

Francisco Javier Medina Díaz

Investigador Científico
fjmedina@cib.csic.es



Licenciado en Ciencias, 1974
Profesor Ayudante, 1974-1976
Doctor en Ciencias Biológicas, 1979
Universidad Complutense de Madrid
Postdoctoral, 1979-80
Instituto de Biología Celular, CSIC
Colaborador Científico/Científico Titular, 1981
Jefe de Grupo, 1997
Investigador Científico, 2003
CIB, CSIC

Otros miembros | Other lab members:

Raúl Herranz Barranco
Aránzazu Manzano Pérez
Miguel Ángel Valbuena Crespo

Khaled Youssef Kamal
Mercedes Carnota Romero

<http://www.cib.csic.es/es/grupo.php?idgrupo=32>

Nucleolo, Proliferación Celular y Microgravedad en Plantas

El uso de las plantas para la alimentación fue un paso significativo para la humanidad. El cultivo de plantas en el espacio y en otros planetas, en ausencia de la gravedad terrestre, será necesario para la exploración del Universo. Mediante experimentos espaciales y en dispositivos de simulación de microgravedad en Tierra, investigamos alteraciones celulares ligadas al desarrollo de las plantas.

La gravedad es una importante diferencia del medio ambiente terrestre con respecto al del espacio o al de otros planetas. En el espacio la gravedad está prácticamente ausente (microgravedad); la Luna y Marte, poseen, respectivamente, un sexto y un tercio de la gravedad de la Tierra. Este es un factor esencial para el crecimiento de las plantas en las que el tallo y las hojas crecen en contra del vector gravedad y las raíces, a favor. Conocer los fundamentos fisiológicos de este comportamiento, decisivo en la evolución de los seres vivos, es necesario para cre-

cer plantas con éxito en el espacio. Además, puede desvelar aspectos importantes para la agricultura terrestre.

Nuestros modelos experimentales son sistemas celulares proliferantes indiferenciados de *Arabidopsis thaliana*. En plántulas, el meristemo de la raíz, un tejido esencial para el desarrollo de la planta. Además, usamos cultivos celulares *in vitro*. En ambos sistemas, la proliferación y el crecimiento celular están coordinados, produciendo la competencia meristemática. Investigamos la proliferación

celular analizando la regulación del ciclo celular; el crecimiento celular, mediante el estudio del nucleolo y la biogénesis de los ribosomas, las factorías celulares de proteínas. Nuestros proyectos internacionales incluyen el uso de diferentes genotipos de *Arabidopsis* (silvestre, mutantes del transporte de auxinas y de la biogénesis de ribosomas y construcciones con genes reporteros) y de cultivos *in vitro*. El proyecto conjunto NASA-ESA "Seedling Growth" (Co-IPs John Kiss, EE.UU., y F.J. Medina, CIB-CSIC) comprende cuatro experimentos en la Estación Espacial Internacional entre 2.013-2.016 para estudiar alteraciones celulares causadas por los efectos combinados de la luz y de la gravedad (Fig. 1). El proyecto europeo "GIA-GBF" (IP: Raúl Herranz, CIB-CSIC) estudia alteraciones de las rutas de transporte de auxinas y de la regulación del ciclo celular en instalaciones terrestres de microgravedad simulada (Fig. 2)

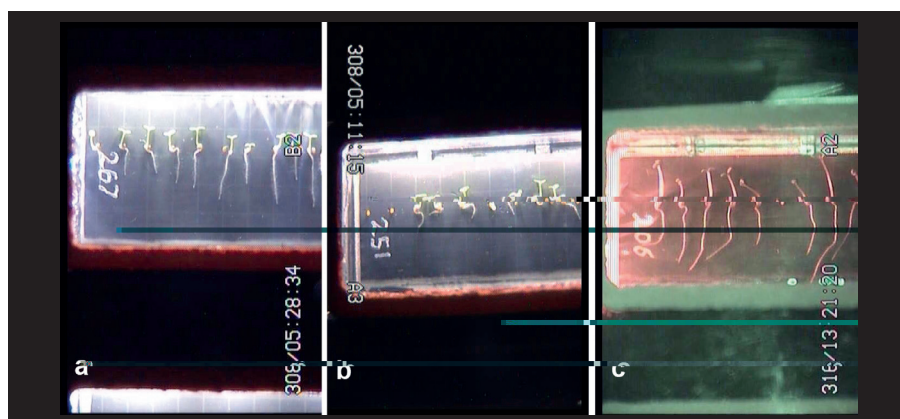


Figura 1 | Figure 1

Plántulas de *Arabidopsis thaliana* crecidas en la ISS, en el curso del experimento "Seedling Growth-2" (noviembre 2.014). a: Gravedad control 1g. b: Microgravedad. c: fotostimulación con luz roja. Nótese la diferencia de orientación: en el primer caso según el vector gravedad, en el segundo sin orientación y en el tercero la curvatura fototrópica de las raíces.

