

Ambio ciencias

REVISTA DE DIVULGACIÓN



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES. UNIVERSIDAD DE LEÓN

REVISTA nº 0 / Mayo 2007



Foto: P. Redondo

★ 1968 ★



★ 2007 ★

Comité Editorial

José Luis Acebes Arranz	Profesor Titular del Área de Fisiología Vegetal
Ana Alonso Simón	Personal Investigador en Formación del Área de Fisiología Vegetal
Juan Ramón Álvarez Bautista	Catedrático de Universidad del Área de Lógica y Filosofía de la Ciencia
Gemma Ansola González	Vicedecana de la Facultad de CC. Biológicas y Ambientales
Antonio Encina García	Profesor Ayudante Doctor del Área de Fisiología Vegetal
Penélope García Angulo	Profesor Ayudante del Área de Fisiología Vegetal
Estanislao Luis Calabuig	Catedrático de Universidad del Área de Ecología
Francisco Javier Rúa Aller	Profesor Titular del Área de Bioquímica y Biología Molecular

Edita: Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León.

Colabora: Secretariado de Publicaciones. Servicio de Imprenta de la Universidad de León. Vicerrectorado de Planificación y Evaluación.

ISSN: 1988-3021

Dep. Legal: LE-903-07



Universidad de León



Facultad de Ciencias
Biológicas y Ambientales

En portada:

Según la meteorología popular un cielo enladrillado o cubierto de “borreguitos” presagia la llegada de lluvia (ver *Pronosticadores naturales del tiempo atmosférico* pag.36). Fotografía de **P. Redondo**.

ÍNDICE

A modo de presentación

José Carlos Pena 2

Editorial 3

A fondo

Dos revoluciones

Francisco. J. Ayala 5

Poniendo en claro

Cultivos energéticos: Biodiésel.

María Elena Álvarez Suárez y Desirée Granado Mongil. 15

Siguiendo la pista

Determinación de parámetros fisiológicos de guisante bajo estrés salino

Sonia Paredes Menéndez y Jennifer Ramos Carro 26

Baúl de la ciencia

Pronosticadores naturales del tiempo atmosférico

Javier Rúa Aller 36

Uno de los nuestros

Carl von Linné: Tres siglos de un polifacético naturalista (23-V-1707/8-I-1778)

Roberto Blanco Aller y Juan Antonio Régil Cueto 45

Mi proyecto de tesis

Bases ecológicas para la utilización de los Carábidos (Coleoptera, Carabidae) como indicadores de la gestión y el uso de los ecosistemas en paisajes forestales

Ángela Taboada Palomares 52

Ambiólogos de aquí

AmbiNor Consultoría y Proyectos S.L. Una experiencia empresarial para un Biólogo de la ULE

Juan Manuel González Martín 56

Noticias de actualidad 59

Normas de publicación 61

A MODO DE PRESENTACIÓN

En la era de la información que nos toca vivir, tratar de introducir un nuevo medio de difusión del conocimiento científico, además de aventurado, puede parecer pretencioso. La verdadera razón de nuestra irrupción en este espacio virtual, que es Internet, es mostrar al mundo lo que somos y lo que hacemos en el día a día, tratando de guiar a nuestros alumnos por la intrincada y apasionante senda de la investigación en las ciencias biológicas y del medio ambiente.

La enseñanza universitaria está en proceso de cambio en Europa y en nuestro país. El sistema de aprendizaje basado en la actitud pasiva del alumno respecto a la lección magistral del profesor es algo que ha caducado hace tiempo y pertenece a un modelo de enseñanza agotado. Conscientes de ello se han impulsado en nuestra Facultad asignaturas de Libre Elección tales como *“Introducción a la investigación”* y *“Trabajo de investigación”*. Fruto de ellas son excelentes documentos que los alumnos originan y que es preciso recoger en una publicación periódica, siendo éste el primer motivo para el alumbramiento de esta revista.

Por otra parte es necesario crear nuevas herramientas motivadoras para que el alumno vaya descubriendo, desde el inicio, el itinerario que le conducirá al pleno desarrollo como científico y profesional. Para ello es preciso abrir los laboratorios en los que ellos colaboren abordando y observando algo que no es misterioso, sino laborioso y desde luego subyugante. Hacia allí queremos dirigir su ímpetu juvenil y su natural entusiasmo, ofrecer una plataforma digital donde al lado de su primer trabajo se encuentre el artículo de un científico de reconocido prestigio, así como de profesores que les dan clase. Todo ello les debe animar a proseguir en el esfuerzo y crear la ilusión de descubrir y comunicar.

En este “número cero” tenemos el honor de contar con la contribución excepcional del profesor Ayala, Doctor Honoris Causa por esta Universidad y al que desde aquí quiero agradecer su apoyo y colaboración en esta tarea.

Que la singladura de **AmbioCiencias** sea larga y exitosa depende de todos, alumnos y profesores, y del compromiso adquirido por el Comité Editorial encabezado por el Prof. José Luis Acebes verdadero padre de la idea a partir de la cual se ha creado esta realidad.

José Carlos Pena
Decano

EDITORIAL

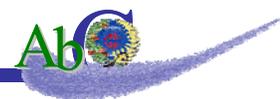
Nace una nueva revista. Nueva en su enfoque, en sus destinatarios, en sus pretensiones. Nueva en su enfoque, porque nace principalmente como herramienta de enseñanza-aprendizaje, mediante la cual los alumnos se vayan introduciendo y familiarizando en el apasionante reto de la comunicación científica.

Nueva en sus destinatarios, ya que surge ligada a un espacio y a una comunidad de personas concretos (un biotopo y una biocenosis, que diríamos en Ecología): la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León. Pero tiene vocación de universalidad: aunque escrita principalmente por los propios alumnos y profesores de esta Facultad se dirige también a toda la comunidad universitaria y a la sociedad en general.

Y nueva en sus pretensiones: la divulgación científica tiene la gran tarea de conectar la actividad investigadora con la sociedad en general. Pero no basta una difusión cualquiera. A menudo la divulgación que aparece en muchos medios de comunicación carece del rigor necesario: se prima lo espectacular, se crean falsas expectativas, se hacen extrapolaciones que falsean los datos... En el otro extremo, la difusión hecha por algunos científicos a veces resulta ininteligible para la gran mayoría. AmbioCiencias quiere ser una iniciativa de divulgación científica que, partiendo de la Universidad, aúne rigor con el necesario estilo periodístico.

Y nace en un momento especialmente idóneo. Estamos celebrando en 2007 el **Año de la Ciencia**. Es una iniciativa de largo alcance que busca promover actividades de difusión y divulgación de la ciencia y tecnología, con varias finalidades, entre ellas: aumentar la cultura científica de la sociedad, mejorar el diálogo ciencia-tecnología-sociedad, consolidar la imagen pública de la ciencia como actividad generadora de riqueza, desarrollo y calidad de vida, aumentar las vocaciones científicas y garantizar la futura competitividad en términos de investigación y desarrollo (para más información, ver <http://ciencia2007.fecyt.es/WebAC2007/>). Desde la revista queremos aportar nuestro granito de arena para conseguir estos objetivos.

Como ocurre con todo nacimiento, éste ha venido precedido por una larga fase de gestación. El proyecto inicial fue enseguida acogido por el Decano de la Facultad. La concesión de la ayuda solicitada al Vicerrectorado de Planificación y Evaluación, dentro del Plan de Acciones de Innovación Docente (PAID 2006) supuso la puesta en marcha de la iniciativa. El



siguiente paso consistió en la constitución del Comité Editorial, que acabó de perfilar el enfoque de la revista, sus secciones, formato, logotipo, etc.

Y como en todo nacimiento surgió el problema del nombre que recibiría la criatura. ¿Por qué “*AmbioCiencias*”? Se trata de un nombre de síntesis, que abarca las Ciencias de la Vida y del Ambiente, en su sentido más amplio –incluyendo también a la Biotecnología-, y busca así integrar toda la actividad científica propia de la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales.

¿Cómo es *AmbioCiencias*? Se trata de una publicación cuatrimestral de carácter electrónico -aunque también cuenta con soporte en papel-. Esto facilita su difusión por el inmenso mar de Internet. En cada número encontraremos siete secciones. “**A fondo**”: un artículo profundo, encomendado a un científico de especial relevancia; “**Poniendo en claro**”, constituida por un número variable de artículos de divulgación escritos por universitarios; “**Siguiendo la pista**”, artículos de iniciación a la investigación también escritos por alumnos; “**Baúl de la ciencia**”, un artículo sobre temas de actualidad presentado por un profesor de la Facultad; “**Uno de los nuestros**”, un trabajo sobre la biografía y aportaciones de algún científico sobresaliente en la Historia de las Ciencias Biológicas o Ambientales; “**Mi proyecto de tesis**”, sección en la que un alumno de tercer ciclo nos cuenta las líneas fundamentales de sus investigaciones; y, por último, “**Ambiólogos de aquí**”, en la que un licenciado de la Facultad nos aporta su experiencia profesional (de este modo se desmiente el conocido chiste según el cual el libro con menos páginas que se ha escrito nunca, después de “Guía telefónica de la Antártida”, se titula “Salidas profesionales de los biólogos”). Por último, en cada número encontraremos una sección dedicada a noticias pasadas o futuras relacionadas con la Facultad.

Este número cero quiere ser una carta de presentación de la revista. En ella aparece ya la estructura que va a mantener a lo largo de los próximos números. Pero también quiere animar a los lectores a que colaboren en ella, enviando artículos, aportando iniciativas, opiniones, etc. (para ello se pueden encontrar al final de la revista las instrucciones para la preparación de las colaboraciones). Y además, ¿por qué no?, pretende contagiar este entusiasmo por la divulgación en el ámbito universitario, de modo que acerquemos entre todos el quehacer científico a los distintos estratos de la sociedad.

Agradecemos la participación de todos aquellos que han contribuido a este número, y esperamos que los lectores encuentren *AmbioCiencias* de su agrado.

León, 31 de mayo de 2007

A FONDO

Dos revoluciones: Copérnico y Darwin

Francisco J. Ayala

University of California, Irvine, CA 92697, USA

Concepción moderna de la ciencia

Existe una versión de la historia de las ideas que establece un paralelismo entre la revolución copernicana y la darwiniana. Según esta visión, la revolución copernicana consistió en desplazar a la tierra de su lugar anteriormente aceptado como centro del universo, situándola en un lugar subordinado como un planeta más que gira alrededor del sol. De manera congruente, se considera que la revolución darwiniana consiste en el desplazamiento de los humanos de su eminente posición como centro de la vida sobre la tierra, con todas las demás especies creadas al servicio de la humanidad. Según esta versión de la historia intelectual, Copérnico había llevado a cabo su revolución con la teoría heliocéntrica del sistema solar. El logro de Darwin surgió de su teoría de la evolución orgánica.

Esta versión de las dos revoluciones es inadecuada: lo que dice es cierto, pero pasa por alto lo que es más importante respecto a estas dos revoluciones intelectuales, es decir, que marcan el comienzo de la ciencia en el sentido moderno de la palabra. Estas dos revoluciones podrían verse conjuntamente como una única revolución científica, con dos etapas, la copernicana y la darwiniana.

La revolución copernicana dio comienzo con la publicación en 1543, el año de la muerte de Nicolás Copérnico, de su *De revolutionibus orbium celestium* (“Sobre las revoluciones de las esferas celestiales”), y floreció con la publicación en 1687 de *Philosophiae naturalis principia mathematica* (“Los principios matemáticos de filosofía natural”) de Isaac Newton. Los descubrimientos de Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, y otros, en los siglos XVI y XVII, habían anunciado gradualmente una concepción del universo como materia en movimiento gobernada por leyes naturales. Se demostró que la tierra no es el centro del universo, sino un pequeño planeta que rota alrededor de una estrella mediana; que el universo es inmenso en

espacio y en tiempo; y que los movimientos de los planetas en torno al sol se pueden explicar por las mismas leyes sencillas que explican el movimiento de los objetos físicos en nuestro planeta¹.

Estos y otros descubrimientos expandieron enormemente el conocimiento humano. La revolución conceptual que trajeron consigo fue aún más fundamental: un compromiso con el postulado de que el universo obedece leyes inmanentes que explican los fenómenos naturales. Los funcionamientos del universo fueron llevados al dominio de la ciencia: explicación a través de leyes naturales. Los fenómenos físicos podrían ser explicados cuando las causas se conociesen adecuadamente.

Los avances de la ciencia física provocados por la revolución copernicana habían llevado la concepción que la humanidad tiene del universo a un estado de cosas esquizofrénico, que persistió hasta bien mediado el siglo XIX. Las explicaciones científicas, derivadas de las leyes naturales, dominaban el mundo de la materia inanimada, así en la tierra como en el cielo. Las explicaciones sobrenaturales, como la explicación tradicional del diseño de los organismos, que depende de las insondables acciones del Creador, explicaban el origen y la configuración de las criaturas vivas: las realidades más diversificadas, complejas e interesantes del mundo.

Diseño sin diseñador

Fue el genio de Darwin el que resolvió esta esquizofrenia conceptual. Darwin completó la revolución copernicana al extender a la biología la noción de la naturaleza como un sistema de materia en movimiento que la razón humana puede explicar sin recurrir a agentes extranaturales.

El enigma enfrentado por Darwin difícilmente podría sobrestimarse. La fuerza del argumento a partir del diseño para demostrar el papel del Creador había sido planteada por autores religiosos de forma contundente. Allí donde hay función o diseño, buscamos a su autor. El mayor logro de Darwin fue demostrar que la compleja organización y funcionalidad de los seres vivos se puede explicar como resultado de un proceso natural, la selección natural, sin ninguna necesidad de recurrir a un Creador u otro agente externo. El origen y la adaptación de los organismos en su profusión y su maravillosa diversidad fueron así traídos al dominio de la ciencia.

Darwin aceptaba que los organismos están “diseñados” para ciertos cometidos, es más, están organizados desde el punto de vista funcional. Los organismos están adaptados a ciertas formas de vida y sus partes están adaptadas para realizar ciertas funciones. Los peces están

adaptados para vivir en el agua, los riñones están diseñados para regular la composición de la sangre, la mano humana está hecha para asir. Pero Darwin pasó a proporcionar una explicación natural del diseño. Los aspectos aparentemente con sentido de los seres vivos ahora se podían explicar, al igual que los fenómenos del mundo inanimado, por medio de los métodos de la ciencia, como el resultado de leyes naturales manifestadas en los procesos naturales.

Charles Darwin

Charles Darwin (1809-1882) fue hijo y nieto de médicos. Se matriculó como estudiante de medicina en la Universidad de Edimburgo. Sin embargo, después de dos años abandonó Edimburgo y se trasladó a la Universidad de Cambridge para proseguir sus estudios y prepararse para ser clérigo. No fue un estudiante excepcional, pero estaba profundamente interesado en la historia natural. El 27 de diciembre de 1831, unos meses después de su graduación en la Universidad de Cambridge, Darwin zarpó, como naturalista, a bordo del *HMS Beagle* en un viaje alrededor del mundo que duró hasta octubre de 1836. Con frecuencia desembarcaba en las costas para realizar viajes prolongados al interior con el objeto de recoger especímenes de plantas y animales. El descubrimiento de huesos fósiles pertenecientes a grandes mamíferos extinguidos en Argentina y la observación de numerosas especies de pájaros pinzones en las Islas Galápagos estuvieron entre los acontecimientos que se considera estimularon el interés de Darwin en cómo se originan las especies.

Las observaciones que efectuó en las islas Galápagos quizá hayan sido las que tuvieron más influencia sobre el pensamiento de Darwin. Las islas, en el ecuador a 900 kilómetros de la costa oeste de Sudamérica, habían sido llamadas Galápagos por los descubridores españoles debido a la abundancia de tortugas gigantes, distintas en diversas islas y diferentes de las conocidas en cualquier otro lugar del mundo. Las tortugas se movían perezosamente con un ruido metálico, alimentándose de la vegetación y buscando las escasas charcas de agua fresca existentes. Habrían sido vulnerables a los depredadores, pero estos brillaban por su ausencia en las islas. En las Galápagos, Darwin encontró grandes lagartos, que a diferencia de otros ejemplares de su especie se alimentaban de algas, y sinsontes bastante diferentes de los hallados en el continente sudamericano. Es bien sabido que encontró varias clases de pinzones, que variaban de una isla a otra en diversas características, notables sus picos distintivos, adaptados para hábitos alimentarios dispares: cascar nueces, sondear en busca de insectos, atrapar gusanos.

Además de *El origen de las especies* (1859), Darwin publicó muchos otros libros, en especial *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (1871), que extiende la teoría de la selección natural a la evolución humana.

Darwin y Wallace

Es bien sabido que a Alfred Russell Wallace (1823-1913) se le atribuye el descubrimiento, al margen de Darwin, de la selección natural como proceso que explica la evolución de las especies. El 18 de junio de 1858, Darwin comunicó en una carta a Charles Lyell que había recibido por correo un breve ensayo de Wallace tal que “si Wallace tuviese mi [manuscrito] esbozo escrito en [1844] no podría haber hecho un resumen mejor.” Darwin estaba atónito.

Darwin y Wallace, que en ese momento estaba en el archipiélago malayo recogiendo especímenes biológicos, habían iniciado una correspondencia ocasional a finales de 1855, en la que Darwin a veces ofrecía simpatía y ánimo al ocasionalmente desalentado Wallace, por su “fatigosa tarea”. En 1858, Wallace había concebido la idea de la selección natural como explicación del cambio evolutivo y quería conocer la opinión de Darwin sobre esta hipótesis, pues sabía, al igual que muchos otros, que Darwin había estado trabajando en el tema durante años, había compartido sus ideas con otros científicos, y ellos le consideraban el experto eminente en cuestiones relativas a la evolución biológica.

