



## IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

---

### UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DOMÉSTICOS DE ANÁLISIS DE IMAGEN EN EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS DE FORMA SEMICUANTITATIVA

Desarrollo de un experimento científico mediante el uso de instrumental sencillo

#### **Corrales Pinart, Isabel**

Universitat Autònoma de Barcelona.

Facultad de Biociencias

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología.

Unidad de Fisiología Vegetal.

Carrer de la Vall Moronta S/N

08193 Bellaterra, España

[Isabel.Corrales@uab.es](mailto:Isabel.Corrales@uab.es)

#### **Gunsé Forcadell, Benet**

Universitat Autònoma de Barcelona.

Facultad de Biociencias

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología.

Unidad de Fisiología Vegetal.

Carrer de la Vall Moronta S/N

08193 Bellaterra, España

[Benet.Gunse@uab.es](mailto:Benet.Gunse@uab.es)

- 1. RESUMEN:** En este trabajo se presenta la aplicación de un experimento científico en el área de conocimiento de Ciencias mediante el uso de un sencillo instrumental que actualmente puede encontrarse en cualquier ámbito doméstico. Se ha escogido una práctica relacionada con la fotosíntesis y los pigmentos. El objeto de esta actividad ha sido dirigido a alumnos de secundaria de manera que pudieran adquirir conocimientos sobre la fotosíntesis mediante el uso de recursos disponibles en cualquier instituto.
- 2. ABSTRACT:** In this work the application of a scientific experiment is presented in the area of knowledge of Sciences by using instruments that can be present in almost any domestic environment. There has been chosen a lab activity related to photosynthesis and photosynthetic pigments. The object of the above mentioned activity has been addressed to the students of secondary education that can acquire knowledge on the photosynthesis by means of using resources that can be found in any high school.



## IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

---

**3. PALABRAS CLAVE:** PC, escáner de sobremesa, fotosíntesis, tratamiento de imágenes.

**KEYWORDS:** PC, home flatbed scanner, photosynthesis, image processing.

### 4. DESARROLLO:

**Fundamento:** Las plantas son organismos autótrofos que aprovechan la energía lumínica para transformarla en energía química que será utilizada para su crecimiento y desarrollo. Estos pigmentos consisten mayoritariamente en clorofilas y éstas dan el color verde característico a los vegetales dado que absorben principalmente en las regiones roja y azul del espectro luminoso, reflejando o transmitiendo las zonas verdes del mismo. En consecuencia, a mayor nivel de clorofilas, mayor intensidad de color presentarán en sus órganos fotosintéticos (generalmente hojas).

Dado que la fisiología de la visión en los seres humanos se corresponde básicamente en sensores de color que principalmente se distribuyen en las zonas roja, verde y azul del espectro luminoso, esta característica se ha aprovechado para diseñar los diferentes sistemas de adquisición y representación de imágenes tales como cámaras fotográficas, escáneres, pantallas, etc. Debido a ello, tanto los sensores de visión como los pigmentos fotosintéticos y los sistemas de digitalización de imágenes presentan características espectrales similares, de forma que el color verde de las clorofilas se corresponde tanto al máximo de absorción de determinados sensores visuales humanos como a los de los sensores electrónicos.

A partir de este conocimiento, es muy fácil deducir que un sensor electrónico puede utilizarse muy fácilmente para ser utilizado en la cuantificación de los niveles de clorofilas en las hojas de plantas y utilizar los valores obtenidos para cuantificar o comparar los contenidos en clorofilas entre diferentes plantas o bien realizar un seguimiento a lo largo de un determinado período de tiempo.

**Objetivos:** A partir de los conocimientos anteriormente descritos se pueden plantear diferentes experimentos. En concreto, en este trabajo se plantea la posibilidad de realizar un seguimiento de los niveles de clorofilas a lo largo del tiempo en diferentes tipos de plantas, dividiéndolas en caducifolias y perennifolias y así poder determinar la evolución de la aparición y degradación de dichos pigmentos según la época del año y, a la vez, determinar si en las plantas perennifolias los niveles de pigmentos sufren variaciones relacionadas con la estacionalidad y funcionalidad fotosintética.

**Metodología:** Para la realización de los experimentos se escogerán dos tipos de árboles, uno correspondiente a una planta perennifolia (*Olea europea*) y otro a una caducifolia (*Morus*



## IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

---

*alba*). El experimento empezará en el momento en el que empiece la formación de las hojas de la planta caducifolia y seguirá hasta el otoño con la caída de las mismas.

