

Estadio corazón (embriogénesis vegetal)

El estadio corazón, en la embriogénesis vegetal, es un proceso durante el cual se continúa la diferenciación celular e inicia la elongación de los cotiledones (o cotiledón en monocotiledóneas), que a su vez define la condición bilateral del embriónⁱ. Esta etapa en el proceso de desarrollo adquiere su nombre debido a la forma alargada de los cotiledones sobre la porción central del embrión en dicotiledóneas.

Etapas:

Temprana:

En las primeras etapas del estadio corazón, además de continuar el crecimiento polarizado, inician principalmente la elongación y distinción de los cotiledones. A medida que avanza el crecimiento polarizado, el protodermo (tejidos inmaduros de la epidermis) se comienza a diferenciar, y la delimitación del meristemo apical y radicular se hace evidente; adicionalmente, en la parte más interna se forman, el procambio, y el tejido base que darán origen al tejido vascular, y al cortex y la medula respectivamente. Siguiendo este lineamiento, ocurren modificaciones en las paredes celulares dependiendo del tipo de función que ejercerán cada grupo de células.

Dicotiledóneas

Durante el estadio, la composición del embrión se divide en tres partes: Cotiledones (hojas embrionarias), epicotilo (contiene el tejido que será el meristema apical) e hipocotilo (porción que dará origen al meristema radicular).

El meristema apical (epicotilo), que formará todas las estructuras posembrionarias por encima de los cotiledones, se encuentra ubicado en la porción superior entre los cotiledones; mientras el meristema radicular (hipocotilo), de la cual se desarrollaran las estructuras debajo de los cotiledones como la raíz o rizomas, se halla junto al tejido que compone el suspensor.

Monocotiledóneas

Debido a la aparición de un solo cotiledón, el meristema apical se desarrolla paralelo y lateral al escutelo (único cotiledón alargado) que se mantiene erecto durante su crecimiento en la mayoría de especies. En Gramineae (poales)ⁱⁱ, aunque siguen el mismo patrón que el resto de las monocotiledóneas, se produce un embrión muy particular. Se compone de un escutelo, un epicotilo con el meristema apical cubierto por varios primordios de hoja denominados coleoptilo, y un hipocotilo con el meristema radicular (con un primordio de radícula) cubierto por una cobertura denominada coleoriza.

Tardía

Durante esta última etapa el embrión termina casi en su totalidad el proceso de diferenciación celular y continua el crecimiento polarizado. La elongación permite mayor distinción de los cotiledones que forman progresivamente la estructura corazón (en dicotiledóneas).

En la transición del estadio corazón al estadio torpedo, se mantiene la misma estructura del tejido, por lo que ésta etapa es caracterizada por el inicio de la diferenciación del tejido vascular, y la acumulación intracelular (en cotiledones) de sustancias nutritivas (carbohidratos, lípidos y proteínas)ⁱⁱⁱ.

Fundamento molecular.

Estudios^{iv} han considerado que el gen *PEII*, promueve un factor de transcripción que permite la transición de estadio globular a estadio corazón; es decir, se encuentra vinculado con la diferenciación de los cotiledones. También, en la mutación *topless-1*^v se ha observado un impedimento en el desarrollo de los cotiledones, y aunque en este caso sí se promueve el crecimiento del embrión, en sus ejes apical y radicular se forman regiones especificadas para meristema radicular; en otras palabras, en ambos ejes se promueve el desarrollo de raíz. Otra mutación, denominada *shoot meristemless (STM)* bloquea en su totalidad el desarrollo de meristema apical. De este modo, parece afectar varios genes que codifican para factores de transcripción que mantienen la pluripotencia del meristema apical en su estado adulto^{vi}. Los genes implicados en las mutaciones *topless-1* y *shoot meristemless* no se han sido totalmente identificados.

Por otro lado, experimentos^{vii} realizados sobre embriones en estadios tempranos, han considerado que la ausencia de suspensor no permite el desarrollo del embrión hasta el estadio corazón; según se teoriza, debido a que ésta estructura produce hormonas (como por ejemplo giberelinas^{viii}) necesarias para la continuación del desarrollo embrionario.