Tras recibir la carta de Wallace, Darwin vaciló sobre la forma de proceder. Quería reconocer el descubrimiento de la selección natural de Wallace, pero no quería al mismo tiempo abandonar su propio descubrimiento independiente y anterior. Finalmente, después de consultar entre varios científicos que conocían las ideas de Darwin, se decidió que la carta de Wallace y dos escritos anteriores de Darwin se presentarían en una reunión de urgencia de la Sociedad Lineana de Londres. El 1 de julio de 1858, tres artículos fueron leídos por el subsecretario de la sociedad, George Busk, en el orden de su fecha de redacción: el abreviado resumen de Darwin de su ensayo de 230 páginas de 1844; un “resumen de un resumen” que Darwin había escrito al botánico americano Asa Gray el 5 de septiembre de 1857; y el ensayo de Wallace en la carta de 1858 a Darwin, “On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely of Species; Instability of Varieties Supposed to Prove the Permanente Distinctness of Species”². A la reunión asistieron unas treinta personas, entre las cuales no se hallaban Darwin ni Wallace. Los escritos generaron

escasa respuesta y prácticamente nada de discusión, al parecer ninguno de los allí presentes tuvo conciencia de su importancia.

El independiente descubrimiento de la selección natural por parte de Wallace es notable. Pero el interés y la motivación de Wallace no eran la explicación del diseño sino cómo explicar la evolución de las especies, según se indica en el título de su manuscrito: “Sobre la tendencia de las variedades para alejarse indefinidamente del modelo original”. Wallace pensaba que la evolución procede de forma indefinida y es progresiva³. Darwin, en cambio, no aceptaba que la evolución representase necesariamente un progreso o avance. Tampoco creía que la evolución siempre provocara un cambio morfológico con el paso del tiempo; más bien, sabía de la existencia de “fósiles vivos,” organismos que habían permanecido inalterados durante millones de años. Por ejemplo, “algunos de los animales silurianos más antiguos, como los Nautilus, Lingula, etc., no difieren mucho de las especies vivas”⁴.

En 1858, Darwin estaba trabajando en un tratado de varios volúmenes, que pretendía titular “Sobre la selección natural”. El artículo de Wallace estimuló a Darwin a escribir *El origen de las especies*, que sería publicado el año siguiente y que él consideraba un ensayo abreviado del libro mucho más largo que pretendía escribir. Como diré a continuación, el interés de Darwin, en *El origen* como en otras partes, era la explicación del diseño, con la evolución jugando el papel subsidiario de apoyar las pruebas.

La “teoría” de Darwin

Que Darwin consideraba el descubrimiento de la selección natural (y no su demostración de la evolución) su hallazgo más importante, se desprende de la consideración de su vida y sus obras. Darwin valoraba la selección natural como su principal descubrimiento y la designó como “mi teoría”, una designación que nunca usaba cuando se refería a la evolución de los organismos. El descubrimiento de la selección natural; la conciencia de Darwin de que se trataba de un descubrimiento de enorme importancia porque era la respuesta de la ciencia al argumento teológico a partir del diseño; y la designación que Darwin hacía de la selección natural como “mi teoría” se pueden rastrear en sus “Red and Transmutation Notebooks B to E”, unos cuadernos comenzados en marzo de 1837, no mucho después de su regreso el 2 de octubre de 1836 de su viaje de cinco años alrededor del mundo en el *HMS Beagle*, y completados a finales de 1839⁵.

La evolución de los organismos era un hecho comúnmente aceptado por los naturalistas en las décadas centrales del siglo XIX. La distribución de especies exóticas por Sudamérica, en las islas de los Galápagos, y en otras partes, y el descubrimiento de restos de animales extinguidos hace mucho tiempo, confirmaron la realidad de la evolución en la mente de Darwin. El desafío intelectual era descubrir la explicación que daría cuenta del origen de las especies, cómo nuevos organismos habían llegado a adaptarse a sus medio ambientes, ese “misterio de misterios,” como ha sido llamado por un contemporáneo suyo de más edad, el destacado científico y filósofo Sir John Herschel (1792-1871).

Al comienzo de sus *Notebooks* de 1837 a 1839, Darwin registra su descubrimiento de la selección natural y se refiere repetidamente a él como “mi teoría”. A partir de entonces y hasta su muerte en 1882, su vida estaría dedicada a sustanciar la selección natural y sus postulados acompañantes, principalmente la difusión de la variación hereditaria y la enorme fertilidad de los organismos, que sobrepasan con mucho la capacidad de los recursos disponibles. La selección natural se convirtió para Darwin en “una teoría por la cual trabajar”. De forma incesante prosiguió sus observaciones y realizó experimentos para poner a prueba la teoría y resolver posibles objeciones.

El mayor descubrimiento de Darwin: diseño sin diseñador

Darwin ocupa un lugar de honor en la historia del pensamiento occidental, siendo justamente reconocido como el autor original de la teoría de la evolución por selección natural. En *El origen de las especies*, publicado en 1859, acumuló pruebas que demostraban la evolución de los organismos. Darwin no empleó el término “evolución,” que no tenía su significado actual, sino que se refirió a la evolución de los organismos con la frase “descendencia común con modificación” y expresiones similares.

Pero Darwin logró algo mucho más importante para la historia intelectual que demostrar la evolución. De hecho acumular pruebas de la descendencia común con diversificación fue un objetivo subsidiario de la obra maestra de Darwin. El punto principal sobre el que ahora quiero llamar la atención es que *El origen de las especies* de Darwin es, primero y ante todo, un largo argumento dedicado a explicar de manera científica el diseño de los organismos. Darwin trata de explicar el diseño de los organismos, su complejidad, diversidad y maravillosos ingenios como

resultado de procesos naturales. La evidencia de la evolución surge porque la evolución es una consecuencia necesaria de la teoría del diseño de Darwin.

La Introducción y los capítulos I a VIII del *Origen* explican de qué modo la selección natural justifica las adaptaciones y los comportamientos de los organismos, su “diseño.” El prolongado argumento comienza en el capítulo I, donde Darwin describe la exitosa selección de las plantas y los animales domésticos y, con considerable detalle, el éxito de los criadores de palomas que buscan “mutaciones” exóticas. El éxito de los criadores de plantas y animales manifiesta cuánta selección se puede llevar a cabo aprovechando las variaciones espontáneas que ocurren en los organismos pero que casualmente cumplen los objetivos de los criadores. Una mutación que aparece primero en un individuo se puede multiplicar por medio de la crianza selectiva, de modo que tras unas cuantas generaciones esa mutación se vuelve fija en una variedad, o “raza.” Las razas conocidas de perros, ganado, pollos y plantas comestibles han sido obtenidas por este proceso de selección practicado por personas con objetivos particulares.

Los siguientes capítulos (II-VIII) del *Origen* extienden el argumento a las variaciones propagadas por medio de la selección natural para beneficio de los propios organismos, más que por selección artificial de rasgos deseados por los humanos. A consecuencia de la selección natural, los organismos exhiben diseño, esto es, exhiben órganos y funciones adaptativas. Pero el diseño de los organismos tal como estos existen en la naturaleza no es “diseño inteligente,” impuesto por Dios como Supremo Ingeniero o por los humanos; más bien, es el resultado de un proceso natural de selección, que fomenta la adaptación de los organismos a sus entornos. Así es como funciona la selección natural: los individuos que tienen variaciones beneficiosas, es decir, variaciones que mejoran su probabilidad de supervivencia y reproducción, dejan más descendientes que los individuos de la misma especie que tienen menos variaciones beneficiosas. En consecuencia las variaciones beneficiosas se incrementarán en frecuencia a lo largo de las generaciones; las variaciones menos beneficiosas o perjudiciales serán eliminadas de la especie. Con el paso del tiempo, todos los individuos de la especie poseerán las características beneficiosas; nuevas características continuarán acumulándose durante eones de tiempo.

Los organismos exhiben un diseño complejo, pero no es una “complejidad irreducible,” surgida toda de golpe en su elaboración actual. Según la teoría de la selección natural de Darwin, el diseño más bien ha surgido de forma gradual y acumulativa, paso a paso, impulsado por el éxito reproductivo de los individuos con elaboraciones cada vez más complejas.

Si la explicación de Darwin de la organización adaptativa de los seres vivos es correcta, la evolución necesariamente es una consecuencia de que los organismos se adapten a diversos entornos en distintos lugares, y de las condiciones siempre cambiantes del entorno a lo largo del tiempo, y a que las variaciones hereditarias se vuelvan disponibles en un momento determinado y mejoren las oportunidades de los organismos de sobrevivir y reproducirse. La evidencia de la evolución biológica del *Origen* se halla en el centro de la explicación que Darwin da del “diseño,” porque esta explicación implica que la evolución biológica ocurre, la cual por tanto Darwin trata de demostrar en la mayor parte del resto del libro (capítulos IX-XIII).

En el conclusivo capítulo XIV del *Origen*, Darwin regresa al tema dominante de la adaptación y el diseño. En un elocuente párrafo final, afirma la “grandeza” de su visión: “Es interesante contemplar una enmarañada ribera, cubierta de muchas plantas de numerosas clases, con pájaros que cantan en los arbustos, con diversos insectos que revolotean, y con gusanos que se arrastran entre la tierra húmeda, y reflexionar que estas formas *cuidadosamente construidas*, tan diferentes unas de otras, y que son interdependientes *de una manera tan compleja*, han sido producidas por leyes que actúan alrededor de nosotros. [...] Así, la cosa más elevada que somos capaces de concebir, es decir la producción de los animales superiores, es una consecuencia directa de la guerra de la naturaleza, del hambre y la muerte. Hay grandeza en esta visión de que la vida, con sus diversos poderes, ha sido originalmente alentada en unas pocas formas o en una sola; y que, mientras este planeta ha ido girando de acuerdo a la constante ley de la gravedad, a partir de un comienzo tan simple se han desarrollado y se están desarrollando *un sinfín de formas las más bellas y más maravillosas*”⁶.

El *Origen* de Darwin trata de cómo explicar la configuración adaptativa de los organismos y sus partes, que están tan obviamente “diseñados” para cumplir ciertas funciones. Darwin arguye que las variaciones adaptativas hereditarias (“variaciones útiles en cierto sentido a cada ser”) aparecen de forma ocasional, y que es probable que estas aumenten las oportunidades reproductivas de sus portadores. El éxito de los colómbos y los criadores de animales claramente evidencia la ocurrencia ocasional de variaciones hereditarias útiles. En la naturaleza, a lo largo de generaciones, prosigue el argumento de Darwin, las variaciones favorables se conservarán, multiplicarán y unirán; las perjudiciales serán eliminadas. En un lugar, Darwin afirma: “No puedo ver límites a este poder [selección natural] para *adaptar* lenta y hermosamente cada forma a las relaciones de vida más complejas”.

En su autobiografía, Darwin escribió: “El antiguo argumento del diseño en la naturaleza, tal como lo expone Paley, que antes me pareció tan concluyente, se viene abajo ahora que la ley de la selección natural ha sido descubierta. Ya no podemos argumentar que, por ejemplo, la hermosa charnela de una concha de bivalvo debió de ser hecha por un ser inteligente, como la bisagra de una puerta construida por un hombre”⁷.

Darwin propuso la selección natural principalmente con el fin de explicar la organización adaptativa, o “diseño”, de los seres vivos; es un proceso que conserva y fomenta la adaptación. El cambio evolutivo a través del tiempo y la diversificación evolutiva (la multiplicación de las especies) a menudo se originan como consecuencias de la selección natural que favorecen la adaptación de los organismos a su medio. Pero el cambio evolutivo no lo fomenta directamente la selección natural y, por tanto, no es su consecuencia necesaria. De hecho, algunas especies pueden permanecer sin cambios durante largos períodos de tiempo, como los Nautilus, Lingula y otros llamados “fósiles vivos”, organismos que han permanecido inalterados en su aspecto durante millones de años.

Notas

1. Leyes como $f = m \times a$, fuerza = masa \times aceleración; o la ley de atracción, $f = g (m, m^2)/r^2$, la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus masas, pero inversamente relacionada al cuadrado de la distancia que los separa.

2. El ensayo de Wallace se publicó en el *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London (Zoology)* 3 (1958), pp. 53-62.

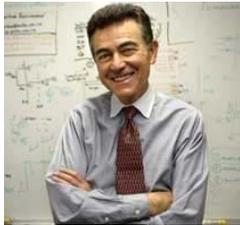
3. En su artículo, Wallace escribe: “Creemos que en la naturaleza hay una tendencia a la continua progresión de ciertas clases de variedades más y más allá del tipo original: una progresión para la cual no parece haber razón por la que asignar ningún límite definido. Esta progresión, por pasos mínimos, en diversas direcciones....”

4. *On The Origin of Species*, un facsímil de la primera edición de 1859. Nueva York: Athenaeum, 1967, p. 306. El período siluriano se extiende entre hace 416 y 444 millones de años.

5. Para una edición crítica de los *Red and Transmutation B to E Notebooks*, véase capítulo 3 en Eldredge, N. 2005. *Darwin*. Nueva York: Norton, pp. 71-138.

6. *Origen*, nota 4 arriba, pp. 489-490. Cursiva añadida.

7. Barlow, N. 1958. *The Autobiography of Charles Darwin*. Londres: Collins.



Francisco José Ayala nació en Madrid en 1934 y reside en Estados Unidos desde 1961. Se doctoró por la Universidad de Columbia en 1964. Investiga e imparte clases de biología en la Universidad de California en Irvine. Es uno de los más prestigiosos científicos españoles, reconocido por sus estudios del reloj molecular evolutivo y temas relacionados. Es autor de más de 500 artículos científicos y al menos una docena de libros. Ha abordado la divulgación popular a través de libros como: *Evolución* (1980), *Origen y Evolución del Hombre* (1980), *La Evolución en Acción* (1983), *Estudios sobre Filosofía de la Biología* (1983), *Genética Moderna* (1984), *La Naturaleza Inacabada* (1987) y *La Teoría de la Evolución* (1994). Ha recibido numerosas condecoraciones, entre las que destacan las medallas de oro de Mendel de la Academia de Ciencias de la República Checa (1994), de la Academia Nacional de Ciencias de Italia (2000), de la Stazione Zoologica de Nápoles (Italia, 2003) y la medalla nacional de la Ciencia de Estados Unidos (2001). Es doctor Honoris Causa por diez universidades, entre ellas las de Atenas, Bolonia, Complutense de Madrid, Central de Barcelona y León. Ha sido presidente de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Es miembro de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos, de la Academia Americana de las Artes y las Ciencias, y de la Sociedad Filosófica Americana, y miembro extranjero de la Academia Rusa de las Ciencias, Accademia Nazionale dei Lincei de Italia, Academia Mexicana de las Ciencias y Real Academia de Ciencias de España.

PONIENDO EN CLARO

Cultivos energéticos: Biodiésel.

María Elena Álvarez Suárez¹ y Desirée Granado Mongil²

Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Alumnas de 4º de Biología (Curso 2006-07).

¹ (moradeluna84@hotmail.com), ² (arancel_21@hotmail.com)

El biodiésel es un combustible energético elaborado principalmente a partir de materia orgánica de origen biológico (biomasa) mediante una reacción de transesterificación en la que, aparte de biodiésel crudo, también se obtiene como producto final glicerina.

Este biocombustible, en comparación con los gasóleos derivados del petróleo, tiene efectos menos agresivos sobre el medio ambiente. Su producción es renovable, puede usarse en cualquier motor diésel convencional y además se degrada con más facilidad en caso de derrame al medio, disminuyendo los perjuicios que causarían los gasóleos petrolíferos en la flora y la fauna.

Tiene como inconveniente que su producción supone un elevado coste y necesita grandes espacios de cultivo de materia prima.

No obstante, su desarrollo en el futuro se está fomentando gracias a la apertura de numerosas plantas de producción a lo largo y ancho de todo el territorio español.

Palabras clave

Biocombustible, biomasa, cultivos energéticos, transesterificación, energía renovable.

Introducción

El petróleo surgió como un combustible barato, razonablemente eficiente y de fácil extracción. Un derivado de éste, el gasóleo, adquirió más importancia convirtiéndose en el combustible más utilizado en el motor diésel.

A lo largo de la historia, el desarrollo de los biocarburantes se ha visto afectado por distintas crisis relacionadas con el uso de los recursos petrolíferos como motor de desarrollo. Estas crisis han propiciado la búsqueda de nuevas fuentes energéticas, y con ello han surgido los biocombustibles que se presentan como una fuente renovable de energía, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y minimizar la dependencia de combustibles fósiles.

A raíz de la primera crisis del petróleo en los Estados Unidos se comercializó la mezcla de etanol y gasolina, y desde entonces los combustibles alternativos se propusieron como una posible solución al problema que suponía el agotamiento de los recursos no renovables

Los biocombustibles son compuestos químicos producidos a partir de biomasa y de residuos industriales, especialmente los procedentes de la industria alimentaria. La biomasa que se emplea procede de plantas herbáceas y leñosas, y de residuos agrícolas y forestales.

Dentro de ellos se incluyen el biodiésel, bioetanol, biometanol, bio-ETBE (bio-etil-ter-butyl-eter), bio-MTBE (bio-metil-ter-butyl-eter), biogas, biodimetiler y combustibles biosintéticos, siendo los dos primeros los que despiertan mayor interés en la sociedad actual y por lo tanto en los que nos centraremos.

Biomasa

Biomasa hace referencia a todo tipo de materia orgánica de origen biológico, comprendiendo productos energéticos, tanto de origen vegetal como animal, originados a partir de materia orgánica biológica, excluyendo de este término todo combustible fósil o derivados, aunque en tiempos pasados su origen fuera también biológico (**Fig. 1**).

