



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Morfogénesis: la ruta organogénica versus la ruta embriogénica

Apellidos, nombre	Gisbert Doménech, Carmina (cgisbert@btc.upv.es)
Departamento	Departamento de Biotecnología
Centro	ETSIAMN-Universidad Politécnica de Valencia



1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se va a explicar en qué consiste el proceso morfogénico en el contexto del cultivo in vitro de explantes vegetales y las diferencias que existen entre las dos rutas morfogénicas, la organogénica y la embriogénica. También se van a introducir algunos conceptos relacionados y que en algunas ocasiones resultan confusos.

2 Introducción

La morfogénesis se define como la formación o la génesis de órganos y comprende el crecimiento y la diferenciación celular.

En células o tejidos cultivados in vitro el proceso morfogenético puede inducirse ya que, las células vegetales son capaces bajo determinados estímulos de desdiferenciarse y diferenciarse de nuevo. Esta plasticidad celular se conoce como totipotencia celular.

La respuesta morfogenética puede manifestarse siguiendo dos rutas alternativas: la organogénesis y la embriogénesis (Figura 1). En la organogénesis se produce la formación de tallos, raíces u otras estructuras y en la embriogénesis se forman embriones que al germinar dan lugar a una planta. En ambos casos, el proceso se genera a partir de células somáticas. Si la respuesta primaria al estímulo morfogenético es la formación de callo antes de diferenciarse meristemas o embriones se habla de organogénesis o embriogénesis indirecta.

En algunas ocasiones se utiliza el término regeneración adventicia que hace referencia a la regeneración que se produce a partir de un lugar que no es el común en el desarrollo de una planta, por ejemplo la regeneración de una planta a partir de un segmento de hoja. Según lo comentado anteriormente, la regeneración adventicia podría incluir plantas regeneradas en un proceso organogénico o en un proceso embriogénico, sin embargo, en cultivo in vitro cuando se utiliza este término generalmente se hace referencia a meristemas adventicios obtenidos por la vía organogénica.

3 Objetivos

El objetivo de este artículo docente es que los alumnos sean capaces de:

- Comprender el concepto de morfogénesis y otros relacionados.
- Distinguir entre las dos rutas morfogenéticas.
- Distinguir entre los procesos llamados directos y los indirectos que pueden producirse en ambas rutas.

4 Desarrollo

Con los conceptos comentados en la introducción plantearé las siguientes cuestiones con el fin de que el alumno pueda autoevaluar si los conceptos

anteriormente explicados le han quedado claros y pueda reforzarlos en caso negativo.

¿Qué es la organogénesis?

La organogénesis es una de las vías morfogénicas en la cual se diferencian meristemos a partir de las células o tejidos cultivados. Cuando se produce un meristemo apical su desarrollo da lugar a una planta.

¿Qué es la embriogénesis?

La embriogénesis es un proceso morfogénico por el cual se generan embriones a partir de células somáticas en cultivo. Los embriones somáticos (ES) siguen las mismas etapas de desarrollo que los embriones cigóticos pero no son el resultado de la fecundación de los gametos.

¿Cómo diferenciar la embriogénesis de la organogénesis?

La producción de tallos y raíces en un proceso organogénico es independiente mientras que, los embriones resultantes de un proceso embriogénico germinan dando lugar a un tallo y una radícula simultáneamente al igual que ocurre con una semilla.

En la figura siguiente se muestra la regeneración obtenida por ambas vías.

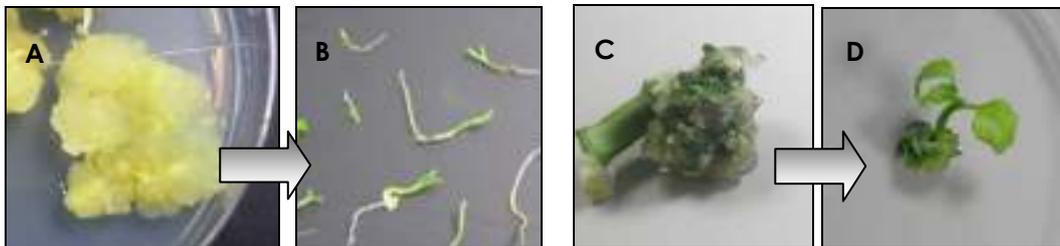


Figura 1. A. Callo embriogénico. B. Embriones de zanahoria germinados trascurridas 3 semanas de cultivo. C. Organogénesis: callo con yemas obtenido a partir de un explante de cotiledón. D. Planta de pimiento desarrollada a partir de ese callo inicial y que puede cortarse para enraizar.*

