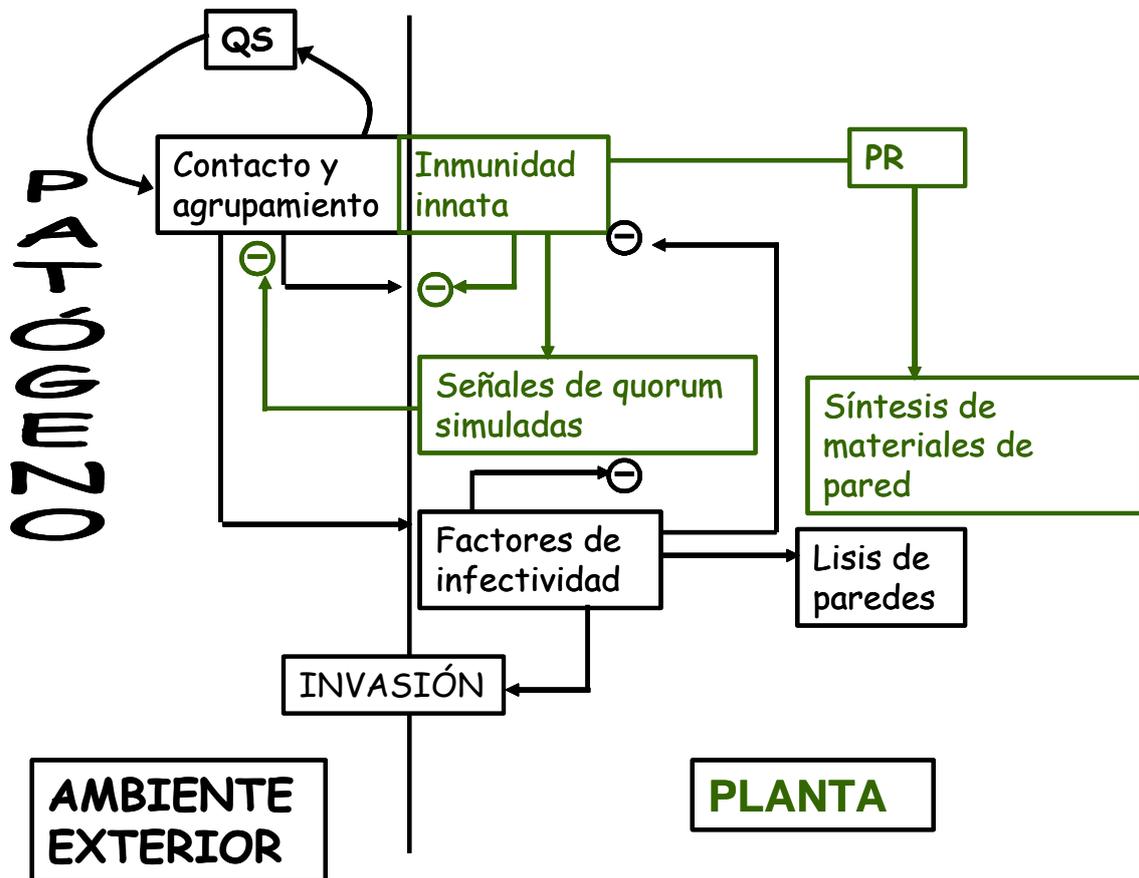


Figura 3. Primeras fases de la invasión de una planta por patógenos. Desde el primer contacto superficial hasta la lisis de las paredes celulares.

Muchos hongos, bacterias y virus utilizan preferentemente aberturas naturales en la superficie de la planta: lenticelas, heridas, hidatodos y nectarios y, principalmente, los estomas. Hasta ahora, se ha venido asumiendo que estas aberturas, naturales o provocadas, eran vías pasivas para la entrada bacteriana, a partir de las cuales los patógenos invaden los tejidos más internos. Algunos hongos también penetran desde sus apresorios, a través de los estomas abiertos. Sin embargo, estudios recientes sugieren que existen mecanismos basales de defensa inducidos, consistentes en pautas moleculares asociadas al patógeno (PAMP = pathogen-associated molecular-pattern), semejantes a la inmunidad innata en animales, que actúan durante los primeros estadios de la infección bacteriana de las plantas (Abramovitch *et al.*, 2006).