Así mismo, ha sido observado que la condición bilateral, establecida entre el estadio globular y estadio de corazón, se mantiene durante el desarrollo por la aparición de auxinas^{ix}. La concentración de auxinas ha sido también considerada como un factor importante en las diferencias entre el desarrollo de dicotiledóneas y monocotiledóneas^x; además, puede ser considerada la aparición de estructuras como coleptilo y coleorizas producto indirecto de ésta molécula. La molécula de la auxina es reconocida por causar cambio en la expresión de genes al promover degradación de proteínas reguladoras de transcripción como las AUX/IAA^{xi}. Ésta acción es reconocida durante la diferenciación entre los ejes apical y radicular de la planta en el estadio corazón. De este modo, genes como *Monopteros*^{xii}, que promueve la diferenciación del hipocotilo y la región del meristema radicular, son afectados por la concentración diferenciada de auxina en las distintas regiones del embrión.

Bibliografía

BAMBERG, J.B. 1991. Characterization of a new gibberellin related dwarfing locus in potato (*Solanum tuberosum* L.). *American Journal of Potato Research* **68** (1): 45-52.

BECK, C. 2005. An Introduction to plant structure and development. Cambridge: University of Cambridge Press.

GILBERT, S. 2003. Developmental biology. Sunderland: Sinauer Association.

LEYSER, O & DAY, S. 2003. Mechanisms in Plant Development. Oxford: Blackwell Science Ltda.

LI, Z. & THOMAS, T. 1998. *PEII*, an Embryo-Specific Zinc Finger Protein Gene Required for Heart-Stage Embryo Formation in Arabidopsis. *Plant Cell* **10**: 383-398.

Mc STEEN, P. 2010. Auxin and monocot development. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* **2** (3). Disponible en línea: <http://cshperspectives.cshlp.org/content/2/3/a001479.full.pdf+html>

RAVEN,P., EVERT, R. & EICHHORN, S. 2005. Biology of plants. New York: W.H. Freedman and Company Publishers.

SPENCER, M., CASSON, S. & LINDSEY, K. 2007- Transcriptional profiling of the Arabidopsis embryo. *Plant Physiology* 143:924-940.

TRIGIANO, R. & Gray, D. 2000. Plant Development and Biotechnology. Boca Raton: CRC Press.

WOLRPET, L. 2007. Principles of developmental biology. New York: Oxford University Press.

- ⁱ TRIGIANO, R. & Gray, D. 2000. *Plant Development and Biotechnology*. Boca Raton: CRC Press.
- ⁱⁱ BECK, C. 2005. *An Introduction to plant structure and development*. Cambridge: University of Cambridge Press.
- ⁱⁱⁱ LEYSER, O & DAY, S. 2003. *Mechanisms in Plant Development*. Oxford: Blackwell Science Ltda.
- ^{iv} LI, Z. & THOMAS, T. 1998. *PEII*, an Embryo-Specific Zinc Finger Protein Gene Required for Heart-Stage Embryo Formation in Arabidopsis. *Plant Cell* **10**: 383-398.
- ^v WOLRPET, L. 2007. *Principles of developmental biology*. New York: Oxford University Press.
- ^{vi} WOLRPET, L. 2007. *Principles of developmental biology*. New York: Oxford University Press. P:232.
- ^{vii} GILBERT, S. 2003. *Developmental biology*. Sunderland: Sinauer Association.
- ^{viii} BAMBERG, J.B. 1991. Characterization of a new gibberellin related dwarfing locus in potato (*Solanum tuberosum* L.). *American Journal of Potato Research* **68** (1): 45-52.
- ^{ix} WOLRPET, L. 2007. *Principles of developmental biology*. New York: Oxford University Press.
- ^x Mc STEEN, P. 2010. Auxin and monocot development. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* **2** (3). Disponible en línea: <http://cshperspectives.cshlp.org/content/2/3/a001479.full.pdf+html>
- ^{xi} WOLRPET, L. 2007. *Principles of developmental biology*. New York: Oxford University Press. P :231
- ^{xii} WOLRPET, L. 2007. *Principles of developmental biology*. New York: Oxford University Press.