Seedlings of *Arabidopsis thaliana* grown in the ISS in the course of the "Seedling Growth-2" experiment (November 2014). a: Control 1g gravity. b: Microgravity. c: Red light photostimulation. Notice the differences in orientation: in the first case, according to the gravity vector, in the second, without any orientation, and in the third, the phototropic curvature of the roots.

Financiación | Funding

- ILSR2009-0932/1177. **European Space Agency (ESA) y National Aeronautics and Space Agency (NASA)**
- CORA-GBF-2011-009. **European Space Agency (ESA)**
- AYA2012-33982. **MINECO. Plan Nacional de I+D+i.**
- ZGIP (Zero-Gravity Instrument Project). **United Nations Office for Outer Space Affairs-United Nations Human Space Technology Initiative (UN-HSTI)**



Plant Cell Nucleolus, Proliferation and Microgravity

Growing plants for food was a significant step in the history of humankind. Growing plants for food in space and on other planets will be necessary for exploration of our Universe. By means of experiments in space and in ground-based facilities for microgravity simulation, we investigate cellular alterations related to plant development.

Gravity is an important difference of the terrestrial environment with the environment of space or other planets. In space, gravity is practically absent (microgravity); the Moon and Mars have, respectively, one sixth and one third of the Earth's gravity. This is an essential factor for plant growth, since stems and leaves grow against gravity, while roots follow gravity. Understanding the physiological basis of this behavior, decisive for the evolution of living beings, is necessary for the successful growth of plants in space. Furthermore, this may reveal important aspects for terrestrial agriculture.

Our experimental models are undifferentiated proliferating cellular systems of the model plant species *Arabidopsis thaliana*. From seedlings, the root meristem, a tissue which is essential for the plant development. Moreover, we use *in vitro* cell cultures. In both systems, cell proliferation and growth are coordinated, producing meristematic competence. We investigate cell proliferation by analyzing cell cycle regulation, and cell growth by means of the study of the nucleolus and the biogenesis of ribosomes, the cellular factories of proteins. Our current international projects involve the use of *Arabidopsis* seedlings of different genotypes (wild type,

mutants of the auxin transport pathway and of ribosome biogenesis and reporter gene constructions) and also of *in vitro* cell cultures. The joint NASA-ESA project "Seedling Growth", under the shared leadership of Dr. John Kiss (USA) and F.J. Medina (CIB-CSIC), involves four experiments in the International Space Station between 2013 and 2016 to study the combined effects of light and gravity on the alteration of cellular functions (Fig. 1). The objectives of the European project "GIA-GBF", coordinated by Dr. Raúl Herranz (CIB-CSIC), are to investigate alterations of the auxin transport pathway and of cell cycle regulation (Fig. 2).

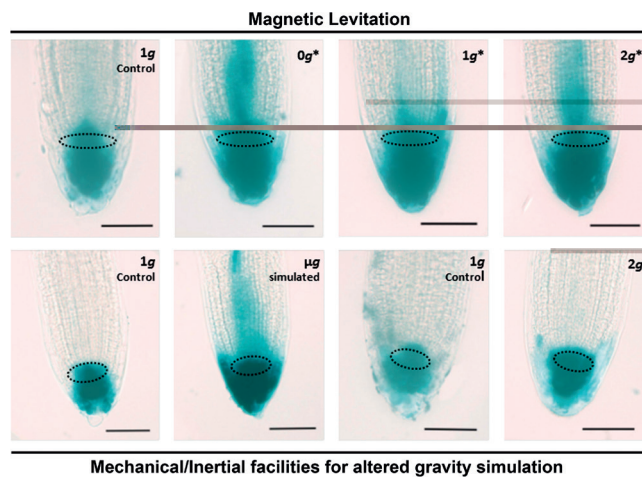


Figura 2 | Figure 2

Distribución de auxinas en la raíz en diferentes condiciones de gravedad (línea DR5::GUS). Se aprecian dos patrones de tinción: 1) centro quiescente (línea de puntos) y columela. Controles 1g e hipergravedad. Transporte normal de auxinas. 2) Todo el extremo de la raíz, incluyendo una parte del meristemo. Microgravedad. Inhibición del transporte de auxinas. Herranz et al. (2014) PSB 9:e28289.