Por ejemplo, se sabe que la producción de óxido nítrico disparada por lipopolisacáridos (LPS) y que la percepción de la flagelina por su receptor en planta, FLS2, contribuyen a la resistencia de *Arabidopsis* frente a *Ps. syringae* pv. *tomato*, productora del moteado bacteriano del tomate.

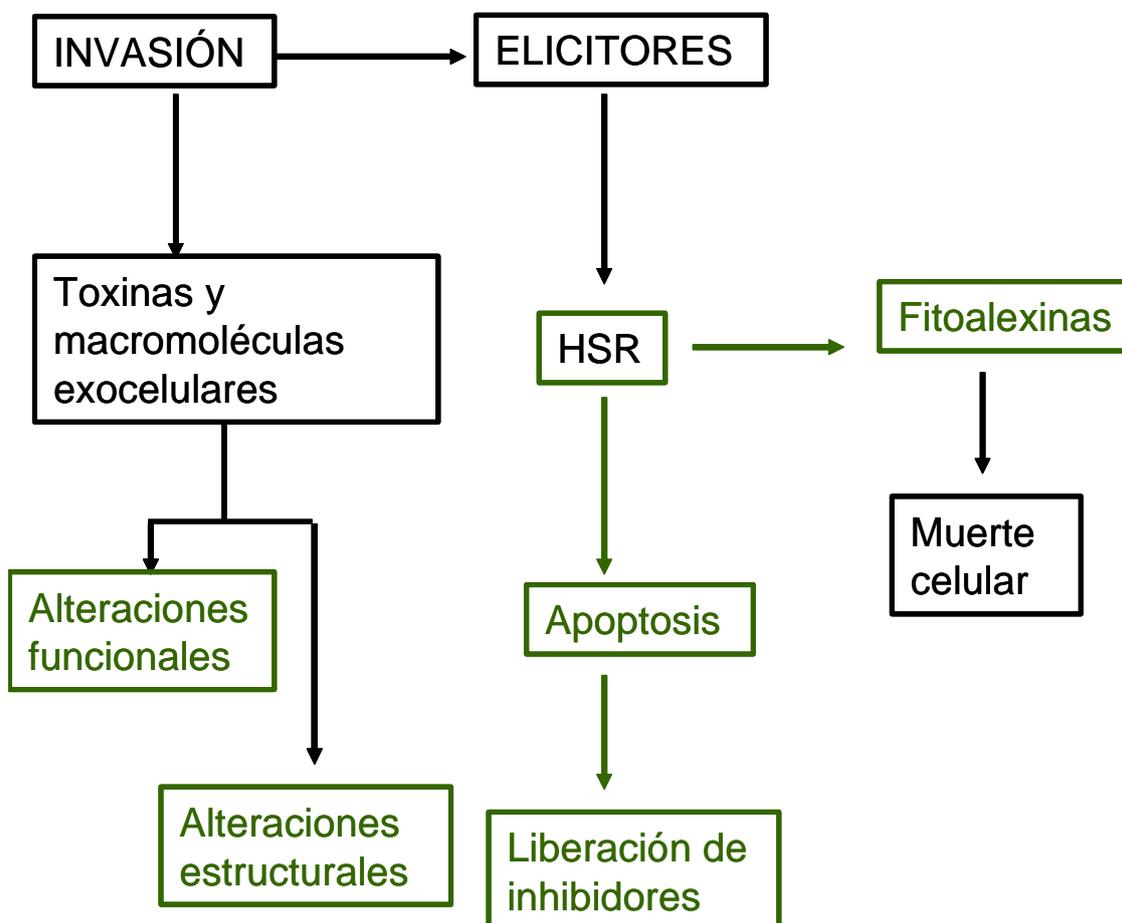


Figura 4. Segunda fase de la patogénesis: desde la producción de elicitors y toxinas hasta la muerte celular.