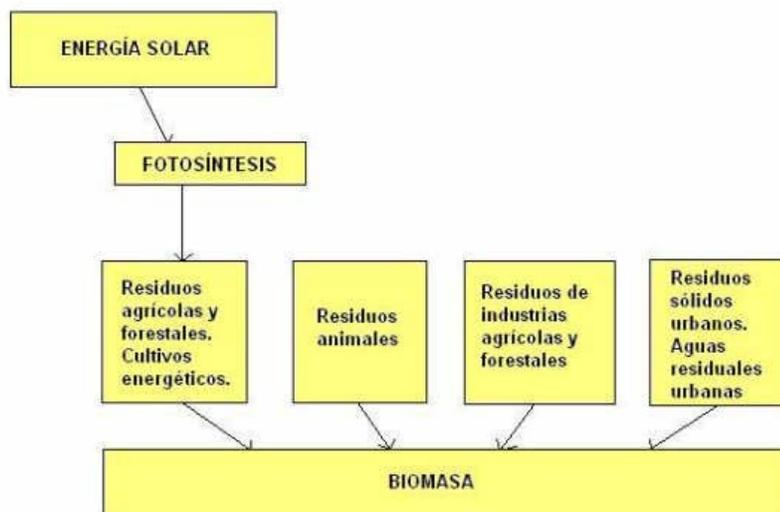


Figura 1. Procedencia de la biomasa.

Al descomponerse la materia viva, la energía contenida en ella se libera. Esto tiene lugar mediante el metabolismo de los alimentos, la descomposición de la materia viva o la combustión de la leña, etc., por lo que el conjunto de materia viva que existe en un momento dado, o biomasa, es un gran depósito energético temporal, cuya magnitud está mantenida a base de un constante flujo de captación y liberación.

Podemos diferenciar distintos tipos de biomasa teniendo en cuenta su origen biológico:

1. Biomasa primaria: es la materia orgánica formada por los seres vivos fotosintéticos, comprendiendo la biomasa vegetal, residuos agrícolas y forestales.
2. Biomasa secundaria: es la producida por seres heterótrofos que utilizan para su nutrición la biomasa primaria.
3. Biomasa terciaria: es la materia originada por los seres vivos que se alimentan de biomasa secundaria.

Sin embargo la biomasa puede clasificarse también como biomasa natural (producida por los ecosistemas silvestres) o biomasa residual (extraída de residuos agrarios, forestales, actividades agrícolas, ganaderas, industrias agroalimentarias y de la transformación de la madera) (**Fig. 2**).

Dependiendo de su origen, la biomasa tiene distintos usos:

La de los bosques: para fines energéticos, pero sólo constituye una fuente de energía considerable en países donde la densidad territorial es muy baja, como en los del tercer mundo. En España sólo es razonable contemplar el aprovechamiento energético de la tala y de la limpia de las explotaciones forestales (leña, ramas, follaje, etc), como también la de los residuos de la industria de la madera.

La de los residuos agrícolas, deyecciones y camas de ganado: constituyen una parte importante de la bioenergía. En España sólo parece recomendable el uso de la paja de los cereales (en los casos en que el retirarla del campo no afecte a la fertilidad del suelo) y las deyecciones y camas del ganado (cuando el no utilizarlas sistemáticamente como estiércol no perjudique las productividades agrícolas).

La de los cultivos energéticos: especialmente en España los de sorgo dulce y caña de azúcar, en ciertas regiones de Andalucía, donde ya hay tradición en el cultivo de estas plantas de elevada asimilación fotosintética.

El problema de la competencia entre los cultivos clásicos y los cultivos energéticos no se daría en el caso de otro tipo de cultivo energético: los cultivos acuáticos. Una planta acuática particularmente interesante desde el punto de vista energético sería el jacinto de agua, que posee una de las productividades de biomasa más elevadas del reino vegetal. También se podría recurrir a ciertas algas microscópicas (microfitos), que permitirían un cultivo continuo.

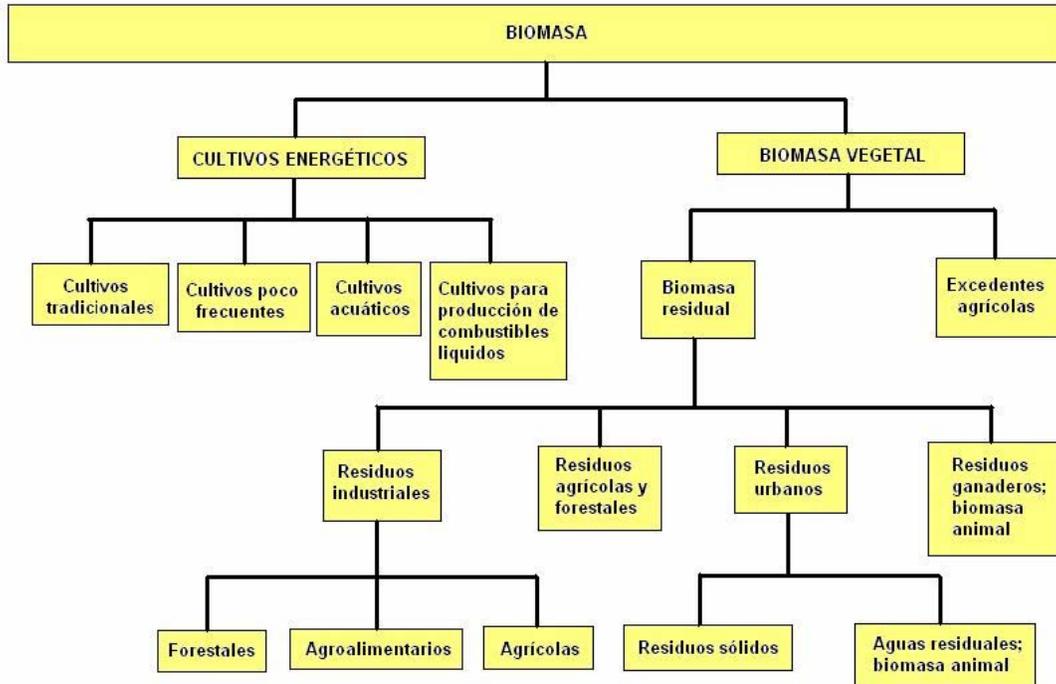


Figura 2. Clasificación de los distintos tipos de biomasa.

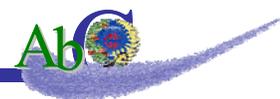
Cultivos energéticos

Los cultivos energéticos son cultivos de plantas cuyo crecimiento es rápido y son destinadas exclusivamente a la obtención de energía o como materia prima para la obtención de otras sustancias combustibles. Con frecuencia su desarrollo va acompañado del desarrollo de la industria de transformación de la biomasa en combustibles.

Debido a su gran facilidad para amoldarse a distintos tipos de suelo y no precisar ningún requisito especial para el crecimiento, se ha conseguido obtener mayor rentabilidad económica y energética de estos cultivos.

Dentro de los cultivos energéticos destinados a la producción de biomasa distinguimos:

- Cultivos productores de biomasa lignocelulósica: se emplean para obtener calor mediante la combustión en calderas. Estos cultivos, en el área Mediterránea son de especies leñosas o cultivos de especies herbáceas como el cardo.



- Cultivos de semillas oleaginosas: se trata de los cultivos de colza, soja y girasol utilizados en la obtención de aceites vegetales para ser empleados como carburantes en automoción, y se conocen como biocarburantes.
- Cultivos en los que la biomasa se obtiene en estado líquido, como son los aceites vegetales y los alcoholes obtenidos por destilación, que pueden ser usados como carburantes en los motores.

Los cultivos energéticos se desarrollan atendiendo al valor que poseen como combustible, conociéndose esta nueva estrategia de la agricultura como “Agroenergética”, aunque existen todavía interrogantes sobre su rentabilidad y su impacto tanto a nivel social como ecológico, debido a la falta de datos experimentales.

Atendiendo a los cultivos que se pueden aprovechar con fines energéticos, se pueden considerar los siguientes grupos:

1. Cultivos tradicionales: son los que el hombre ha utilizado desde hace tiempo para la producción de alimentos y para la obtención de productos industriales. Las especies de este tipo tienen exigencias climáticas y precisan de terrenos fértiles y agua, por lo que su cultivo compite con los cultivos alimentarios, a no ser que se utilicen los excedentes de las cosechas con fines energéticos. Destacamos entre otros los cereales, la caña de azúcar, la remolacha, la mandioca y las plantaciones forestales.
2. Cultivos poco frecuentes: son especies silvestres adaptadas a áreas no aprovechables para fines alimentarios. Esto evitaría la competencia entre cultivos alimentarios y cultivos energéticos. Se ha centrado la atención en especies de gran producción de biomasa en condiciones edáficas y climáticas desfavorables, como son los cardos, las chumberas, los agaves y los helechos.
3. Cultivos acuáticos: se contemplan a más largo plazo que los terrestres por la falta de experiencia en este campo, aunque los océanos ocupan mayor superficie potencialmente productiva de biomasa que la tierra. Hasta ahora sólo se ha llevado a cabo el estudio de las algas convencionales y las unicelulares como especies marinas, y el jacinto de agua como planta acuática de agua dulce.
4. Cultivos de plantas productoras de combustibles líquidos: son aquellas que producen sustancias que tras ser tratadas de forma sencilla, se pueden usar como combustibles por sus

propiedades similares a las de los derivados del petróleo. El cultivo de algunas de estas especies constituye un panorama muy interesante en la actualidad, destacando las palmeras, euforbias, ricino, jojoba, copaiba y el membrillo negro.

No solamente las plantas citadas anteriormente se utilizan como productoras de energía. Se deberán ensayar las especies autóctonas de las que se crea que pueden tener una mayor adaptación al medio, y posteriormente llevar a cabo una selección genética de variedades encaminadas a obtener la mayor cantidad posible de biomasa recolectable.

Biodiésel

Naturaleza y obtención.

El biodiésel o biogasóleo se produce a partir de productos naturales o de residuos (biomasa) tales como aceites vegetales de soja, colza, girasol, cacahuete, usados o vírgenes, y grasas vegetales, aunque en España se fabrica casi siempre con aceite doméstico usado. Este aceite se recupera mediante un sistema de recogida que trabaja con la industria hotelera, empresas de catering, cocinas industriales y hospitales. Además la recogida domiciliar se puede realizar a través de los llamados “puntos verdes”, lugar donde los ciudadanos depositan sus residuos.

Se trata de ésteres de alquilo, metilo y etilo, con ácidos grasos de cadena larga. Se obtienen mediante transesterificación, que transforma a los triglicéridos constituyentes de aceites vegetales en ésteres de metilo o etilo (**Fig. 3**). Durante este proceso reaccionan las tres cadenas de ácidos grasos de cada molécula de triglicérido con un alcohol, en una proporción aproximada de 1/10 entre alcohol y aceite, consiguiendo separar de ellas una molécula de glicerina, y quedando biodiésel crudo, aparte de otros ácidos grasos libres que pueden ser destilados (**Fig. 4**). Para ello es necesaria la aplicación de calor y un catalizador básico.

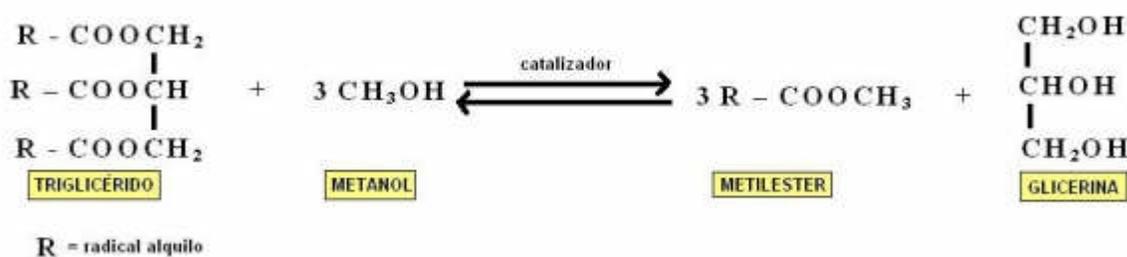


Figura 3. Reacción de transesterificación.

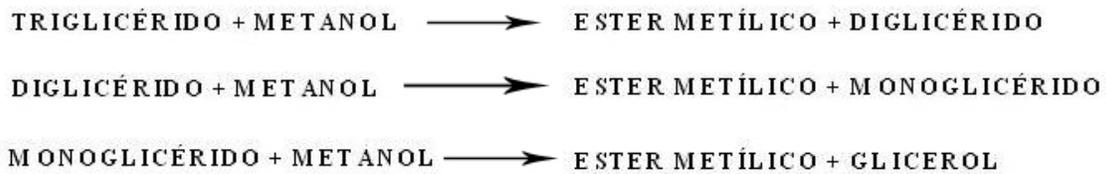


Figura 4. Etapas de la reacción.

Los dos compuestos principales (biodiésel y glicerina puros) sufren un proceso de refinado antes de ser utilizables. El metanol obtenido tras estos procesos de refinado puede volver a utilizarse en la transesterificación de los compuestos de entrada. El proceso general de producción de biodiésel a partir de la esterificación de aceites es el expuesto en la **Figura 5**.

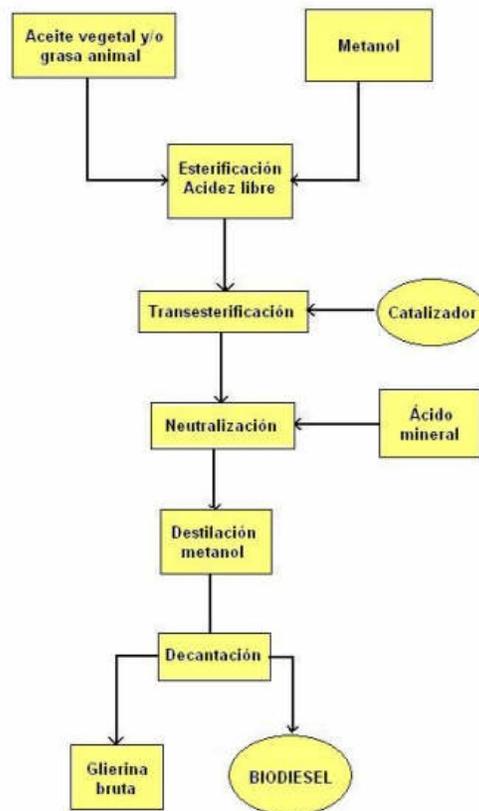


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso

Al finalizar este proceso, las cadenas ésteres quedan reteniendo moléculas de oxígeno, lo que le confiere al biodiésel una combustión fácil, y la glicerina obtenida puede ser reutilizada en otras industrias, como son la química, la farmacéutica, la cosmética y la de fabricación de

explosivos. De modo indirecto, en la extracción del aceite vegetal usado como materia prima se obtiene también torta alimenticia de aplicación en los piensos animales. Estas glicerinas tienen un valor económico positivo y su comercialización forma parte de la rentabilidad del biodiésel.

Las propiedades de este biocombustible son similares a las del gasóleo de automoción, en cuanto a la densidad y al número de cetanos. Tiene un punto de inflamación superior al gasóleo derivado del petróleo. Gracias a estas características el biodiésel puede sustituir totalmente al gasóleo o ser mezclado en distintas proporciones con él para su uso en motores diésel, sin ser necesaria una modificación en los motores posteriores a los años 90.

En ocasiones, el biodiésel se ha relacionado con la utilización de aceite vegetal puro como biocarburante, pero desde un punto de vista estricto, el término biodiésel se refiere exclusivamente al éster metílico producido a partir de un aceite vegetal o animal.

El aceite vegetal puro presenta cierta similitud con el gasóleo de origen fósil. Por esto permite su utilización en los motores diésel, aunque es necesario realizar modificaciones considerables en los mismos. En cambio, el aceite esterificado posee una mayor similitud de propiedades con el gasóleo.

La elaboración del biodiésel a partir de aceites usados consta de las fases de refinado de la materia prima, transesterificación para obtener éster metílico, depuración y secado. El principal problema de este método radica en los sistemas de recogida de los aceites usados.

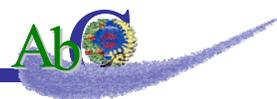
Ventajas.

- Su producción es renovable.
- Genera desarrollo local y regional mejorando la cohesión económica y social con la creación de nuevos puestos de trabajo. Los cultivos energéticos que se emplean para su producción, suponen una alternativa de uso del suelo que evita la erosión y desertificación que afectan a tierras agrícolas que por su escasa rentabilidad están siendo abandonadas por los agricultores.
- En el balance final de su proceso de producción primaria y elaboración industrial se reduce la contaminación ambiental, ya que las emisiones de dióxido de carbono son menores respecto a las de los combustibles fósiles. Este efecto se consigue gracias a la absorción de CO₂ por los cultivos oleaginosos.

- Su uso reduce las emisiones de dióxido de azufre en casi el 100%. Al no incluir azufre en su composición no lo emana a la atmósfera, y por ello se reduce la producción de lluvia ácida. Además, su fácil combustión reduce las emisiones de CO₂, CO, partículas e hidrocarburos aromáticos en un 45%, 10%, 18% y 15% respectivamente. Su combustión emite menos elementos nocivos como el PAH (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos) que son compuestos cancerígenos, reduciendo con ello el riesgo de contraer la enfermedad.
- Es menos irritante para la epidermis humana.
- Es el único combustible alternativo capaz de funcionar en cualquier motor diésel convencional sin necesitar ningún tipo de modificación, actuando además como lubricante y prolongando así la vida útil de los motores.
- Puede usarse puro (B 100 o gasoil verde) o mezclado en una proporción de un 20% de biodiésel con un 80% de diésel petróleo (B 20). La razón de realizar esta mezcla con gasóleo radica, entre otras cosas, en la particularidad que presentan los aceites vegetales de disolver la goma y el caucho.
- Es seguro de manejar y transportar ya que posee un punto de ignición más elevado que el del gasoil, y además es biodegradable. Se puede almacenar en el mismo lugar que el petrodiesel. Por su poder solvente, se utiliza para limpiar los tanques usados para almacenar el diésel del petróleo.
- Vertidos al medio ambiente se degradan con más facilidad que los petrocombustibles y por eso son menos contaminantes y letales para la flora y fauna.
- Sustituyen los malos olores que se desprenden en la combustión del diésel del petróleo por un aroma semejante al de palomitas de maíz o patatas fritas.