¿Cuándo un proceso morfogénico es directo o indirecto?

La regeneración es directa cuando los tallos o embriones se producen directamente a partir de los tejidos de partida, y es indirecta cuando la regeneración de tallos o embriones se produce tras un crecimiento desorganizado del tejido que denominamos callo. En la figura 2 se puede ver un ejemplo de lo que se considera organogénesis directa e indirecta. En la embriogénesis es más frecuente el proceso indirecto pero también puede ocurrir de manera directa.

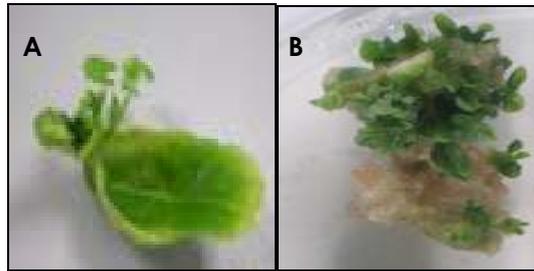


Figura 2. Organogénesis directa (A) e indirecta (B) a partir de cotiledones de calabacín y berenjena, respectivamente.*

¿Cómo inducir estos procesos?

Para inducir la organogénesis en los diferentes tipos de explantes se pueden utilizar distintos reguladores de crecimiento, normalmente reguladores de crecimiento de tipo auxina combinados con reguladores de crecimiento de tipo citoquinina.

Para inducir la embriogénesis se suelen utilizar auxinas y en concreto el 2-4 D (ácido 2-4 diclorofenoxiacético).

No obstante, en cada caso se requiere de unos reguladores en concentraciones determinadas que se determinan empíricamente.

¿Son procesos similares?

No.

Tras la inducción, si la respuesta al estímulo morfogénético es la formación de un meristemo apical, las condiciones tienen que ser las adecuadas para que éste crezca y de lugar a tallos que puedan aislarse y enraizar.

Cuando se producen embriones, éstos necesitan desarrollarse y pasan por todas las fases de desarrollo embrionario (globular, corazón, torpedo y cotiledonar), al igual que un embrión zigótico, hasta geminar originando una planta.

Por ello los medios y condiciones que necesitan para conseguir plantas por una u otra vía son muy distintos.

5 Cierre

En los apartados de introducción y el desarrollo han aparecido distintos conceptos relacionados con la regeneración de plantas a partir de cultivos de explantes in vitro que suelen crear confusión o que presentan dificultad de comprensión a los alumnos. Con el tema elaborado, se ha pretendido explicar estos conceptos de una manera que el alumno pueda obtener respuesta a las dudas que le puedan surgir al estudiar temas comentados en clase o tras la lectura de artículos científicos. La aparición de éstos conceptos/procesos es frecuente por ser la base para la aplicación de distintas técnicas de cultivo in vitro.



MORFOGÉNESIS			
EMBRIOGÉNESIS		ORGANOGENESIS	
DIRECTA	INDIRECTA	DIRECTA	INDIRECTA

Figura 3. Rutas morfogénicas

6 Bibliografía

DAVEY, M.R., ANTONY, P. "Plant Cell Culture". Wiley-Blackwell, Singapore 2010.

GISBERT, C., FITA, A., DÍEZ, M.J. "Prácticas de cultivo in vitro y transformación genética de plantas". Editorial UPV, Valencia 2008.

PIERIK, R.L.M., AYERBE MATEO-SAGASTA, L. "Cultivo in vitro de plantas superiores". Ediciones Mundi-Prensa, 1990.