Tras la penetración, la planta, una vez superada su inmunidad innata, puede desarrollar un mecanismo de emisión de señales de quórum falsa, que desagregan las colonias de atacante.

Hasta ahora no se conoce cómo los patógenos reconocen a sus huéspedes y viceversa. Se asume que cuando un patógeno toma contacto con la célula huésped, debe tomar lugar un acontecimiento temprano que dispara una respuesta rápida en cada organismo. Esta respuesta bien permite, bien impide el crecimiento posterior del patógeno y el desarrollo de la enfermedad.

La naturaleza de este acontecimiento temprano no es conocida con certeza, pero puede consistir en una de las muchas sustancias, estructuras o rutas metabólicas

involucradas en el proceso de infección. Esto puede incluir compuestos o estructuras del huésped, que actúan como señales específicas, o elicitores específicos del patógeno que inducen acciones también específicas o formación de compuestos por el otro organismo (Kvitko et al., 2007).

En el caso de utilización de vectores de transmisión la cosa se complica, ya que la especificidad también debería afectar al vector. Los insectos, por ejemplo, interaccionan con las plantas de maneras muy diversas: se alimentan meramente de ellas, actúan como vectores de polinización, depositan sobre ellas sus huevos para protegerlos y alimentar después a sus larvas o son vectores de microorganismos potencialmente parásitos (Schoonhoven et al., 2005). Los insectos seleccionan la planta de la que se van a alimentar o sobre la que van a depositar sus huevos en función, principalmente, de percepciones visuales y odoríferas, existiendo diferencias singulares entre ambos sistemas.

Ahora vendría el ataque propiamente dicho. Bacterias fitopatógenas y hongos poseen sistemas de secreción mediante los cuales pueden inyectar en las células huésped efectores de virulencia, generalmente proteínas, de acciones variadas sobre la maquinaria celular. Hasta el presente, se han descrito varios de estos sistemas de secreción que, generalizando el concepto, son también definidos como factores de virulencia, dado su absoluto requerimiento para inyectar en la planta las diversas moléculas efectoras (Speth et al., 2007).

De entre los factores de virulencia, cabe destacar las enzimas de degradación de polímeros de pared celular, glucanasas, xilanasas, pectinasas y ligninasas, que producen una auténtica maceración de los tejidos del huésped (Sindhu y Dadarwal, 2001). Hay que hacer notar que estas enzimas generalmente solo atacan a los polímeros de la planta, no a los propios polisacáridos del patógeno.

Recíprocamente, enzimas semejantes, incluida quitinasa, son producidos por las plantas, sin efecto apreciable sobre sus propios polímeros, pero activas frente a los de patógeno. Son consideradas como proteínas de defensa, aunque no son las únicas.

La planta invadida también produce inhibidores de proteinasas, defensinas, tioninas, proteínas de transferencia de lípidos y proteínas inhibidoras de polisacaridasas bacterianas o fúngicas, que colaboran en la defensa de la planta frente al patógeno (Castro y Fontes, 2005).

A su vez, el patógeno contraataca mediante la producción y secreción de toxinas, antibióticos y polisacáridos de oclusión (Huang et al., 2001). Estos son importantes en las llamadas enfermedades fastidiosas, que se caracterizan por la oclusión mediante tapones de goma, de los elementos conductores de la planta, provocando su desecación (Blanch et al., 2008).

La emisión de elicitores por parte del patógeno puede desencadenar reacciones de hipersensibilidad acompañadas de la liberación de fitoalexinas por parte de las

células huésped, provocándose la muerte tanto del patógeno como de alternativamente, la planta.