Por otro lado el uso de biodiésel presenta una serie de inconvenientes como son:

- El coste de producción dobla al del gasóleo, por lo que precisan de ayudas públicas para ser competitivo.
- Se necesitan grandes espacios de cultivo, pues del total de la plantación se consigue un porcentaje de combustible muy bajo (7%).
- Precisa de una transformación previa compleja.



- Su uso está limitado a motores de bajo rendimiento y poca potencia.
- El biodiésel tiene un punto de congelación entre 0° y 5° C, lo que produce dificultades en el arranque a bajas temperaturas.

Conclusiones generales

Por sus propiedades el biodiésel no perjudica a la salud humana, ni a la de los animales, y plantas, ni a los monumentos y/o edificios. Por este motivo su empleo resulta más ventajoso frente al combustible diésel procedente del petróleo, sobre todo en el sector del transporte.

Aunque todavía sea un producto más caro que el gasóleo, debemos tener en cuenta todos los beneficios que conlleva el uso del biodiésel, aumentando día a día el número de adeptos.

Este combustible se presenta como una nueva alternativa para captar inversores, aumentando la rentabilidad de los proyectos, y de este modo conseguir un mayor desarrollo sostenible en el tiempo.

Bibliografía

Alegre Garrido, O. (2005). Estudios sobre cultivos energéticos (*Colza brassica carinata*) en los secanos del sur de la provincia de León.

Ballesteros Perdices, M. (2004). La biomasa como fuente de energía: biocombustibles. En: Energía y medio ambiente. Rodríguez, J.F., Ramos, P.A., Calvo, F.J. y Luengo, M. Ediciones Universidad de Salamanca. 293-303.

Camps Michelena, M., Marcos Martín, F. (2002). Los biocombustibles. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/biocarburantes_transporte.htm

<http://www.wnbiodiesel.com/products.html>

<http://www.biodieselspain.com>

<http://www.acbiodiesel.net/docs/docCNE.pdf>

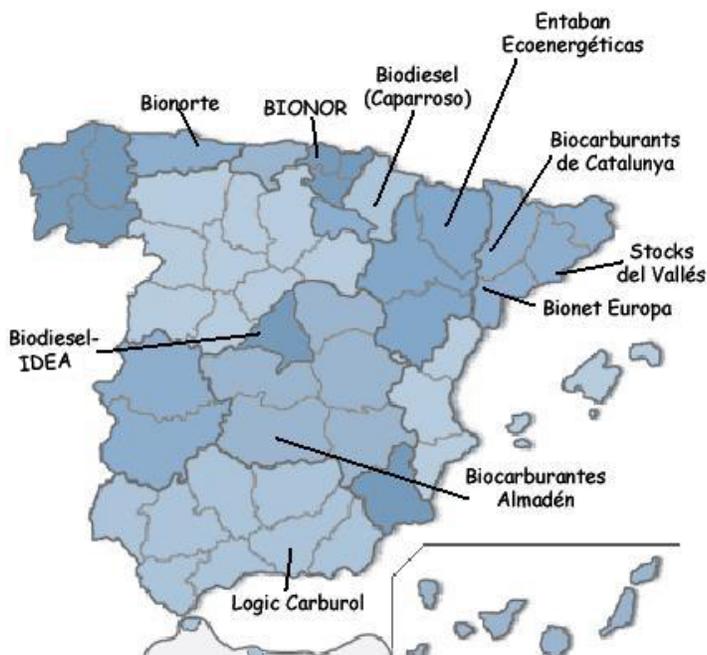
<http://www.ebb-eu.org/>

<http://waste.ideal.es/biodiesel.htm>

<http://www.biodieselnow.com/>

<http://www.enersilva.org/biomasaenergetica.php>

Empresa	Producción (T/año)	Materia prima	Año fundación
Stocks del Vallés S.L.	6.000	Aceites usados	2003
Bionet Europa S.L.	50.000	Aceites usados de origen vegetal	2003
Proyecto Alcalá	5.000	Aceites usados	2004
Entaban Ecoenergéticas S.A. I y II	25.000 y 50.000	Aceites de girasol	2004
Bionorte	4.000		
Bionor Transformación	20.000	Aceites usados	2003
Biocarburantes Almadén S.L.	10.000	Aceite de girasol	
Logic Carburol S.L.	40.000	Aceites de girasol	
Bioenergética Extremeña	60.000	Oleaginosas de girasol	2004



Plantas de producción en España

SIGUIENDO LA PISTA

Determinación de parámetros fisiológicos de guisante bajo estrés salino

Sonia Paredes Menéndez¹ y Jennifer Ramos Carro²

Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Alumnas de 5º curso de Biología (curso 2006-07).

¹(biospm00@estudiantes.unileon.es), ²(biojrc00@estudiantes.unileon.es).

Meditante la determinación de los parámetros fisiológicos de guisante bajo estrés salino se ha establecido una relación entre la concentración salina y la respuesta que manifiestan las plantas glucófitas. A través de un tratamiento inductor de salinidad se ha evidenciado que la longitud, la relación peso seco/peso fresco, la tasa de germinación, la evapotranspiración y la eficiencia fotosintética son clave para la detección de cultivos sometidos a niveles elevados de salinidad. Esta descripción es relevante puesto que diversos estudios muestran un aumento progresivo de la salinidad en los cultivos debido a la acción antrópica y es necesario establecer un marco biológico sobre el que se pueda actuar en un futuro próximo para evitar los efectos negativos que esta situación implica en la agricultura.

Palabras clave

Glucófitas, *Pisum sativum*, evapotranspiración, fotosistema II, método gravimétrico, osmómetro.

Introducción

La explotación agrícola, el empleo de fertilizantes minerales y la progresiva sequía, han ocasionado una pérdida en los niveles óptimos de materia orgánica del suelo (1) y un aumento de la salinidad en los mismos. La intrínseca relación entre el sistema planta-suelo ha llevado a muchos autores a la determinación de las consecuencias de la salinidad (2) sobre los cultivos. El efecto más sustancial es la inducción de estrés salino en la planta, con una connotación preocupante debido a diversos efectos negativos (3) que llevan a innumerables desórdenes fisiológicos.

No todas las plantas presentan la misma respuesta ante una determinada concentración de sales (4), por lo que nuestro estudio se centrará en plantas con respuesta glucófitas, aquellas que, para cualquier incremento de la concentración de sales, ven reducido su crecimiento.

El principal objetivo del estudio será concluir los parámetros que sean más indicativos de estrés salino en guisante (*Pisum sativum*) con objeto de que sirvan como referencia para la detección de suelos salinos o cultivos que se encuentran bajo condiciones significativas de salinidad. Asimismo, se pretende la continuidad de estudios similares en otras especies vegetales

de interés comercial así como la futura investigación para paliar su efecto, que actualmente presenta una gran amenaza de la agricultura a nivel mundial (5).

Materiales y métodos

Condiciones de cultivo

Se comenzó el experimento con la siembra de 40 semillas de guisante (*P. sativum* var. Lincoln) en dos macetas independientes (3 litros cada una). Una de ellas se empleó como control y la otra se sometió a condiciones de estrés salino. Ambas se rellenaron hasta la mitad de su volumen con un sustrato compuesto por turba y vermiculita (1:1 v/v), sobre el cual se depositaron las 20 semillas correspondientes cubriéndose, posteriormente, 2 cm. con el mismo sustrato. Se ajustó la dosis de riego al 60% de su capacidad de campo para cuyo cálculo se utilizó un método gravimétrico (6). Se establecieron dos tratamientos de riego a lo largo del experimento, con la finalidad de inducir estrés salino:

- Solución Hoagland + 0 g/L NaCl (control)
- Solución Hoagland + 4 g/L NaCl (tratamiento salino)

Parámetros de crecimiento

Durante un periodo de uno a dos meses se procedió a la determinación de los siguientes parámetros de crecimiento:

- Longitud de tallo: se midió la distancia existente entre la superficie del sustrato y la yema apical.
- Peso fresco (Pf) y seco (Ps): se pesaron las plantas en fresco (Pf), se secaron durante 48 horas y posteriormente se volvieron a pesar (Ps). Se tuvo en cuenta para su cálculo el total de plantas.
- Área foliar media (L_A): se dibujó la silueta de las hojas sobre un folio en blanco y se recortó dicha superficie. Se comparó el peso de dichas figuras con un patrón de superficie conocida.

Una vez obtenidos los valores de los parámetros de crecimiento se calcularon las siguientes tasas:

- Tasa de crecimiento absoluta (G) [g día^{-1}]:

$$G = dP_s/dt = (P_{s2} - P_{s1}) / (t_2 - t_1)$$

- Tasa de asimilación neta (E) [$\text{mg cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$]:

$$E = (1/L_A) \times G = (P_{s2} - P_{s1}) / (t_2 - t_1) \times (\ln L_{A2} - \ln L_{A1}) / (L_{A2} - L_{A1})$$

Parámetros hídricos

En dicho periodo se determinaron también distintos parámetros hídricos:

- Consumo de agua: se expresó dicho consumo mediante la evapotranspiración (ET). Para el cálculo del agua evapotranspirada se consideró la diferencia de pesadas entre días consecutivos (método gravimétrico) (6). Una vez determinada el agua evapotranspirada, al final del experimento, se procedió al cálculo de la eficiencia en el uso del agua (WUE) mediante la siguiente fórmula:

$$WUE = \text{Ps total de las plantas (g cm}^{-2}\text{)} / \text{agua evapotranspirada (g cm}^{-2}\text{)}$$

- Potencial osmótico (Ψ_s): se extrajo líquido intracelular de tres segmentos subapicales de tallo y se determinó la osmolaridad (M) de dicha solución mediante un osmómetro de presión a vapor (Wescor, Inc.) Para el cálculo del potencial osmótico se utilizó la siguiente relación:

$$\Psi_s = -C_i R T$$

- Potencial hídrico (Ψ_h): se midió en un tallo, para cada uno de los tratamientos, utilizando una cámara de Scholander (Pms instrument Co.) (7).

Parámetros fotosintéticos

Asimismo se completó el estudio con una medida de un parámetro bioquímico como es la concentración media de clorofila. Para ello se tomaron varias hojas de cada uno de los tratamientos y, realizando un homogeneizado con acetona, se procedió a la determinación de su D.O.₆₅₂ en un espectrofotómetro. Se tuvo en cuenta que el coeficiente de extinción en mg/ml (ϵ) para la clorofila extraída en acetona al 80% y a 652 nm es 5,8. Dicho parámetro bioquímico relacionado directamente con el potencial fotosintético de la planta se comparó con la medición de la eficiencia fotosintética del PSII (Φ_{II}) para lo que se utilizó un PAM- Fluorímetro (Walz, Inc.)

Tratamiento estadístico

Para la comparación de medias se utilizó el test “t de Student” ($p < 0,05$).

Resultados

Parámetros de crecimiento

En el primer muestreo realizado a los 7 días de post-emergencia se observa una reducción de un 15% de germinación en las plántulas sometidas a estrés salino (**Fig.1**).

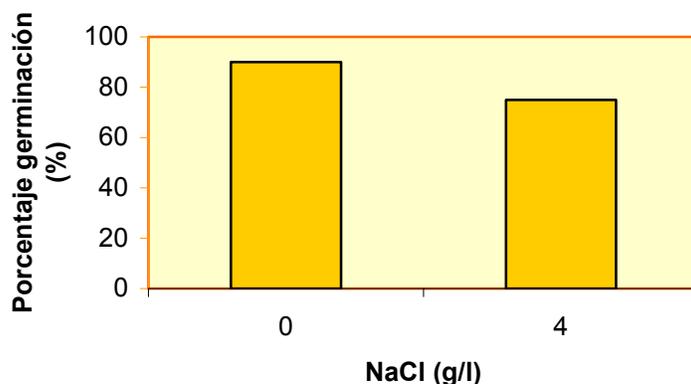


Fig. 1. Porcentaje de germinación a los 7 días de post-emergencia. Se sembraron 20 semillas por tratamiento.

Se observa que en los primeros 13 días no hay diferencias significativas en la longitud del tallo pero a partir de los 20 días de post-emergencia aumentan considerablemente dichas diferencias. El muestreo realizado el día 28 muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) (**Fig.2**).

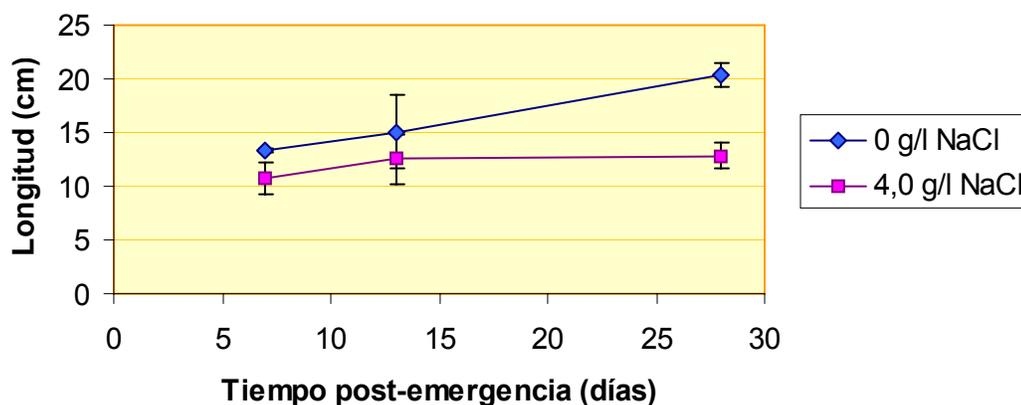


Fig. 2. Variación de la longitud de los tallos en plantas control y plantas sometidas a tratamiento salino. Se representa la media \pm desviación estándar ($n = 3$).

Al igual que en la **Figura 1.**, en los 15 primeros días de post-emergencia no hay diferencias apreciables observándose en el último muestreo que el valor para la relación peso seco/ peso fresco se incrementa un 25% en el tratamiento salino respecto al control (**Fig.3**), aunque el análisis estadístico no muestra diferencias significativas ($p>0.05$).

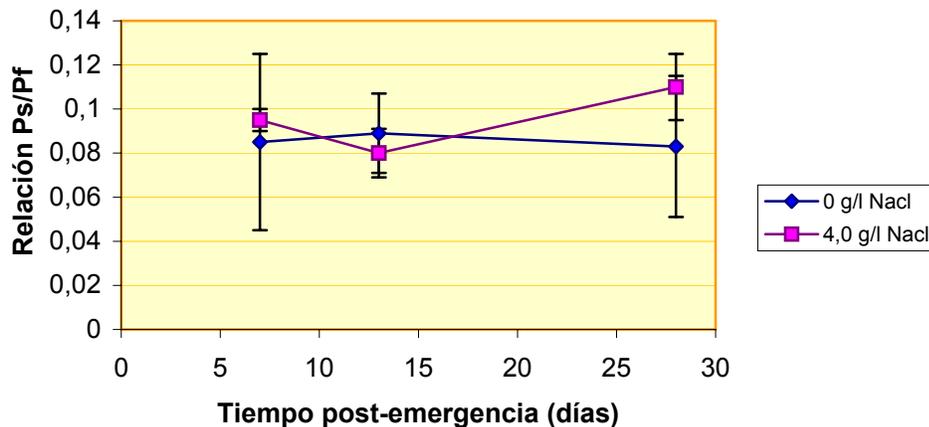


Fig. 3. Relación peso seco/peso fresco en plántulas con tratamiento control y tratamiento salino. Se representa la media \pm desviación estándar ($n= 3$).

Respecto a los valores de área foliar en los primeros días del experimento los más elevados se corresponden con el tratamiento salino, por el contrario, en los últimos días del periodo experimental los valores máximos están relacionados con las plantas control (**Fig.4**). En este caso, el análisis estadístico para el día 28 no refleja diferencias significativas ($p>0.05$) aunque se encuentra cerca del límite de significación.

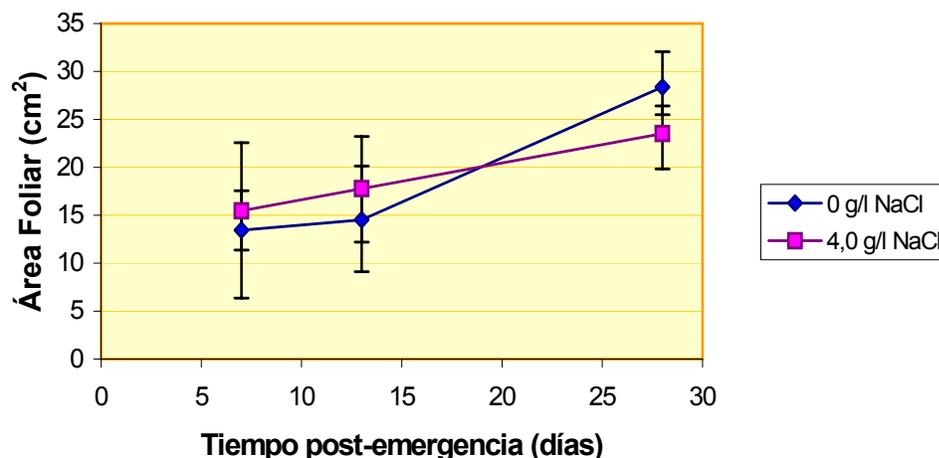


Fig 4. Área foliar obtenida con tratamiento control y tratamiento salino. Se representa la media \pm desviación estándar ($n= 3$).

Los datos de la **tabla 1** muestran claramente que las plántulas no sometidas a estrés salino presentan valores más elevados en los parámetros de crecimiento.