Para la cuantificación de las clorofilas bastará un ordenador, un escáner de sobremesa, un programa de tratamiento de imágenes con una mínima capacidad de cuantificación de niveles y un programa de hoja de cálculo para realizar la representación gráfica de los resultados.

Los sistemas operativos utilizados en el ordenador pueden ser cualquiera de los más utilizados.

Por lo que respecta al escáner, puede servir cualquiera de los escáneres de sobremesa. No se recomienda el uso de cámaras digitales puesto que las condiciones ambientales de iluminación pueden variar en función de las condiciones ambientales de forma que los resultados no puedan estandarizarse.

En cuanto al programa de tratamiento de imágenes, puede servir cualquiera de los programas comerciales más utilizados (Photoshop, Corel Draw, etc.), así como los programas gratuitos de código abierto como Image J.

Para cuantificar los niveles de clorofilas bastará con digitalizar la imagen de las hojas recolectadas teniendo en cuenta utilizar siempre los mismos parámetros en la adquisición de las imágenes para tener referencias lo más estandarizadas posibles. Una vez digitalizadas las imágenes, se descartarán los canales rojo y azul y únicamente se trabajará con los datos proporcionados por el canal verde. Sin embargo, hay que tener en cuenta un factor importante, y es que a mayor contenido en pigmentos más oscura parecerá la hoja. Este aspecto, que para la visión humana indica claramente que hay mayor contenido en pigmentos se traducirá en realidad en una menor luminancia en la hoja debido a que un color más oscuro implica una menor cantidad de luz, lo cual, una vez cuantificado, mostrará un gráfico en el que a medida que aumenten los niveles de clorofilas el valor numérico obtenido será menor, lo cual podrá parecer un contrasentido. Sin embargo, existe una forma muy fácil de obviar este problema y es transformando los valores de luminosidad en sus inversos. Para ello, puede escogerse entre dos métodos, dependiendo del programa de tratamiento de imágenes de que se disponga y de la habilidad del usuario. El primero sencillamente consiste en transformar la imagen en su negativo, con lo cual un valor más oscuro se convertirá en uno más claro, y el segundo es tomar directamente el valor de luminosidad (en la mayoría de programas dicha información aparece simplemente pasando el puntero del ratón por encima de la zona a cuantificar) restándolo del valor 255. La razón de esta resta se halla en las características de los sistemas de digitalización, los cuales utilizan para cada canal una escala que va del 0 al 255, correspondiendo el valor 0 a la ausencia de color y el 255 al valor de saturación del sensor, de forma que utilizando este método se obtendrá un valor mayor a medida que aumente la concentración de clorofilas.

Una vez establecido el instrumental y decididos los parámetros de digitalización, se procederá a tomar las muestras siguiendo una secuencia de tiempo que idealmente debiera tener un



## IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

---

espaciamiento regular (dos tomas por semana sería un valor ideal), aunque si se utiliza una representación en formato dispersión no es estrictamente necesario que sea así ya que las condiciones climatológicas o laborales pueden impedir que se tome la muestra de forma tan continuada como sería de esperar. Sin embargo, dado que el experimento se realizará a lo largo de un período de tiempo largo, las diferencias de tiempo no serán apenas perceptibles y tampoco afectarán a los resultados de la evolución.

A partir de los datos obtenidos, se realizará una representación en la que en el eje de abscisas (x) se representará el tiempo y en el de ordenadas (y) el valor del inverso de la luminosidad, representando cada una de las plantas escogidas en una serie diferente para su comparación. Este gráfico servirá para observar la evolución de los niveles de pigmentos a lo largo del tiempo tal y como se detalla en la introducción.

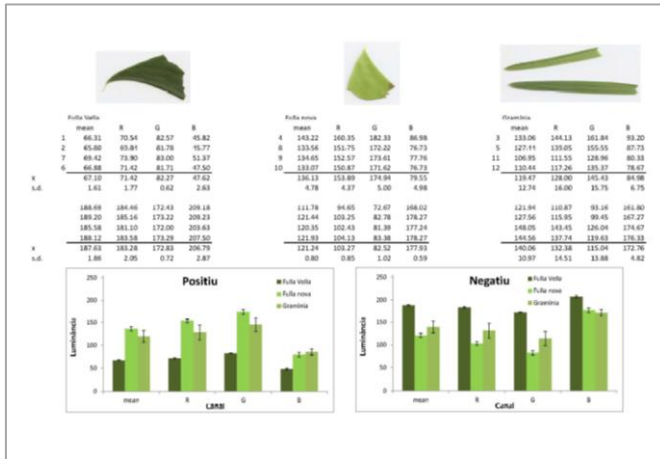
**Resultados:** En un experimento realizado en el patio de un instituto de ESO (Salvador Espriu, Barcelona), se observó claramente que el método funcionó de acuerdo con las premisas establecidas (Gráfico 1 y 2). Las hojas del árbol caducifolio perdían la concentración de clorofilas durante los meses más fríos, mientras que las del árbol perenne se mantenían más o menos constantes a lo largo de todo el año, aunque disminuía ligeramente su concentración en invierno.