LA PARTICIPACIÓN CREATIVA DE LOS ALUMNOS EN EL PROCESO DOCENTE: LOS MAPAS CONCEPTUALES

Con todas las desventajas que supone el que el estado actual de la ciencia pueda presentar aún lagunas de conocimiento sin rellenar, lagunas que puedan representar discontinuidades en la secuencia de acontecimientos, una concepción de este tipo tiene la ventaja de aportar una significación lógica tanto al programa de una asignatura como al desarrollo de sus temas individuales. También incrementa la comprensión de una visión de conjunto, que propicia el encontrar con facilidad la vía lógica para resolver un problema concreto y mejora el nivel de organización de los conocimientos, de las causas y sus efectos. Es una especie de mapa conceptual global, en el sentido descrito por Novak (1998), el cual puede descomponerse en subconjuntos coherentes, de extensión limitada y de más fácil acceso, conectados a su vez entre sí.

Y aquí es donde viene el papel activo de los alumnos, su incorporación al proceso creativo. Si han aceptado la concepción global de la asignatura, ellos pueden colaborar libremente en cada uno de sus apartados, mediante la elaboración de mapas conceptuales concretos.

Pongamos un ejemplo. Se ha explicado la lección de Biocontrol de plagas. Se han planteado las pautas generales, se han aportado ejemplos significativos, se ha conceptualizado la acción y se han analizado las diferentes perspectivas. Podemos remachar todo este conocimiento adquirido de una manera pasiva: se estudia el texto elaborado por el alumno tras la clase, se señalan los puntos dudosos y se trata de resolverlos y, finalmente, se memoriza.

Pero también puede hacerse de una forma activa. Planteemos al alumno un caso particular en el que puedan converger los diferentes aspectos de la cuestión que ya ha estudiado, aclarado y memorizado: organismos competidores, posibilidades reales y naturales de encuentro de los antagonistas en la misma planta, acciones fisiológicas o fisiopatológicas de los antagonistas, mecanismos moleculares del antagonismo, resultados experimentales *versus* resultados naturales extrapolables.

El alumno parte de una bibliografía mínima que contenga los elementos experimentales en que basarse y se le anima a encontrar fuentes bibliográficas complementarias. Su misión es asimilar la experimentación, encontrarle la concatenación lógica a los diferentes sucesos, establecer las interrelaciones y sacar las conclusiones precisas. El tratamiento experimental puede resultarle suficiente pero también puede pensar que hubiera sido mejor de otra forma, que a tal experimento le falta algo que lo haga enlazar mejor con el siguiente, que tal conclusión podría haber sido de otra manera si el enfoque hubiese sido distinto.

Por resumirlo en una imagen, se trata antes de crear un **collage**, una obra propia utilizando elementos ajenos, que de ordenar un **puzzle**, colocar las piezas en una posición única y decidida de antemano. Con todos estos elementos, puede construir un esquema topográfico (**un mapa conceptual**) en el que:

“los diferentes conceptos aparecen jerárquicamente distribuidos en el espacio de modo que permite la representación de los diversos tipos de relaciones entre ellos” (Sánchez y Gairín, 2008)

La elaboración de tales mapas conceptuales por los alumnos presentaba varias ventajas:

- Incorporación activa del alumno al desarrollo de la asignatura.
- Clarificación y fijación de los conceptos básicos explicados en la clase teórica e, incluso, ampliación de los mismos.
- Posibilidad de trabajo en equipo con el profesor como miembro del mismo, sin excesivo protagonismo pero con la posibilidad de incorporar sus puntos de vista a la discusión.
- Elaboración de esquemas sucesivos, que pueden ser continuamente corregidos y rehechos hasta alcanzar un diagrama final consensuado.
- Exposición del mapa conceptual, explicando su desarrollo y elaboración, al resto del alumnado, lo que amplía la participación del mismo en los minutos de discusión.
- Muchas veces, un esquema visual, en el que los circuitos deductivos están claramente explícitos, aunque no se utilicen palabras enlace entre las diferentes regiones del mapa, ayuda a fijar el recuerdo, ayuda al mantener viva la ruta deductiva y colabora a la formación global en la materia.