La ganancia en peso respecto a los distintos tratamientos es 0,26 gramos por día mayor en las plántulas control que en las plántulas sometidas a estrés salino. En esta relación de la tasa de asimilación neta entre las plántulas con tratamiento control y salino se refleja una diferencia de 0,01 mg cm⁻¹día⁻¹ en las control.

Tabla 1. Efecto del NaCl sobre algunos parámetros de crecimiento. Tasa de crecimiento absoluta (G) y Tasa de asimilación neta (E) comprendida entre el primer y último muestreo del periodo experimental.

NaCl (g/l) *	G (g día ⁻¹)	E (mg cm ⁻¹ día ⁻¹)
0	1,55	0,077
4	1,29	0,067

(*) Concentración final de NaCl en la solución de riego.

Parámetros hídricos

La evapotranspiración es un 15% más elevada en las plántulas sometidas a tratamiento control que en las plántulas en medio salino (**Tabla 2**). Aunque la eficiencia en el uso del agua (WUE) se calcula a partir de los datos de la evapotranspiración, se aprecia nítidamente que hay diferencias, ya que aunque la ET es mayor en plántulas control, la WUE es casi un 30 % más elevada en las plántulas sometidas a estrés salino.

Tabla 2. Efecto del NaCl sobre algunos parámetros hídricos. Evapotranspiración (ET) total en el periodo experimental. Eficiencia en el consumo de agua (WUE) obtenida a través de los resultados de evapotranspiración.

NaCl (g/l) *	ET total (g cm ⁻²)	WUE
0	3,157	0,26
4	2,62	0,36

(*) Concentración final de NaCl en la solución de riego.

Los valores de Ψs muestran una gran diferencia entre el tratamiento control y el tratamiento salino (**Fig.5**), siendo menores en este último. No obstante no se encontraron

diferencias significativas entre las medias debidas, muy probablemente a la elevada dispersión de los datos.

Con la representación del Ψ_s se adjuntó también la representación del Ψ_h . Aunque las diferencias no son tan evidentes, en este caso también se corresponden los valores más bajos con las plántulas sometidas a estrés salino.

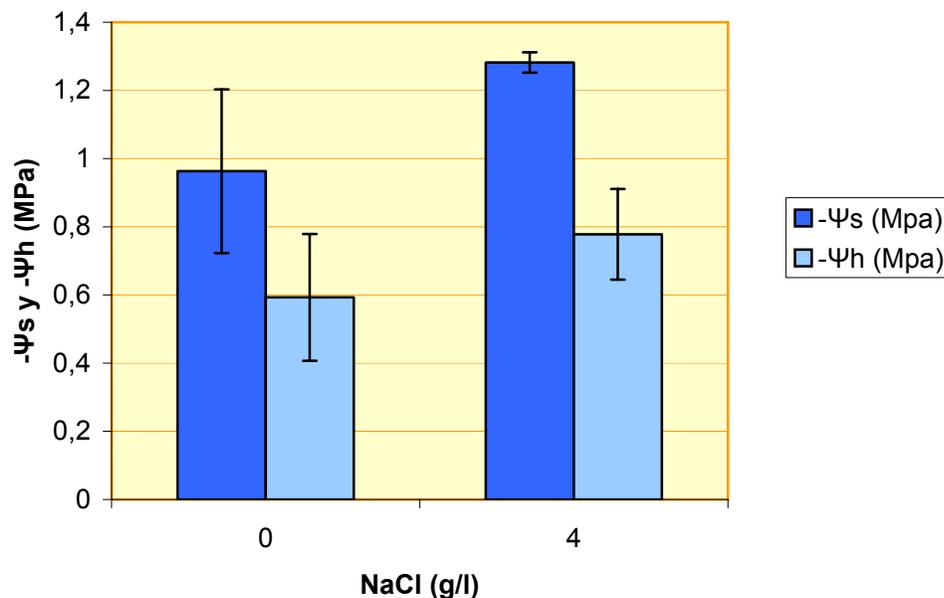


Fig 5. Potencial hídrico (Ψ_h) en xilema y potencial osmótico (Ψ_s) de células de guisante, considerándose los valores de tratamiento salino y control. Se representa la media \pm desviación estándar ($n= 6$).

Parámetros bioquímicos

El posible efecto del tratamiento salino sobre la fotosíntesis se puede reflejar en determinados parámetros como el contenido de clorofila o el rendimiento cuántico efectivo del PSII (**Tabla 3**). Comparadas con los controles, las plantas sometidas a estrés salino muestran una reducción del 21% y del 17% en el contenido en clorofila y rendimiento cuántico efectivo del PSII respectivamente (**Tabla 3**).

Tabla 3. Efecto del NaCl sobre algunos parámetros bioquímicos contenido en clorofila y rendimiento cuántico efectivo de plantas control y plantas sometidas a estrés salino a los 21 días de post-emergencia.

NaCl (g/l) *	Contenido en clorofila ($\mu\text{g chl mg Pf}^{-1}$)**	Rendimiento cuántico efectivo**
0	0,491 \pm 0,109	0,331 \pm 0,089
4	0,387 \pm 0,703	0,274 \pm 0,05

(*) Concentración final de NaCl en la solución de riego. (**) Se expresa la media \pm desviación estándar (n=6).

Discusión

Son evidentes las diferencias obtenidas para los distintos parámetros fisiológicos entre el tratamiento salino y el tratamiento control. Estas diferencias realmente se ajustan a los esperado, ya que *Pisum sativum* es una planta glucófito, es decir, se ve afectada por la salinidad (4).

Los parámetros de crecimiento proporcionan una visión directa del efecto del estrés salino inducido sobre las plántulas. La respuesta de la planta al estrés hídrico supone una inversión de energía en contrarrestar los efectos de la salinidad en detrimento del crecimiento en longitud (**Fig. 2**). A pesar de ser el parámetro que muestra diferencias más significativas, también se ha observado que el tratamiento salino disminuye la capacidad de emergencia de las plántulas (**Fig. 1**) y alarga su período de germinación.

A los 28 días de post-emergencia se observa un mayor valor para la relación peso seco/peso fresco en el tratamiento salino (**Fig. 3**), y aunque no se obtienen diferencias significativas, es posible que alargando el periodo de muestreo se encuentren dichas diferencias. La elevada relación peso seco/peso fresco encontrada en tratamiento salino se debe a la existencia de un peso seco mayor en las plántulas y a una disminución de peso fresco.

Esto puede ser debido a que dichas plantas acumulan más cantidad de sal en sus células incrementando su peso ya que, cuando se induce estrés salino, los iones Na^+ se introducen en el citoplasma (8) gracias a la presencia de canales y transportadores catiónicos en la membrana plasmática, los cuales son bastante inespecíficos frente a un aumento en la relación Na^+/K^+ en el medio. La disminución en el contenido de iones K^+ en el citoplasma trae como consecuencia una desestabilización en el potencial de membrana, la inactivación de enzimas y un efecto perjudicial sobre una serie de procesos fisiológicos (8). Para restablecer la homeostasis iónica,

ya que carecen de transportadores de Na^+ , tienen que recurrir a la acumulación de Na^+ en el interior de la vacuola y es lo que se detecta en el incremento de peso seco.

La estimación del área foliar media (**Fig. 4**) muestra que los valores más elevados se corresponden con el tratamiento control mientras se ven disminuidos en el salino. Diversos estudios han demostrado que esta disminución no es debida a una inhibición de la mitosis (ciclo celular), sino que se ve inhibida la expansión celular, es decir, crecimiento de las células (9).

Un estrés salino conlleva un estrés hídrico ya que se reduce la cantidad disponible para la planta y sus necesidades de agua no son correspondidas. Esto implica una reducción del área foliar (10) y el cierre de los estomas para evitar la evapotranspiración (**Tabla 2**). La raíz, al detectar una reducción en la absorción de agua, a través de la síntesis de ácido abscísico (ABA), es capaz de producir cambios fisiológicos como el cierre de los estomas (11). Como consecuencia de esta disminución de la evapotranspiración, se reduce el crecimiento neto de la planta, y la asimilación neta (**Tabla 1**).

Aunque la evapotranspiración es un 15% más elevada en plantas control, al calcular la WUE (**Tabla 2**) se observan valores más elevados en plantas con tratamiento salino. El elevado peso seco en plántulas salinas frente a las plántulas control implica que se observe mayor eficiencia en el consumo de agua en las plántulas salinas. Aunque puede que este hecho resulte un beneficio para las plantas sometidas a estrés salino sería interesante comprobar si se mantiene esta eficiencia considerando el peso fresco de las plántulas.

Los efectos de la salinidad en las plantas se deben al exceso de partículas disueltas que causan un aumento en el potencial osmótico del suelo, con lo cual se reduce el potencial hídrico de éste. Esto mismo sucede cuando se concentran los solutos en la célula provocando una disminución en el potencial osmótico de la célula (**Fig. 5**). Diversos estudios han concluido que el NaCl afecta a la funcionalidad de las acuaporinas (transportadores de agua en la célula). Esto supone que las células que concentran sales en su citoplasma no son capaces de transportar mas agua al interior celular y por tanto, aumenta el potencial osmótico celular (1). Asimismo, se observa un incremento del potencial hídrico (**Fig. 5**) en el xilema debido a una mayor concentración de sales, aunque el tratamiento salino ha afectado en mayor medida al potencial osmótico.

Respecto a la eficiencia fotosintética se ha observado (**Tabla 3**) que el tratamiento salino afecta más al contenido en clorofila (21%) que al rendimiento cuántico efectivo (17%). Esto indica que en las plantas sometidas a estrés salino se observa una reducción de la actividad del fotosistema II, lo que implica una disminución (12) en la captación de energía de excitación por

un probable daño en el complejo antena debido a la salinidad. Hay otros estudios que también reflejan esta disminución de la eficiencia fotosintética en diversas plantas glucófitas (13) a consecuencia de una elevada salinidad en el medio de cultivo.

Aproximadamente el 20% de la superficie dedicada a la agricultura se encuentra afectada por niveles de salinidad que superan la tolerancia de las especies en los cultivos tradicionales. Este porcentaje va en aumento con una tasa del 0,5% anual (8), debido fundamentalmente a bajas precipitaciones, alta superficie de evaporación, irrigación con aguas salinas y por las prácticas tradicionales de cultivo que favorecen el incremento de la concentración de sales en el suelo.

El estrés salino afecta directamente al rendimiento en los cultivos, inhibe su desarrollo óptimo y, en algunos casos, puede conducir a la muerte de la planta. Como se ha observado, los parámetros fisiológicos sirven para detectar si un determinado cultivo se encuentra en un medio con exceso de sales y una ampliación en estas investigaciones puede suministrar claves para combatir los efectos negativos que se producen en estas plantas que tanto beneficio proporcionan a la especie humana.

Bibliografía

- 1) http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_AGRARIAS/QUIMICA_AGRICOLA/1
- 2) http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/bolarios/Investigacion/salinidad.htm
<http://www2.udec.cl/~lebravo/Ejercicios/Guias/practico7.doc>
<http://www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/salino.htm>
- 3) http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/X8234S/x8234s08.htm
- 4) **Hillel, D.** 1980 b. Applications of Soil Physics. Academic Press, New York.
- 5) **Taiz L, Zeiger E** (eds). 1991. Plant Physiology. The Benjamin /Cummings Publishing Company Inc. Redwood City, California.
- 6) http://www.bioplanet.net/magazine/bio_marabr_2004/bio_2004_marabr_reportaje.htm
- 7) <http://www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/factor.htm>
<http://www2.udec.cl/~lebravo/Ejercicios/Guias/practico7.doc>
http://www.cuencarural.com/agricultura/tolerancia_de_los_cultivos_al_estres_salino_que_hay_de_nuevo/
- 8) <http://www.iztacala.unam.mx/temas/foropaea/18TB11Ia.htm>
- 9) http://www.cibernetia.com/tesis_es/QUIMICA/BIOQUIMICA/FOTOSINTESIS/1

BAÚL DE LA CIENCIA

Pronosticadores naturales del tiempo atmosférico

Francisco Javier Rúa Aller

La predicción física del tiempo atmosférico es un proceso de gran complejidad que recurre a la medida de varios parámetros que luego son empleados en los modelos predictivos, con los que se pronostica el tiempo a medio plazo, en torno a unos diez días. Junto a esta predicción científica se mantienen los conocimientos populares, muchos de ellos verdaderos, sobre todo los que se refieren al entorno local y a un plazo corto. La observación del tipo de nubes y la dirección que llevan, los colores del Sol al amanecer o a la puesta y el comportamiento de los animales son algunas señales de las que se ha valido el hombre del entorno rural para pronosticar los cambios del tiempo atmosférico.

Desde la época de Mariano Medina, en la que los meteorólogos recibían información de la aproximación de borrascas atlánticas por medio de barcos situados en el océano, las predicciones meteorológicas han cambiado mucho, si bien sigue siendo un proceso con muchos interrogantes. La predicción física del tiempo atmosférico es una de las tareas más complejas y apasionantes que realizan los físicos dedicados a la climatología y meteorología. Esto es así por la propia naturaleza del aire, un gas que se encuentra totalmente libre y en rotación, sometido a la acción de numerosas fuerzas exteriores, en contacto con la superficie terrestre y experimentando variaciones energéticas incesantes; además, en su interior contiene una sustancia como el agua, que experimenta continuos cambios de estado, con la absorción o liberación de enormes cantidades de calor.

Para la elaboración de los pronósticos meteorológicos es preciso conocer el estado atmosférico en tiempo real, lo que conlleva el sondeo de la atmósfera tanto en superficie como a determinadas alturas a fin de determinar sus características y propiedades físicas. Este análisis atmosférico requiere una enorme toma de datos, midiendo variables como la presión, temperatura, humedad, dirección e intensidad del viento, visibilidad, tipo y altura de las nubes, etc. La información obtenida, cifrada en forma de parte codificado se transmite por el Sistema Mundial de Telecomunicaciones a los Centros Nacionales de Telecomunicaciones, donde se recopila y transmite a los Centros Regionales que recogen los partes meteorológicos elaborados en los países de su área de influencia y los envían a sus respectivos Centros Mundiales de

Telecomunicaciones. Una vez concentrada la información meteorológica de todos los países se difunde, según sus necesidades, a los Centros Nacionales e Internacionales de Análisis y Predicción del Tiempo Atmosférico. Los datos después de someterse a un proceso de filtrado se transcriben a un mapa donde el Meteorólogo-Predictor traza las líneas correspondientes (isobaras, isotermas, etc.), confeccionándose el análisis de superficie. A esta información se unirán los datos recopilados a niveles medios y altos de la atmósfera, con lo que el meteorólogo podrá obtener una visión tridimensional del estado atmosférico a tiempo real.

Para este proceso de asimilación de datos es necesaria la realización de varios miles de millones de operaciones matemáticas, que eliminan los datos erróneos o de escasa calidad y permiten la aplicación de modelos predictivos, con los que se puede llegar a pronósticos meteorológicos a medio plazo. Así, actualmente, el Centro Europeo a Plazo Medio elabora predicciones de hasta diez días, con distinto grado de confianza: un pronóstico de 24 horas tiene una fiabilidad de más del 90%, a dos días baja al 78% y a partir de las 72 horas desciende hasta el 65%, aproximadamente.

La meteorología popular

La preocupación por los cambios atmosféricos ha estado presente en el hombre desde los tiempos más antiguos, debido a la finalidad práctica de su influencia sobre las cosechas y la obtención de pastos para la alimentación del ganado. Los instrumentos empleados eran las observaciones directas de los cielos, a veces en épocas determinadas del año, el grado de humedad de la tierra, y las creencias en seres míticos que gobernaban los fenómenos como la lluvia, la nieve o el viento. Estas interpretaciones empíricas o supersticiosas quedaron reflejadas en los presagios, proverbios, dichos populares o creencias, que en mayor o menor medida pervivieron en la mentalidad de las gentes de los entornos rurales, hoy día cada vez más escasos.

Muchos de estos conocimientos populares sobre el tiempo atmosférico tienen su base real, y precisamente se han ido manteniendo porque tenían sus visos de certeza o cumplimiento. Analizaremos a continuación algunos ejemplos, basados en determinadas señales como son los colores del amanecer o la puesta de sol; la apariencia y la dirección de las nubes en determinadas épocas del año o la atenta observación al comportamiento de los animales del entorno cercano.

El sol rojizo y los arreboles

Cuando la atmósfera tiene poca humedad, a la salida o a la puesta del Sol, éste adquiere una coloración rojo anaranjada, la cual es transmitida al cielo en esos momentos. Esto es debido a que las impurezas de la atmósfera en las capas bajas, como las partículas de polvo, difunden los rayos luminosos de mayor longitud de onda (rojo, anaranjado y amarillo); por el contrario, los obstáculos de mayor tamaño como las gotitas de agua propagan todos los rayos cuya superposición es el blanco, por lo que si la atmósfera está más cargada de humedad, el cielo toma esa coloración en la zona donde se encuentran las nubes tenues que contienen esas gotas de agua.

Las nubes, por su parte, difunden la totalidad de los rayos luminosos que reciben, por cuanto el tamaño de sus gotitas de agua o de sus cristales de hielo es el suficiente como para que choquen todos los rayos luminosos y no se disperse ninguno; de ahí que transmitan el color de los rayos solares que inciden sobre ellas. En una atmósfera limpia, el Sol es blanco y el color de las nubes también lo es; mientras que en los ortos u ocasos, si lo que transmite el Sol son los rayos de colores rojizos o anaranjados, las nubes también tomarán esos colores, dando lugar a los conocidos arreboles.