Auxin distribution in roots in different conditions of gravity (line DR5::GUS). Two patterns of staining can be distinguished: 1) quiescent center (dotted line) and columella. 1g controls and hypergravity. Normal auxin transport. 2) The whole root tip, including a part of the root meristem. Microgravity. Inhibited auxin transport. Herranz et al. (2014) PSB 9:e28289.

Publicaciones Seleccionadas Selected Publications

- Vandenbrink, J.P., Kiss, J.Z., Herranz, R., Medina, F.J. [2014] *Light and gravity signals synergize in modulating plant development*. **Frontiers in Plant Sci.** 5:563.
- Mazars, C., Brière, C., Grat, S., Pichereaux, C., Rossignol, M., Pereda-Loth, V., Eche, B., Boucheron-Dubuisson, E., Le Disquet, I., Medina, F.J., Graziana, A., Carnero-Díaz, E. [2014] *Microgravity-associated proteome modifications of Arabidopsis seedlings grown on board the International Space Station reveal the possible effect on plants of space stresses other than microgravity*. **Plant Signaling and Behavior**. 9:e29637
- Mazars, C., Brière, C., Grat, S., Pichereaux, C., Rossignol, M., Pereda-Loth, V., Eche, B., Boucheron-Dubuisson, E., Le Disquet, I., Medina, F.J., Graziana, A., Carnero-Díaz, E. [2014] *Microgravity induces changes in microsome-associated proteins of Arabidopsis seedlings grown on board the International Space Station*. **PLoS ONE** 9(3): e91814.
- Herranz, R., Valbuena, M.A., Youssef, K., Medina, F.J. [2014] *Mechanisms of disruption of meristematic competence by microgravity in Arabidopsis seedlings*. **Plant Signaling and Behavior**. 9:e28289
- Herranz, R., Medina, F.J. [2014] *Cell proliferation and plant development under novel altered gravity environments*. **Plant Biology** 16 (Suppl. 1), 23-30.
- Kittang, A.-I., Iversen, T.-H., Fossum, K.R., Mazars, C., Carnero-Díaz, E., Boucheron-Dubuisson, E., Le Disquet, I., Legué, V., Herranz, R., Pereda-Loth, V., Medina, F.J. [2014] *Exploration of plant growth and development using the European Modular Cultivation System facility on the International Space Station*. **Plant Biology** 16, 528-538.
- Manzano, A.I., Larkin, O., Dijkstra, C., Anthony, P., Davey, M., Eaves, L., Hill, R., Herranz, R., Medina, F.J. [2013] *Meristematic cell proliferation and ribosome biogenesis are decoupled in diamagnetically levitated Arabidopsis seedlings*. **BMC Plant Biology** 13(1), 124.
- Herranz, R., Larkin, O., Hill, R., Lopez-Vidriero, I., van Loon, J., Medina, F.J. [2013] *Suboptimal evolutionary novel environments promote singular altered gravity responses of transcriptome during Drosophila metamorphosis*. **BMC Evolutionary Biology** 13(1), 133.
- Herranz, R., Manzano, A.I., van Loon, J.J.W.A., Christianen, P.C.M., Medina, F.J. [2013] *Proteomic signature of Arabidopsis cell cultures exposed to magnetically induced hyper- and microgravity environments*. **Astrobiology** 13(3), 217-224.
- Herranz, R., Anken, R., Boonstra, J., Braun, M., Christianen, P.C.M., Geest, M.D., Hauslage, J., Hilbig, R., Hill, R.J.A., Lebert, M., Medina, F.J., Vagt, N., Ullrich, O., van Loon, J.J.W.A., Hemmersbach, R. [2013] *Ground-based facilities for simulation of microgravity: Organism-specific recommendations for their use, and recommended terminology*. **Astrobiology** 13: 1-17.