Por todas esas razones, se propuso a los alumnos de Fisiopatología Vegetal la elaboración de mapas conceptuales de diferentes lecciones del temario, sin que la elaboración de tales mapas colaborara a la calificación final (me pareció importante que este esfuerzo adicional no estuviese condicionado por una “ganancia” prometida, sino que participara del altruismo de “hacer por saber exclusivamente”, lo cual lo haría mucho más valioso).

De todas maneras, se consensuó que el examen final fuera planteado como elaboración de mapas conceptuales. A la “ganancia” inmediata que se les hurta se le compensa con una ganancia a largo plazo, ya que el alumno puede hacer frente al examen final con mayor formación, menor incertidumbre y mejores posibilidades de éxito si él antes ha preparado su propio examen, conoce de qué manera hay que

hacerlo y cuál es la metodología a seguir para su resolución. Pero no se suprimía ni se paliaba la necesidad de su propio esfuerzo.

Algo parecido se había hecho el curso anterior (2007-2008) en la asignatura de Bioproducción de metabolitos vegetales de interés industrial, en la que el examen se realiza mediante la propuesta y resolución de problemas. Los alumnos, durante el curso, no solo solucionaron los problemas propuestos por el profesor sino que se les invitó a que ellos construyeran sus propios enunciados y los discutieran en el seminario correspondiente, para ser posteriormente expuestos en el campus virtual. El nivel de participación fue alto y de una calidad excelente.

LA CONSTRUCCIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES DE PROBLEMAS CONCRETOS Y ESPECÍFICOS

Una vez elaborado el método, se propone a los alumnos su colaboración en el desarrollo mediante la construcción razonada de mapas conceptuales. El protocolo es el siguiente:

- Se le proporciona al grupo de alumnos (dos o tres como máximo) un texto en el que se especifican los resultados experimentales más descriptivos del problema a analizar. Por ejemplo:

Xanthomonas albilineans es una bacteria fitopatogénica causante de la escaldadura foliar de caña de azúcar. La bacteria entra en la planta a través de estomas y heridas superficiales. La enfermedad está producida por la secreción de una toxina, albicidina, que interfiere con el metabolismo del DNA, y por secreción de un polisacárido extracelular, un xantano, que ocluye los elementos xilemáticos de la planta, produciendo sequía.

Otro endofito de la caña de azúcar es la bacteria fijadora de nitrógeno *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Esta bacteria entra como contaminación del estilete bucal de una chinche, *Saccharicoccus sacchari*, que se alimenta de los jugos azucarados del floema. La bacteria se instala en los paquetes parenquimatosos que rodean los haces vasculares y allí se comporta como un endosimbionte, colaborando al metabolismo nitrogenado de la planta.

G. diazotrophicus es capaz de producir una bacteriocina con actividad lisozima, segregable al exterior celular.

X. albilineans muestra ser sensible a tal bacteriocina, por lo que se propone que la infección de caña de azúcar por *G. diazotrophicus* constituye un beneficioso sistema de biocontrol de la escaldadura foliar.

- Se le suministra al grupo de alumnos algunas separatas de trabajos originales en las que el desarrollo metodológico está expresamente descrito. Por ejemplo:

D. Piñón, M. Casas, M. Blanch, B. Fontaniella, Y. Blanco, C. Vicente, M.T. Solas, M.E. Legaz (2002): *Gluconacetobacter diazotrophicus*, a sugar cane endosymbiont, produces a bacteriocin against *Xanthomonas albilineans*, a sugar cane pathogen. Res. Microbiol., **153**: 345-351.

M.T. Solas, D. Piñón, R. Acevedo, B. Fontaniella, M.E. Legaz, C. Vicente (2003): Ultrastructural changes and production of a xanthan-like polysaccharide associated with scald of sugarcane leaves caused by *Xanthomonas albilineans*. Eur. J. Plant Pathol., **109**: 351-359.