Estos colores del cielo, cambiantes durante la salida o la puesta de sol, no pasaron desapercibidos a las gentes del campo y en base a la experiencia de las observaciones y lo que ocurría con la meteorología posterior, elaboraron un conjunto de pronósticos, con mayor o menor validez. Las predicciones eran diferentes, dependiendo de que los tiempos de observación fueran los amaneceres o los ocasos y, así, se decía en León y otros lugares de la meseta norte: “*Rubianas por la noche, sol por la mañana, rubianas por la mañana, lluvia por la tarde*” o también “*Rubianas al poniente, sol al día siguiente y rubianas al naciente, agua de repente*”. Como se puede observar, las *rubianas* o arreboles de la tarde pronostican casi siempre buen tiempo para el día siguiente, mientras que las que se observan a la salida del Sol pronostican generalmente agua.



Las rubianas son las nubes de color rojizo que se observan al amanecer y a la puesta de sol (Foto J. M. Sánchez)

Este tipo de predicciones, como otras muchas que aparecen en la meteorología popular, deben ser tomadas con cierta cautela, por cuanto en algunos casos pueden tener razón, pero constituyen señales muy débiles del tiempo que hará al día siguiente, porque, si bien la coloración rojiza o amarillenta es una indicación de que la atmósfera está relativamente seca en las capas más bajas, tal y como dijimos antes, la humedad relativa en las proximidades del suelo corresponde a condiciones locales muy variadas. Si acaso, los pronósticos sobre el cielo rojo del ocaso podrían ser efectivos en zonas de meseta rasa, donde se ve la lejanía con una extensión de varias decenas de kilómetros e indica que no hay masas nubosas en las proximidades y, por tanto, no llegará la lluvia en un tiempo cercano.

Las nubes de dirección y los borreguitos

El tipo de nubes que se divisen en el cielo puede ser un indicio de cambio de tiempo y aparición de lluvias. Así, un conjunto interesante de refranes sobre los fenómenos atmosféricos, se refieren a las pequeñas nubes algodonosas, que asemejan, vellones de lana, ladrillos, un rebaño de corderos, la leche cortada o la piel de los cocodrilos. Las predicciones basadas en ellos se recogen en refranes populares muy conocidos: “*Cuando el cielo se viste de lana, si no llueve hoy, llueve mañana*” o también “*Cielo a borreguitos, agua a cantaritos*”.



La observación popular ha encontrado señales de lluvia en la presencia de nubecitas algodonosas, conocidas como borreguitos. (Foto J. Rúa)

Como se puede observar, este tipo de nubes medias, los altostratos, que dan lugar a estas formas tan atractivas, parecen pronósticos seguros de lluvias próximas. Pero no siempre puede ser así, y si bien es cierto que frecuentemente preceden frentes de lluvias o son un aviso de que horas más tarde puede haber tormentas dispersas, en otras ocasiones no tienen por qué anunciar lluvias.

Con todo la situación más fiable para pronosticar la aparición de un frente que llega desde el Atlántico es la secuencia de nubes que se empiezan a divisar: en primer lugar los cirros (que son un tipo de plumas), a continuación los cirrostratos (más consistentes) y finalmente los nimbostratos, que son las nubes que producen la lluvia. Como regla general, cuanto más oscura es la nube, mayores son las gotas de agua que contiene y por tanto mayor es también la probabilidad de que caigan del cielo.

Otros dichos están relacionados con la dirección que llevan las nubes, que son empujadas por vientos de diferente orientación. Así se pueden oír refranes como los siguientes: “*Cuando las nubes van para arriba, labradores a la cocina, cuando las nubes van para abajo, labradores al*

trabajo”. Las que van para arriba son las que vienen del Sur, son templadas, traen lluvia a la meseta, las que van para abajo vienen del Norte, son frías, pero sin lluvias.

La justificación de estos refranes acuñados en zonas de la meseta del Duero, es que las precipitaciones, tan necesarias en esta altiplanicie, provienen del Sur y el Oeste. Del Este pueden venir algunas, del Norte viene frente frío, no lluvias, y del Nordeste vienen vientos muy fríos.

Los animales son barómetros vivos

Los animales, tanto salvajes como domésticos, parecen conservar, mejor que el hombre, una cierta sensibilidad meteorológica, más o menos acusada, sobre todo a las variaciones de la presión atmosférica que ocurren antes de que tenga lugar un cambio de tiempo, por ejemplo la llegada de la lluvia. Son por tanto unos buenos pronosticadores del tiempo.

Varios insectos alteran su comportamiento según el tiempo que se aproxima. Signos conocidos de lluvia cercana son que los mosquitos se vuelvan más activos, que las arañas salgan de sus nidos y que aumente el número de moscas en las viviendas. Cuando las hormigas se desplazan hacia terrenos más altos, se suele interpretar que va a llover pronto, ya que perciben la caída de la presión del aire y su instinto de supervivencia les indica que tienen que migrar a un terreno más elevado para evitar ahogarse. Las arañas, por su parte, salen de sus agujeros y van de un lado para otro, ya que según parece, la humedad de la atmósfera encoge las telarañas y éstas tiran del hilo de aviso que la araña mantiene sujeto a la pata, lo que motiva a salir al animal en la creencia de que algún insecto ha caído en la red. Los grillos, por su parte, son unos termómetros precisos y así cantan más rápido cuando hace calor y más lento cuando hace frío. A este respecto, el conocido meteorólogo valenciano, Mario Picazo, publicó hace varios años el libro *“Los grillos son un termómetro”*, donde incluía una ecuación para calcular la temperatura ambiente en función de los cricris del grillo, de modo que la temperatura del aire en grados centígrados era igual al número de chirridos por minuto dividido por cinco, y a ese valor se le restaba nueve.



La humedad encoge las telarañas, haciendo creer a las arañas que algún insecto ha caído en la red. (Foto P. Redondo)

Las aves son reconocidas como pronosticadores del tiempo, pero no siempre es cierto todo lo que se les atribuye. En algunos casos, como los siguientes, las suposiciones sobre el tiempo futuro extraídas del comportamiento de las aves son correctas. Así, los gansos y otras aves migratorias vuelan más alto en tiempo bueno que en tiempo malo. Las aves buscan en la migración mayor altura para aprovechar su techo o límite, el cual es más alto en tiempo bueno con aire en alta presión y más bajo en tiempo revuelto o tempestuoso, con presión baja. Por ello, estos dichos tienen verosimilitud: “*Gaviota en tierra, señala lluvia que se acerca*” y “*Ave de mar que busca madriguera, anuncia tempestad de esta manera*”. En general, los pájaros se cobijan más en sus nidos durante una disminución de presión que durante las altas presiones. Antes de un huracán, se pueden divisar grandes bandadas de pájaros descansando en sus refugios. Probablemente, la disminución en la presión o la menor densidad del aire dificulta el vuelo y la disminución de las corrientes ascendentes naturales también influye en que los pájaros se mantengan en tierra firme.



La predicción de lluvias próximas puede basarse en el comportamiento de las aves y, así, un vuelo bajo indica un mayor grado de humedad atmosférica. (Foto P. Redondo)

Una humedad relativamente alta afecta a las alas higroscópicas de algunos insectos; las abejas zumban y se amontonan en las piqueras de las colmenas, las moscas y mosquitos vuelan a baja altura y tienden a posarse sobre los objetos para descansar; por ello los animales que se alimentan de insectos (vencejos, golondrinas y murciélagos) vuelan bajo para atraparlos cuando va a llover, mientras que con el buen tiempo, los insectos pueden alcanzar mayor altura y las aves también volarán más alto. Por eso un refrán popular sentencia: *“Golondrinas en bajo vuelo, anuncia lluvias en el cielo”*.

El empleo de ranas y sanguijuelas

Otros comportamientos de los animales ante la proximidad de la lluvia son los siguientes: los cangrejos salen de sus rincones, los peces nadan cerca de la superficie y saltan para atrapar a los insectos que vuelan a ras de agua, antes de las lluvias o de las tormentas. Esto es debido a que las variaciones de presión atmosférica y la temperatura modifican la proporción de oxígeno en el agua e incitan a la fauna acuática a nadar cerca de la superficie para captar el oxígeno del aire.

Algunos animales como las ranas y las sanguijuelas fueron empleados como barómetros vivientes dentro de los hogares durante muchos años, y de ello tenemos constancia en artículos que se publicaron a lo largo del siglo XIX, como uno de 1842, titulado *“Animales*

meteorológicos”, escrito por Juan Mieg, quien se lamentaba, por entonces de que el hombre científico de aquellos años no le diera más importancia a estos animales pronosticadores.

La utilización de las sanguijuelas en las viviendas españolas de aquellos tiempos y posiblemente de otros posteriores se basaba en lo siguiente: Se depositaban los anélidos en un recipiente de cristal lleno de agua, cubierto con una tela ligera que permitía el intercambio de aire. Se les cambiaba el agua cada semana en verano y cada dos semanas en invierno. También se editaban instrucciones para relacionar el comportamiento de esos hirudos con los cambios del tiempo; así si la sanguijuela quedaba en el fondo, enrollada sin movimiento o arrollada en espiral vaticinaba buen tiempo, si el animal se arrastraba hacia arriba era que presentía lluvias, si se mostraba inquieta auguraba la llegada de viento; si, por el contrario, parecía muy agitada y se quedaba fuera del agua era porque llegarían tormentas en breve y si durante el invierno permanecía quieta en el fondo auguraba la llegada de fríos intensos; pero si ascendía a la boca del frasco era porque barruntaba la presencia de la nieve.

Con las ranitas verdes (*Hyla arborea*) se procedía de manera similar, reteniéndolas en recipientes de vidrio, con un poco de arena, césped, agua y una pequeña escalerilla o palo inclinado que le facilitaba salir del agua y acceder hasta la boca del recipiente. Cuando la rana se bañaba era señal de que pronto iba a llover; si permanecía quieta dentro del agua era pronóstico de lluvia duradera; si por el contrario, subía por la escalera o el palo inclinado era porque el tiempo sería sereno, seco y soleado.



Francisco Javier Rúa Aller es Profesor Titular de la Universidad de León, en el Departamento de Biología Molecular. Se licenció con grado en Biología en 1985 por la Universidad de León y se doctoró en Biología, con Premio Extraordinario, en 1989. Realizó investigación postdoctoral en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Glasgow (1990-91). Ha publicado en revistas internacionales de Bioquímica y Microbiología sobre sus investigaciones en enzimología y regulación del metabolismo en hongos filamentosos y bacterias. Es investigador de la cultura tradicional leonesa desde 1981, perteneciendo a varias asociaciones culturales y difundiendo sus recopilaciones en libros, artículos de prensa, conferencias y programas de radio. Entre 1990 y 2001 fue coordinador del suplemento “Ciencia” de Diario de León, publicando alrededor de cuatrocientos artículos sobre divulgación científica e “Historia de la Ciencia en León”. Recientemente ha publicado el libro “Meteorología Popular Leonesa” (Servicio de Publicaciones de la Universidad de León), donde recoge el léxico, los refranes y las creencias relacionadas con los distintos fenómenos atmosféricos, que las gentes de los entornos rurales leoneses fueron acuñando a lo largo del tiempo.

UNO DE LOS NUESTROS

CARL von LINNÉ : Tres siglos de un polifacético naturalista

(23-V-1707 / 8-I-1778)

Roberto Blanco Aller y Juan Antonio Régil Cueto

Aunque hay muchos que se confiesan escépticos y dicen no creer en las casualidades, hay que admitir que existen, y quizás sea una de esas casualidades, la que ha hecho que precisamente hoy día 23 de mayo de 2007, dos biólogos leoneses se encuentren elaborando un breve artículo sobre uno de los grandes personajes de la biología del siglo XVIII: Carl von Linné (**Fig. 1**), naturalista sueco (en castellano Carlos Linneo) nacido el 23 de mayo de 1707 en Råshult (Småland, Suecia) -hijo mayor de Nils Ingemarsson Linnaeus (1674-1748) y Christina Broderonia (1688-1733)-, y fallecido el 10 de enero de 1778 en Uppsala.

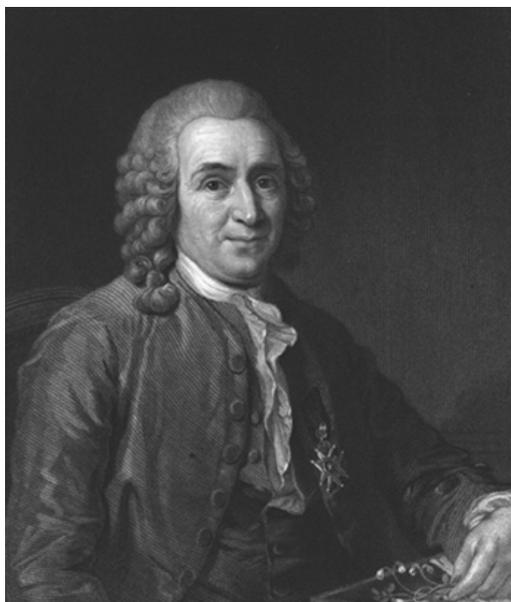


Figura 1. Carl von Linné (1707-1778). Reproducida de www.scientiadigital.com Grabado de C.E. Wagstaff, a partir de una copia realizada por Pasch, propiedad de R. Brown cuyo original está en la Real Academia de Ciencias de Estocolmo (1860).

Aspectos relevantes de una vida dedicada a las ciencias naturales

Numerosos biógrafos ha tenido este investigador y numerosas son las publicaciones que le han dedicado cientos de páginas y fotografías; por esta razón, muy pocos detalles será posible reflejar en tan corto artículo, pero no obstante algunos sí que hemos considerado de especial relevancia, por creer que pueden transmitir cómo fue este personaje que hoy inaugura la sección “Uno de los nuestros”.

Con tan solo 8 años ya era conocido como el “Pequeño Botánico”, por su temprano interés en esta ciencia y aunque no demostró ser muy buen estudiante tras su ingreso en la “Lower Grammar School” de Växjö, el gran apoyo del Dr. Johan Rothman – un antiguo profesor de Växjö”- le sirvió de gran estímulo para posteriormente estudiar medicina.

En 1724, el joven Linneo comienza a recibir las primeras nociones sobre los vigentes métodos de clasificación de las plantas de la mano del propio Rothman, presentando notables cualidades para otras materias como Matemáticas, Física y Latín. Tres años más tarde, agosto de 1727, comienza sus estudios de Medicina en la Universidad de Lund, siendo transferido al año siguiente a la Universidad de Uppsala. Allí entabla amistad con algunos otros trascendentales personajes de su época, tales como Petrus Artedi (1705-1735) y Olof Celsius (1670-1756), que serían el punto de partida de importantes contribuciones científicas, como por ejemplo: “*Praeludia Sponsaliorum Plantarum*” (1729).

Posteriormente realiza algunos trabajos como guía en el Real Jardín Botánico de la Universidad, merced al apoyo del profesor de medicina Olof Rudbeck y aquí comienza a desarrollar un sistema de nomenclatura binomial.

Entre viajes a Laponia, Falun y Dalarna con notables éxitos, y otros sucesos menos satisfactorios, como la muerte de su madre Christina -6 de junio de 1733, los años siguientes abrirán nuevos horizontes en la vida de Carl von Linné. En 1735, conoce a Sara Elisabeth Moraea “Sara Lisa”, su futura esposa, y en este mismo año recibe en Holanda el título de Doctor en Medicina, con un trabajo dedicado al estudio de las fiebres intermitentes.

Es entre esta serie de acontecimientos positivos y algún otro muy negativo y altamente significativo en su vida – muere su gran amigo Petrus Artedi, al ahogarse accidentalmente en Amsterdam-, cuando aparece publicada la 1ª edición del “*Systema Naturae*”.

A partir de 1736, la fecunda labor investigadora de Carl von Linné, se ve plasmada en numerosas obras, tales como: “*Bibliotheca Botanica*”, “*Fundamenta Botanica*”, “*Musa Cliffortiana*” y parte del “*Hortus Cliffortianus*”.

Publica en 1737: “*Genera Plantarum*”, “*Methodus sexualis*”, “*Flora Lapponica*” y “*Critica Botanica*” y termina la obra “*Hortus Cliffortianus*”.

Publica “*Ichthyologia*” – en honor a su amigo fallecido Petrus Artedi - y “*Classes plantarum seu Systemata Plantarum omnia a Fructificatione desumpta*” (1738).

Desde su compromiso con Sara Lisa, junio de 1738 y hasta 1742, en que es designado catedrático de botánica en la Universidad de Uppsala, efectúa varias exploraciones científicas por varios territorios del norte de Europa. En el mapa de la **Figura 2** se muestran los principales lugares en que se desarrolló su vida y obra.

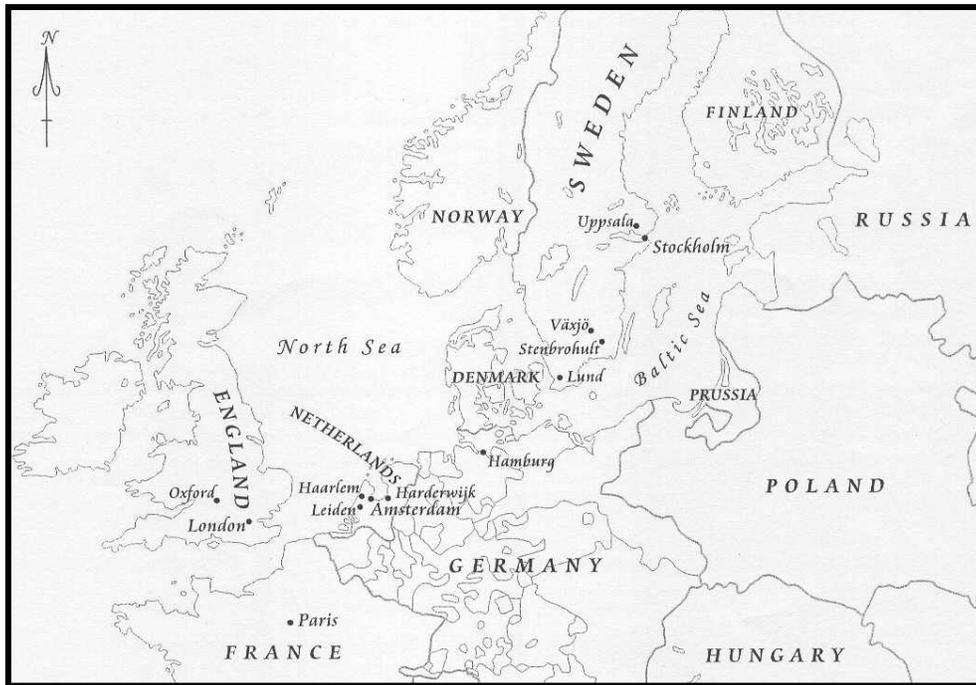


Figura 2. Lugares de referencia en la vida y obra de Carl von Linné. Según Blunt, W. 2001. *The Compleat naturalist. A life of Linnaeus.* Reedición de Frances Lincoln Ltd. Londres.