**Conclusiones:** Este trabajo muestra que mediante un sencillo instrumental que actualmente puede encontrarse en casi cualquier ámbito doméstico, es posible realizar experimentos que ilustren conceptos científicos como la fotosíntesis y su relación con los pigmentos fotosintéticos a la vez que aporta conocimientos que pueden utilizarse en casi cualquier entorno y aplicarse tanto a formación continuada como a formación extracadémica o simplemente por personas con curiosidad científica mediante sistemas que no requieran ningún tipo de utillaje especializado, caro ni complicado de utilizar.

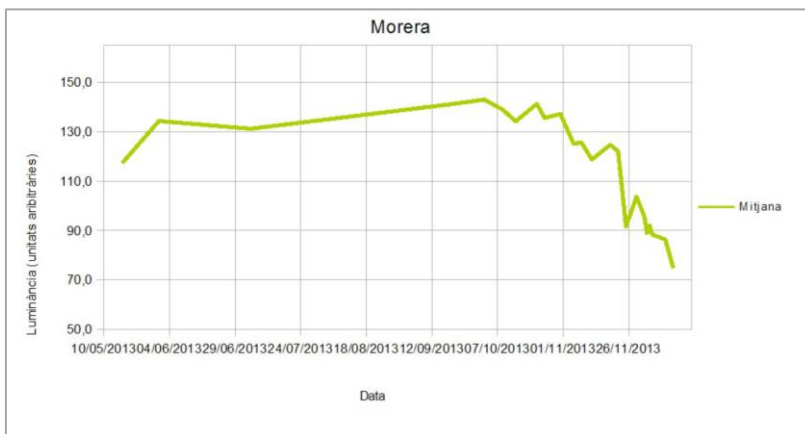


# IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

## 4.1. FIGURA O IMATGE 1



## 4.2. FIGURA O IMATGE 2

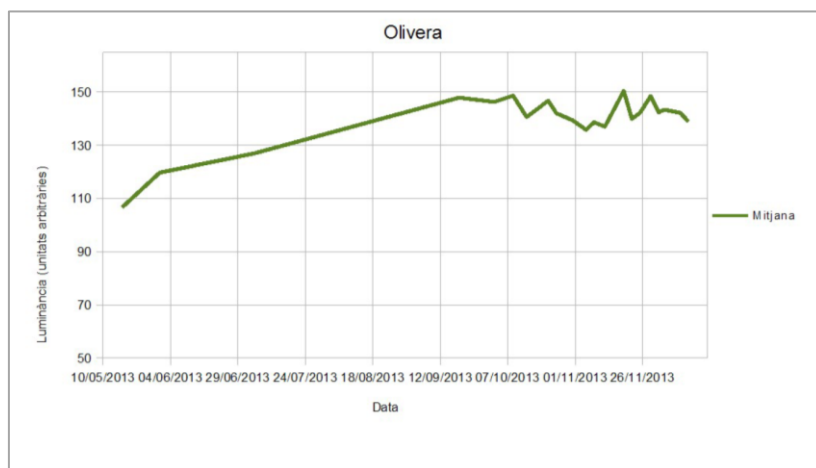




## IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EN LA DOCENCIA Y EL APRENDIZAJE

---

### 4.3. FIGURA O IMATGE 3



### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adobe Photoshop Ayuda y Tutoriales

Azcón-Bieto, J. y Talón, M. FUNDAMENTOS DE FISIOLÓGIA VEGETAL. Ed. Interamericana McGraw-Hill. 2000.

Barceló, J.; Nicolás, G.; Sabater, B. y Sánchez Tamés, R. FISIOLÓGIA VEGETAL. Ed. Pirámide, Madrid. Última edición 2009.

Guía del usuario de CorelDRAW® X7

Hopkins, W.G. & Hüner, N.P.A. INTRODUCTION TO PLANT PHYSIOLOGY. John Wiley, Nueva York. 3rd Ed. 2004.

ImageJ User Guide (<https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/user-guide.pdf>)

Taiz, L. y Zeiger, E. PLANT PHYSIOLOGY. Sinauer Associates, Inc., USA. Third Edition 2002