Y. Blanco, M. Blanch, D. Piñón, M.E. Legaz, C. Vicente (2005): Antagonism of *Gluconacetobacter diazotrophicus* (a sugarcane endosymbiont) against *Xanthomonas albilineans* (pathogen) studied in alginate-immobilized sugarcane stalk tissues. J. Biosci. Bioengin., **99**: 366-371, 2005.

- Los alumnos intentarán correlacionar la secuencia de acontecimientos mediante sistemas gráficos en los que cada acontecimiento esté relacionado con el siguiente, usando criterios geométricos para evaluar el grado de correlación entre uno y otro suceso.
- Un primer esbozo de mapa será previamente discutido con el tutor y modificado si es preciso.
- El mapa conceptual final (Fig. 5) se expone en clase, durante un tiempo máximo de 15 min, seguidos de 5 min de coloquio.
- Esta actividad no es sujeto de evaluación y, por tanto, no tiene relevancia en la calificación final.

El resultado de la elaboración de estas “interacciones topográficas”, en su diseño gráfico, se expone en la Fig. 5. Este esquema ha constituido solo un ejemplo que los alumnos deberán aplicar a los problemas concretos que le sean planteados.

CONCLUSIONES

La experiencia detallada en este trabajo ha sido llevada a cabo con la colaboración de los alumnos matriculados en la asignatura de Fisiopatología Vegetal, optativa de 5º Curso en la Licenciatura de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