En el período que va desde 1742 hasta el fallecimiento de su padre, hecho que sucede en 1748 y que le origina una gran depresión, la producción bibliográfica de Carl von Linné resulta muy amplia y prueba de ello son: “*Systema Naturae*, 4ª ed.”, “*Flora Suecica*”, “*Öländska och Gothländska Resa*”, “*Fauna Suecica*”, “*Wästgöta-Resa*”, “*Flora Zeylanica*” y “*Hortus Upsaliensis*”. Nacen sus hijos: Carl (1741-1783), Elisabeth Christina (Lisa Stina) (1743-1782) y Sara Magdalena (1744) que fallece a los 15 días de edad.

Hasta la publicación en 1758 de su más importante contribución a las ciencias biológicas, materializada en la 10ª edición de su “*Systema Naturae*” (**Fig. 3**), la vida de Carl von Linné – título nobiliario que le fue otorgado oficialmente en 1761, pero que le había sido ya concedido en 1757- transcurre en un ambiente familiar. En estos diez años (1748-1758) nacen sus otros hijos, Lovisa (1749-1839), Sara Christina (1751-1835), Johannes (1754-1757) y Sophia (1757-1830), aunque el destino le tenía reservado que ese año 1757, fallecería su hijo Johannes, suceso que motiva otro profundo estado depresivo, pues los cronistas de la época mencionan que era especialmente querido, por aquel tópico de ser el benjamín familiar. Grandes obras surgen de la

creatividad de este científico, que parece crecerse con la adversidad y entre ellas pueden citarse: “*Hortus Upsaliensis*” y “*Species Plantarum*”.

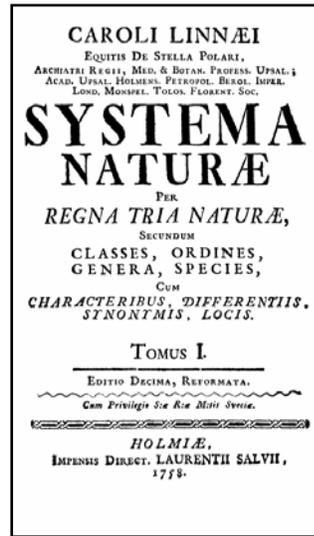


Figura 3. Frontispicio de la 10ª edición del “Systema Naturae” de Carl von Linné (1758).

Los últimos 20 años de su vida, los pasa en los territorios de Hammarby, Säfja y Edeby, que había adquirido en 1758. Sufre fiebres palúdicas en 1764 y traslada casi todos sus libros y documentos de trabajo a Hammarby, a causa del fuego que casi destruye la ciudad de Uppsala en 1766. Publica en 1767 la duodécima edición del “*Systema Naturae*”, t. I, pars. II. En 1772, deja su cargo de Rector de la Universidad de Uppsala que mantuvo durante veintidos años. Un año después, recibe del matemático y botánico español, José Celestino Bruno Mutis y Bosio (1732-1808) la donación de una importante colección de aves y plantas exóticas. De aquí hasta su muerte, sufre dos ataques de apoplejía que le dejan parálítico de su lado derecho y aun así realiza algunas publicaciones relevantes como “*Bigas insectorum sistens*” (1775).

A su muerte ocurrida el 8 de Enero de 1778, las colecciones fueron adquiridas por un naturalista inglés, Sir James Edward Smith (1759-1828), primer presidente de la futura “Linnean Society of London”, fundada en 1788. Se estima que las colecciones de Carl von Linné incluían alrededor de 19360 especímenes entre plantas, insectos, moluscos y peces, por orden de importancia numérica. Su biblioteca personal albergaba más de 4800 documentos entre cartas y libros. Sus restos están enterrados en la catedral de Uppsala.

Actividades relacionadas con el tricentenario de su nacimiento (1707-2007)

En el pasado mes de abril, entre los días 18 y 22, se celebró en el Real Jardín Botánico de Madrid el “14th Annual Meeting”, que bajo el lema “*Linking with Linnaeus*”, conmemoró el tricentenario del nacimiento de este personaje, en el que los autores estuvimos participando. En uno de los días del evento, el 20 de abril, se celebró una sesión especial dedicada a Linné que incluía las siguientes ponencias:

- “The Linnean Society web-based resources” expuesta por Gina Douglas, bibliotecaria y archivista de la Sociedad Linneana de Londres.
- “Linnaeus Link Project. An international online web resource” presentada por Diane Tough, jefa de catalogación del Museo de Historia Natural de Londres.
- “Linnaean Correspondence Project” expuesta por Lynda Brooks, también de la Sociedad Linneana de Londres.
- “The Linnean Plant Name Typification Project and the publication Order out of Chaos, Linnaean Plant Names and their types” presentada por el Dr. Charles Jarvis, del Museo de Historia Natural de Londres.
- “Linnaeus and his followers in northern Germany” expuesta por el Dr. Martin Nickol, Responsable del Jardín Botánico de Kiel (Alemania).
- “Linnaeus, Löfving and the Real Jardín Botánico” presentada por el Dr. Kenneth Nyberg, profesor del Departamento de Historia de la Universidad de Goteborg (Suecia).
- “Löfving and the Madrid Flora” presentada por el Dr. Ginés López, investigador del CSIC, Real Jardín Botánico de Madrid.

Al finalizar la sesión y con el patrocinio de la Embajada de Suecia en España, tuvo lugar un acto de homenaje a Carl von Linné consistente en la plantación de un ejemplar de abedul (*Betula sp.*) con la presencia del embajador sueco, Mr. Anders Rönquist.

De modo paralelo a este tipo de eventos conmemorativos del tricentenario, la “Linnean Society of London” tiene programada una serie de actividades agrupadas bajo el título “Linnaean Tercentenary 2007” que comenzaron en Diciembre de 2006 bajo la coordinación del Dr. Jenny Edmons, que incluye entre otros actos conferencias científicas, digitalizaciones de las colecciones, exhibiciones y premios.

También podemos adelantar, la celebración el próximo año en Madrid y organizado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales, de un evento dedicado a conmemorar el 250 aniversario del “*Systema Naturae*” de Linné.

Relevancia de su obra científica

La importancia del trabajo científico de Linné se traduce en la creación y desarrollo de un sistema nomenclatural sencillo y binomial, pues se compone de 2 palabras latinas, para denominar a una especie. A partir de 1758, toma vigencia su método de nombrar los taxones animales y vegetales y prueba de su valía, es que casi 250 años después sigue vigente, aunque con ligeras modificaciones que se han traducido en varias versiones de los códigos internacionales de Botánica y de Zoología.

Quizás con lo expuesto, los autores hemos querido mostrar las variopintas facetas del campo de las ciencias naturales que cultivó Linné. Es evidente que nuestro personaje fue relevante en el contexto de la Antropología, de la Zoología, esencialmente en el aspecto entomológico, de la Geología e igualmente un profundo conocedor de lo concerniente a la Botánica.

Agradecimientos:

Servicio de préstamos interbibliotecarios de la Universidad de León.

Responsables de documentación y reprografía del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Museo de Zoología de Barcelona y Real Jardín Botánico de Madrid.

A D. F. Javier Vaamonde Prieto por el permiso de reproducción de la figura de Carl von Linné.

Bibliografía

Blunt, W (2001). *The Compleat naturalist. A life of Linnaeus*. Reedition. Frances Lincoln Ltd. London. 264 pp.

Frängsmyr, T (1994). *Linnaeus: The man and his work*. Ed. revised. Science History Publications/USA. Division Watson Publishing International. Canton, MA. XIV + 206 pp.

Gourlie, N (1953). *The prince of botanists: Carl Linnaeus*. London. H. F. & G. Witherby. XIII + 1-292, 9 láms.

Jackson, B. D (1923) *Linnaeus. The story of his life, adapted from the swedish of Theodor Magnus Fries, Emeritus Professor of Botany in the University of Uppsala, and brought down to the present time in the light of recent research*. H. F. & G. Witherby. London. 416 pp.



Roberto Blanco Aller es Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de León en Junio de 2006. Actualmente es alumno de doctorado del programa de “Biología Animal y Vegetal”, estando desarrollando actividades de colaboración con el Dr. J. A. Régil para la construcción de una web dedicada a los coleópteros acuáticos, que reúne principalmente aspectos biográficos, taxonómicos y bibliográficos de este conjunto de insectos. Ha participado en el “14th Annual Meeting”, que bajo el lema “Linking with Linnaeus” se celebró en el mes de Abril de 2007 en el RJB de Madrid. Actualmente prepara su tesis doctoral sobre coleópteros acuáticos de Costa Rica.



Juan Antonio Régil Cueto es Profesor Titular de Zoología de la Universidad de León, en el Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Se licenció con grado de Sobresaliente en Biología en Noviembre de 1977 por la Universidad de León y se doctoró en Biología en 1982 con un trabajo de tesis doctoral titulado: “Coleópteros adéfagos acuáticos de la provincia de León”. Ha realizado investigación postdoctoral en Bruselas (Instituto Real de Ciencias Naturales-1986/1987) y París (Museo Nacional de Historia Natural-1993). Ha publicado en revistas internacionales de Entomología y Zoología sobre sus investigaciones en coleópteros acuáticos y su importancia también como macroinvertebrados en la determinación de índices de calidad de aguas, y también sobre entomofauna urbana de León. Ha participado en varios proyectos internacionales, nacionales y autonómicos relacionados con ámbitos entomológicos que se han desarrollado en Brasil, Chile, Costa Rica, cornisa Cantábrica, Páramo leonés, etc. Ha dirigido 8 tesis doctorales sobre coleópteros acuáticos y control biológico. Es miembro de varias asociaciones científicas, entre ellas: Asociación Española de Entomología, Club Entomológico de Madrid, Sociedad de Historia Natural de Toulouse, Sociedad entomológica belga, Sociedad entomológica francesa, Sociedad entomológica italiana y Balfour-Browne Club, para las que ha realizado tareas de revisor de publicaciones.

MI PROYECTO DE TESIS

Bases ecológicas para la utilización de los Carábidos (Coleoptera, Carabidae) como indicadores de la gestión y el uso de los ecosistemas en paisajes forestales

Ángela Taboada Palomares

Área de Zoología. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 24071. León. angela.taboada@unileon.es

Los estudios recientes sobre ecología de Carábidos (Coleoptera, Carabidae) se centran en su valor como herramientas para la evaluación y el seguimiento del estado de conservación de los ecosistemas. El objetivo de esta tesis es examinar si los carábidos responden de forma fiable y predecible a la gestión y el uso de los ecosistemas, apoyando su empleo como indicadores ecológicos. Para evaluar los efectos de las prácticas pasadas y recientes de gestión en los patrones de distribución de los carábidos, se estudiaron varios tipos de ecosistemas sometidos a gestión desde hace miles de años, representativos del paisaje forestal de la Cordillera Cantábrica, noroeste de España. Simultáneamente, dado que la gestión y el uso del territorio afectan a la estructura del hábitat y a las condiciones microclimáticas, se investigaron las respuestas de los carábidos a varias variables ambientales, tanto a nivel de parcela como a nivel de paisaje.

Los resultados obtenidos indican que la alteración del hábitat afecta significativamente a la distribución de los carábidos, apoyando su utilización como indicadores fiables de la gestión y el uso de los ecosistemas en paisajes forestales fuertemente modificados. Las prácticas continuadas de gestión tradicional beneficiaron a las especies generalistas y a las especialistas de hábitats abiertos, pero ocasionaron la desaparición de las especies especialistas forestales. Por tanto, se especula que las comunidades actuales de carábidos de esta región están formadas por un grupo de especies resistentes a la alteración repetida de su hábitat. Las principales diferencias en la composición de las comunidades de carábidos se detectaron entre los ecosistemas abiertos y los forestales, siendo la cobertura del dosel arbóreo la variable ambiental que más afectó a la fauna de carábidos a nivel de paisaje. Sin embargo, a nivel de parcela, las características del suelo y la vegetación de sotobosque afectaron significativamente a sus patrones de distribución. Los resultados obtenidos también evidencian la necesidad de elaborar una clasificación más detallada de la asociación de hábitat de cada especie (es decir, conseguir un conocimiento

pormenorizado de sus requerimientos de hábitat), con el objetivo de desarrollar predicciones más precisas sobre los efectos de las condiciones ambientales en la fauna de carábidos. Asimismo, esta tesis muestra la elevada diversidad regional de este grupo en la zona de estudio y corrobora el valor de conservación de algunos de los ecosistemas gestionados (p. ej. los ecosistemas de dehesa, proclives a desaparecer, y las plantaciones de pino que actúan como hábitats secundarios) para la fauna de carábidos.

Basándonos en estos resultados, se recomiendan estrategias de conservación y planes de gestión que mantengan determinadas prácticas de gestión tradicional, maximicen la diversidad de tipos de hábitat a escala regional y garanticen la conservación de ciertos ecosistemas únicos, históricamente gestionados.

Esta tesis se basa en las siguientes publicaciones:

- Taboada, A., Kotze, D.J., Salgado, J.M. 2004. Carabid beetle occurrence at the edges of oak and beech forests in NW Spain. *European Journal of Entomology* 101: 555-563.
- Taboada, A., Kotze, D.J., Tárrega, R., Salgado, J.M. Carabids of differently aged reforested pinewoods and a natural pine forest in a historically modified landscape. *Basic and Applied Ecology*, aceptado.
- Tárrega, R., Calvo, L., Marcos, E., Taboada, A. 2006. Forest structure and understory diversity in *Quercus pyrenaica* communities with different human uses and disturbances. *Forest Ecology and Management* 227: 50-58.
- Taboada, A., Kotze, D.J., Tárrega, R., Salgado, J.M. 2006. Traditional forest management: Do carabid beetles respond to human-created vegetation structures in an oak mosaic landscape? *Forest Ecology and Management* 237: 436-449.
- Taboada, A., Kotze, D.J., Salgado, J.M., Tárrega, R. 2006. The influence of habitat type on the distribution of carabid beetles in traditionally managed “dehesa” ecosystems in NW Spain. *Entomologica Fennica* 17: 284-295.
- Taboada, A., Kotze, D.J., Salgado, J.M., Tárrega, R. The conservation value of semi-natural grassland gaps for carabid beetles in long-term managed forested landscapes. *Biological Conservation*, enviado.

Codirigida por:

Dr. José María Salgado Costas, Universidad de León, España

Dr. David Johannes Kotze, Universidad de KwaZulu-Natal, Sudáfrica

Dra. Reyes Tárrega García-Mares, Universidad de León, España

Fecha de defensa: 20 de abril de 2007

Galería de Fotos



Figura 1. La autora de la tesis doctoral (Ángela Taboada) flanqueada por sus codirectores (Reyes Tárrega, José María Salgado y Johan Kotze).

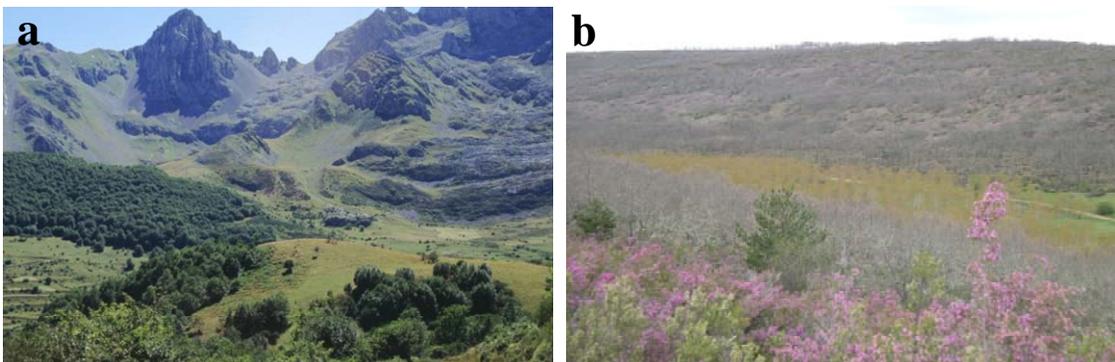


Figura 2. Los dos tipos de paisaje forestal estudiados en esta tesis doctoral: (a) hayedo y (b) robledal de *Quercus pyrenaica*.



Figura 3. Principales ecosistemas estudiados en esta tesis doctoral: (a) sistema adhesado de *Quercus pyrenaica*, (b) hayedo, (c) pinar de Lillo, (d) prado de alta montaña, (e) robledal de *Quercus pyrenaica* y (f) plantación de *Pinus sylvestris*.



Figura 4. Tipo de trampas de caída utilizadas para la captura de carábidos.



Figura 5. Dos de las especies más abundantes capturadas en la Cordillera Cantábrica: (a) *Carabus lineatus* y (b) *Carabus nemoralis*.

AMBIÓLOGOS DE AQUÍ

AmbiNor Consultoría y Proyectos S.L. Una experiencia empresarial para un Biólogo de la ULE

Juan Manuel González Martín

Se me pide que en unas líneas escriba mi experiencia laboral y de creación de una empresa. A modo de ejemplo y entendiendo éste no como experiencia ejemplarizante, pretendo que en lo que se continúa queden plasmados esos rasgos que considero significativos de lo demandado a la vez que espero útiles, o al menos serviciales, para quien pueda y tenga el ánimo de leerlos.