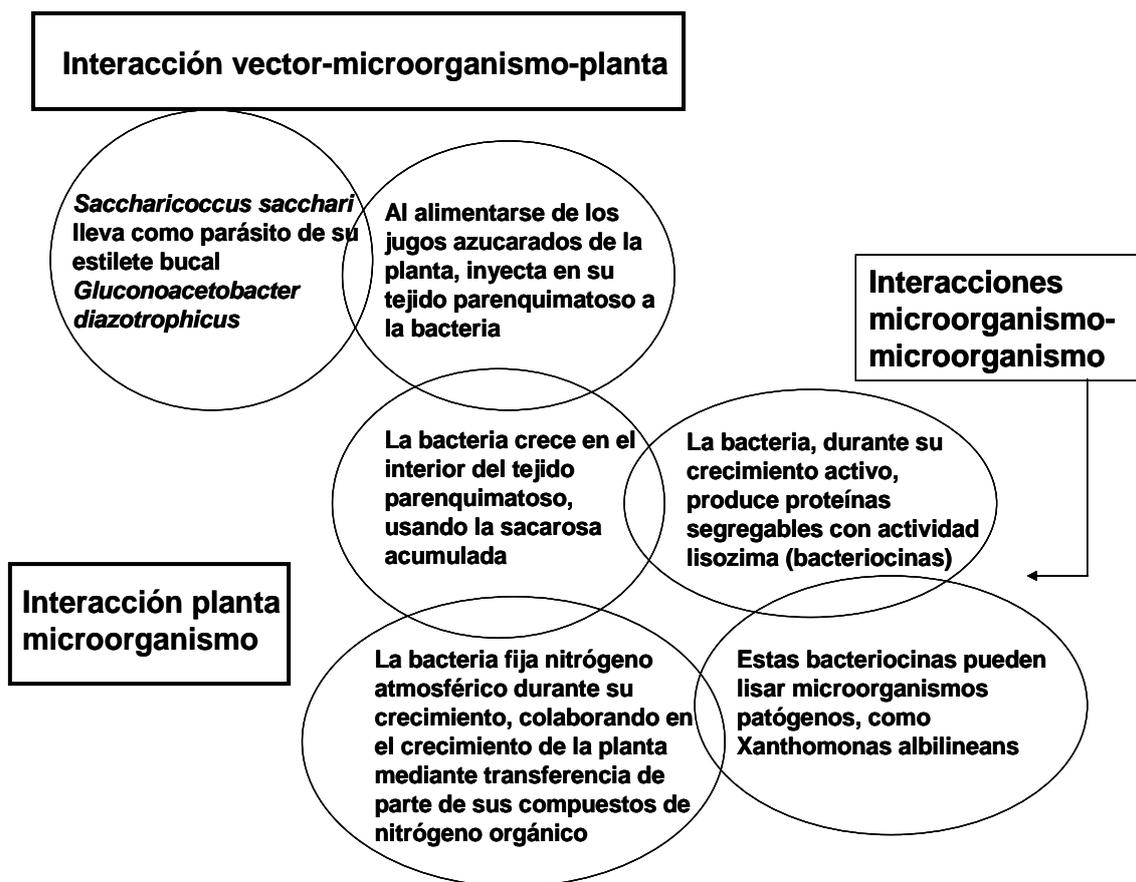


Fig. 5. Mapa conceptual ejemplo de interacciones entre microorganismos con aplicación al biocontrol de plagas.

Además del alto grado de participación logrado, hay que resaltar, como resultados positivos, la completa implicación del alumnado en el proyecto, el estudio detallado del problema propuesto, en la mayor parte de los casos la búsqueda por parte del alumnado de complementos bibliográficos adecuados, la discusión previa con el profesor de los diversos grados de elaboración del mapa y una seria, concienzuda y clara exposición ante el resto de la clase.

En este sentido, cabe destacar que la experiencia ha sido altamente positiva, creativa, intachable y, por qué no decirlo, emocionante. Ha resultado un complemento teórico-práctico de un enorme valor pedagógico que ha enriquecido grandemente los contenidos y métodos de la asignatura.

Como muestra, a esta exposición general seguirán, a modo de artículos individuales, 5 mapas conceptuales elaborados durante el curso, en los que podrán apreciarse todos los valores que se resumen en estas conclusiones.

REFERENCIAS

- Abramovitch, R.B.; Anderson, J.C. y Martin, G.B. 2006. Bacterial elicitation and evasion of plant innate immunity. *Nature Reviews on Molecular Cell Biology*, 7: 601-611.
- Agrios, G.N. 1997. *Plant Pathology*. Academic Press, San Diego.
- Blanch, M.; Legaz, M.E. y Vicente, C. 2008. Xanthan production by *Xanthomonas albilineans* infecting sugarcane stalks. *Journal of Plant Physiology*, 165: 366-374.
- Castro, M.S. y Fontes, W. 2005. Plant defense and antimicrobial peptides. *Protein Peptide Letters*, 12: 13-18.
- Huang, G.; Zhang, L. y Birch, R. G. 2001. A multifunctional polyketide-peptide synthetase essential for albicidin biosynthesis in *Xanthomonas albilineans*. *Microbiology*, 147: 631-642.
- Kvitko, B.H.; Ramos, A.R.; Morello, J.E.; Oh, H.S. y Collmer, A. 2007. Identification of harpins in *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000, which are functionally similar to HrpK1 in promoting translocation of type III secretion system effectors. *Journal of Bacteriology*, 189: 8059-8072.
- Novak, J.D. 1998. *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para las escuelas y las empresas*. Alianza Editorial, Madrid.
- Sánchez, P. y Gairín, J. 2008. *Planificar la formación en el Espacio Europeo de Educación Superior*. ICE de la Universidad Complutense, Madrid.
- Schoonhoven, L.M.; Van Loon, J.J.A. y Dicke, M. 2005. *Insect-Plant Biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Sharma, A.; Sahgal, M. y Johri, B.N. 2003. Microbial communication in the rhizosphere: Operation of quorum sensing. *Current Science*, 85: 1164-1171.
- Sindhu, S.S. y Dadarwal, K.R. 2001. Chitinolytic and cellulolytic *Pseudomonas* sp. antagonistic to fungal pathogens enhances nodulation by *Mesorhizobium* sp. *Cicer* in chickpea. *Microbiological Research*, 156: 353-358.
- Speth, E.B., Lee, Y.N. y He, S.Y. 2007. Pathogen virulence factors as molecular probes of basic plant cellular functions. *Current Opinion in Plant Biology*, 10: 580-586.

Recibido: 2 junio 2009.

Aceptado: 25 junio 2009.