Mi formación se remonta en el tiempo a las tierras salmantinas donde comencé mis estudios de primaria en Ciudad Rodrigo para continuar con el bachiller y el inicio de la carrera de Biología en su capital. Pronto y buscando mayor frescura, traslado mi expediente académico a la Universidad de León donde realizo mi licenciatura en la rama ambiental, y en la que prosigo mis estudios de doctorado que conjugo con una intensa actividad investigadora y docente en el departamento de Ecología.

Respecto a la actividad laboral y creación de empresa decir que el bagaje formativo antes mencionado lo considero trascendental, pues aun teniéndose por tópico, he de reconocer que los hábitos, habilidades y conocimientos adquiridos durante esa formación, me han servido en lo profesional en todo momento, incluso he de volver en muchas ocasiones a esa formación básica para recordar conceptos, como a su vez apoyarme en ellos para asimilar otros nuevos y actualizarlos, aspectos estos muy importantes dentro de mi actividad diaria en la empresa de la que formo parte como socio fundador, administrador solidario y director técnico.

A nivel histórico decir que AmbiNor Consultoría y Proyectos S.L. se fundó en el año 2002 en León, con objeto de proporcionar servicio allí donde sea requerido, partiendo de la premisa de que el mercado en la provincia es limitado, por lo que desde el principio se consideró como un factor esencial la expansión geográfica en cuanto a clientes y áreas de trabajo.

Desde su creación, AmbiNor se ha orientado en asegurar la Calidad del servicio y adoptando una Política de Sostenibilidad Ambiental que aplica en todos sus campos y traslada a sus clientes y proveedores. Se ha basado la empresa en el establecimiento de una Red de conocimiento cuya principal herramienta es la correcta Gestión de la Información, lo que ha

permitido ir creciendo año tras año tanto en volumen de negocio y proyectos activos, como en personal de plantilla y colaboradores.

Las líneas de trabajo abordan estudios para el sector público tanto en protección ambiental como en medio natural, así como el sector privado donde destacan los estudios de impacto y la asistencia técnica ambiental y de preingeniería. Importante también es el Desarrollo Sostenible aplicado a la administración local y en programas europeos de desarrollo. Ofrecemos una visión que integra las perspectivas privada y pública, ya que en el ámbito empresarial tenemos en cuenta la posición de la Administración y sus requerimientos, y en los trabajos para ésta incluimos procesos de participación ciudadana y nuestros conocimientos sobre la industria. Esta perspectiva integradora es una de las claves de nuestro éxito y del de los proyectos que nos encomiendan.

En la actualidad, AmbiNor es la primera consultora independiente del sector ambiental de Castilla y León tanto en volumen de negocio como en amplitud del equipo técnico. Nuestro objetivo es seguir creciendo, si bien de forma ordenada y planificada. Los objetivos de nuestro plan estratégico contemplan el desarrollo de las líneas de planificación energética, RSC para la empresa y la Administración, e implantación de herramientas de sostenibilidad en el sector público; manteniendo simultáneamente su liderazgo en áreas consolidadas como la evaluación estratégica de planes, impacto ambiental de proyectos, y planificación en el campo de los residuos.

Para la creación de la empresa y partiendo de los conocimientos técnicos así como de las habilidades y una filosofía de trabajo, de la cual la Universidad de León nos aporta grandes dosis, junto a otras dos personas: “mis socios”, nos planteamos ¿por qué no aprovecharlo y obtener un empleo?, a los tres nos unían experiencias comunes en el pasado tanto dentro como fuera de la Universidad. Pero la primera decisión al respecto fue: “Elaboremos un Plan de Empresa”. Tratamos de usar como criterio de decisión otros distintos a los que nos habían llevado a nuestro encuentro, así planificamos el trabajo y trabajamos un Plan, ello nos obliga a pensar, discutir e incluso investigar, y a la vez nos ha generado un documento de presentación de la empresa que nos ha abierto puertas en el mercado e incluso la financiación. A la vez nos sirve de documento de análisis, de seguimiento y de debate continuo en el que ir adaptando y modificando cada nueva estrategia ya sea comercial, de recursos, de personal o de equipamientos.

Tras todo ello hay algunas certezas en la vida empresarial que me gustaría transmitir y son:

- No es cierto que tras montar una empresa no tengas un jefe, el Cliente se convierte en tu Jefe.
- Siempre se hace necesario que exista una única persona que decida.
- En la empresa Todo es a lo Grande, tanto las satisfacciones como los disgustos, tanto el potencial beneficio como la dedicación exclusiva.
- Llevar una empresa a buen fin es adaptarse, adaptarse, adaptarse.
- Hay que tener siempre una idea muy clara, fijar un objetivo y mantenerlo presente para luego tener toda la flexibilidad para cambiarlos.

Finalmente y dentro de lo personal, reconocer que la dedicación y entrega han de ser constantes y que no es un mito decir que el máximo esfuerzo conduce a ver cumplidos objetivos y metas personales, no por ello deja de estar exento en ningún momento de planteamientos de desánimo e incluso de cansancio tanto físico como mental, por ello no a todo el mundo le recomiendo que se enfrente a actividades empresariales, considero que éstas deben quedar relegadas a gente con espíritu de entrega, superación y mucho trabajo donde la tenacidad y la flexibilidad sean norma constante, lo que no deja de ser todo un reto. ¿Te apuntas?, te espero.



Juan Manuel González Martín es Doctor en Biología por la Universidad de León. Actualmente es Director Técnico y socio fundador de AmbiNor Consultoría y Proyectos S.L. Es especialista en limnología, ecosistemas acuáticos y depuración de aguas residuales. Tiene una amplia experiencia como consultor y ha trabajado durante 12 años como técnico, profesor y coordinador de proyectos medioambientales (asistencia técnica e investigación aplicada) en la Universidad de León

NOTICIAS DE ACTUALIDAD

XXXVI CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE GENÉTICA LEÓN 2007 (SEG07)

El Área de Genética de la Universidad de León organizará el XXXVI Congreso de la Sociedad Española de Genética (SEG) que se celebrará del 18 al 21 de septiembre de 2007 en León. Con este congreso se alcanzarán los diez años de existencia del nuevo formato de estas reuniones.

El programa del Congreso se divide en una serie de sesiones que reflejan los grandes campos de la Genética. En cada una de ellas el ponente presentará una visión del estado actual de esa parte de la Genética en España en base a sus propios conocimientos y a la revisión de las comunicaciones presentadas, además intervendrán un conferenciante “senior” y otros dos jóvenes, elegidos por el interés científico de sus comunicaciones. Está previsto organizar una mesa redonda sobre la enseñanza de la Genética en los nuevos planes de estudio, sobre todo en los postgrados. Las conferencias plenarias estarán a cargo del Dr. Stephen J. O'Brien, Chief of the Laboratory of Genomic Diversity and head of the Section of Genetics, National Cancer Institute, Maryland, USA, que impartirá la conferencia: "A Moving Landscape for Comparative Genomics in Mammals" y del Dr. Mark A. Jobling, Professor of Genetics and Wellcome Trust Senior Research Fellow, University of Leicester, U.K. con la conferencia titulada “Beyond sex: human evolution and the weirdness of the Y chromosome” Toda la información del congreso está disponible en la página web.

La Genética es un área de conocimiento central en el estudio de las Ciencias de la Vida y las de la Salud y se encuentra en una constante y rápida evolución. Las implicaciones sociales de los últimos avances genéticos, como los alimentos transgénicos, la ingeniería genética, genómica, el genoma humano, etc., hacen que cada día tenga una mayor repercusión en la sociedad moderna. Encontraréis toda la información sobre SEG07 en la web: <http://www3.unileon.es/congresos/seg07/>

FORO INTERNACIONAL DE LA SEQUÍA 2007

Entre los días 17 y 20 de junio de 2007 se celebrará en Sevilla el “Foro Internacional de la Sequía” auspiciado por el Ministerio de Medio Ambiente.

En el Foro se analizará la sequía y sus consecuencias desde tres puntos de vista: la **gestión del agua**, los **impactos sociales**, los **impactos ambientales** y la **perspectiva y puntos de vista de las instituciones y los comunicadores**.

El *objetivo* principal del Foro es promover el intercambio de conocimientos, experiencias y opiniones sobre la sequía para crear una serie de conclusiones y acuerdos con el fin de establecer estrategias en la lucha contra la sequía y minimizar su impacto.

En el Foro participan instituciones gubernamentales, centros de investigación, asociaciones profesionales, ONGs y medios de comunicación, entre otros. La asistencia y participación del evento proviene de diferentes áreas geográficas, zonas especialmente afectadas por el problema de la sequía, desde Sudamérica, hasta África o nuestra zona Mediterránea. La asistencia al foro es gratuita. Ponemos a vuestra disposición la web del Foro, www.forosequia.com donde encontraréis toda la información relativa al Foro además de la hoja de inscripción.

ALUMNOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LEÓN PARTICIPARON EN LA 4ª CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ESTUDIANTES DE CIENCIAS NATURALES (BIOCOIN 2007).

Los alumnos **Diego Balboa Alonso** (2º Biotecnología), **Marcos José Fernández Fernández** (3º de Biotecnología) y **Elena Senis Herrero** (2º Biotecnología) han participado en la **4ª Conferencia Internacional de estudiantes de Ciencias Naturales, BioCoin 2007**, celebrada en **Vilnius, Lituania del 20 al 24 de marzo**. La Conferencia ha sido organizada por la oficina de representación de estudiantes de la Universidad de Vilnius y acogió a 35 alumnos de diversas universidades europeas. La reunión está ideada como un medio para estimular la interacción entre estudiantes de diferentes países, animar a la realización de trabajos científicos y mejorar las capacidades de comunicación y difusión de los mismos a través de su presentación en foros internacionales.

Los participantes han presentado trabajos de investigación en campos como la bioquímica, microbiología, biología molecular, biología celular y ecología. En concreto, las ponencias presentadas por nuestros compañeros fueron: “Chromatin stability after cryopreservation of sex reversed rainbow trout sperm” por Diego Balboa Alonso, “The phenylacetyl-CoA catabolon: a complex catabolic unit with broad biotechnological applications” por Marcos José Fernández Fernández y “Reduction of liver apoptosis by administration of melatonin in a rat model of aging” por Elena Senis Herrero. Esta última ponencia fue galardonada con un tercer premio en la sección de Biología Molecular.

Más información sobre el evento en: <http://gmfsa.lt/conference/2007>

CONFERENCIAS CELEBRADAS EN NUESTRA FACULTAD DURANTE EL CURSO 2006-07

- **Medicina Molecular: Oportunidades y Retos.** D. Vicente Rubio Zamora. Profesor del Investigación del CSIC. Director del Instituto de Biomedicina del CSIC en Valencia. Presidente de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular.
- **Reconstruyendo los Orígenes del Hombre.** D^a M^a Dolores Garralda Benajes. Profesora Titular de Universidades del Departamento de Antropología Física. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Complutense de Madrid.
- **En torno a la calidad de vida.** D. Jose Román Flecha Andrés. Catedrático de Teología de la Universidad Pontificia de Salamanca.
- **Problemática de la Gestión del Agua.** D. Ignacio Rodríguez Muñoz. Comisario de Aguas del Duero. Confederación Hidrográfica del Duero.
- **Implicaciones Sociales y Políticas de las Nuevas Concepciones Biológicas.** D. Eduardo Zorita Tomillo. Catedrático Emérito. Facultad de Veterinaria. Universidad de León.
- **Rescate de la Fauna Salvaje. Mi experiencia en Indonesia.** D^a Karmele Llano Sánchez. Veterinaria ONG-PROANIMALIA.
- **Gestión de Espacios Naturales Protegidos: Parque Natural de Arribes del Duero.** Directora-Conservadora del Parque Natural de Arribes del Duero (Salamanca-Zamora). Junta de Castilla y León.
- **Células Madre en el Sistema Nervioso Central.** Jose Manuel García Verdugo. Universidad de Valencia. Los Incendios Forestales. SEPRONA. Madrid. El ponente de la conferencia sobre incendios forestales fue el General de Brigada Ramos Díaz.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Normas para la preparación de manuscritos para Ambio Ciencias

Antes de enviar su trabajo por favor asegúrese de que se ajusta a los criterios mencionados más abajo. Previamente a la publicación de la revista, se enviará a los autores el enlace electrónico donde podrán visualizar la prueba de galera de su artículo.

Título

En minúscula, letra Times New Roman 14 y en negrita. Debe enviarse en español.

Relación de autores

En minúscula, excepto las iniciales de los nombres propios. Para cada autor debe indicarse primero el nombre y después los apellidos. Un autor irá separado del siguiente por una "coma". Letra Times New Roman 12 y espaciado de 1 línea. La filiación de los autores se indicará a continuación. Si los autores están afiliados a diferentes instituciones, después del nombre del autor se incluirá un número como superíndice.

En el caso de alumnos de la facultad se indicará también a licenciatura a la que pertenecen y el curso.

Filiación y dirección de los autores

Debe indicarse la institución y su dirección postal completa. Se utilizará un párrafo distinto para cada filiación. Letra Times New Roman 12 y espaciado de 1 líneas.

Ejemplo:

¹ Dpto. Interuniversitario de Ecología, Sección de Alcalá, Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá, E-28.871. Alcalá de Henares

² Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo. 64. E-22.700 Jaca 3 EGA, Consultores en Vida Silvestre. Sierra de Vicort 31 1ºA. E-50003. Zaragoza.

Resumen

En el resumen debe constar el propósito del artículo, una síntesis de la metodología utilizada y de los resultados más relevantes obtenidos y sus implicaciones. Debe ser en castellano y contener entre 10 y 15 líneas, incluyendo, en la primera línea, el título del artículo. Letra Times New Roman 12, espaciado sencillo y justificado.

Palabras clave

Deben incluirse entre cuatro y seis palabras que reflejen los contenidos del artículo. Las palabras clave no deben repetir palabras que se encuentran en el título. Deben enviarse en castellano.

Cuerpo del texto

Letra Times New Roman 12 y espaciado de 1,5 líneas; con espaciado anterior y posterior de 6 puntos. Párrafos tabulados en la primera línea (1,25 cm). Una línea en blanco entre el último párrafo y el título siguiente. Las referencias a figuras y tablas deben ser resaltadas en negrita e iniciadas con mayúscula. Si son citadas explícitamente se utilizará **Figura X** o **Tabla X**, de lo contrario se citará entre paréntesis y en el caso de las figuras se abreviará (**Fig. X**).

Las secciones no deben numerarse. El nombre de una sección de primer orden irá en línea aparte, con Letra Times New Roman 12 y en negrita. El nombre de una sección de segundo orden irá en línea aparte, con Letra Times New Roman 12 y subrayado.

Los símbolos, abreviaturas y acrónimos deben definirse la primera vez que sean empleados. Para las unidades de medidas debe utilizarse el sistema internacional.

Se evitará el uso de notas a pie de página.

Gráficas, fotos y mapas

Deben ser claros y estar correctamente citados en el texto. Se numerarán como Figura 1, Figura 2, etc., independientemente de si se trata de gráficos, fotos, mapas u otro material gráfico. Se enviarán en su tamaño final, no superando los 100 Kb y 500 píxeles por lado. El formato de las figuras debe ser JPG. Es importante que la resolución sea adecuada y que se puedan visualizar claramente todos los elementos de la imagen. Se añadirá un pie de figura explicativo, que irá justificado y con una tabulación de 2,5 cm por la izquierda y 2 cm por la derecha, interlineado sencillo y en cursiva.

En el caso de reproducir figuras procedentes de otras fuentes bibliográficas, los autores serán responsables de conseguir el permiso oportuno.

Tablas

Es importante que sean simples y deben realizarse en formato Word, sin superar de ancho una página A4 vertical. Debe incluirse un encabezamiento explicativo, que irá justificado y con

una tabulación de 2,5 cm por la izquierda y 2 cm por la derecha, interlineado sencillo y en cursiva.

Leyenda de las figuras y tablas

Letra Times New Roman 12.

Referencias

En el texto, las referencias se citarán con un nº entre paréntesis según orden de aparición. Todas las citas bibliográficas introducidas en el texto, deben encontrarse en el listado de referencias de acuerdo a los criterios expuestos a continuación:

Deben escribirse los apellidos completos y en minúscula, de todos los autores y las iniciales de los nombres, seguidos del año de publicación del trabajo entre paréntesis. El título de la revista o libro se citará en cursiva. A continuación se añadirá el volumen de la revista o libro, y las páginas.

Para trabajos en trámite de publicación, se empleará "en prensa" para reemplazar la fecha en la cita en el texto y en la lista de Referencias.

En el caso de libros, debe citarse el nombre del capítulo y páginas. A continuación el título del libro, el editor o editores, páginas correspondientes al capítulo, ciudad y país de publicación.

Cuando se trate de revisiones en las que la bibliografía no aparece explícitamente citada en el texto, se indicarán los trabajos consultados por orden alfabético del primer autor.

En el caso de existir varios trabajos del mismo autor/es pero de distintos años, los trabajos de se ordenarán por año. Si fueran todos del mismo año se diferenciarán mediante una letra (1990a, 1990b).

Ejemplos:

- 1) Villanueva, L., Navarrete, A., Urmeneta, J., White, D.C., Guerrero, R. (2004). Combined phospholipid biomarker 16S rRNA gene denaturing gradient gel electrophoresis analysis of bacterial diversity and physiological status in an intertidal microbial mat. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:6920-6926.
- 2) Batterbury, S.P.J., Behnke, R.H., Döll, P.M., Ellis, J.E., Harou, P.A., Lynam, T.J.P., Mtimet, A., Nicholson, S.E., Obando, J.A. y Thornes, J.B. (2002). Responding to



desertification at the national scale: detection, explanation, and responses. En *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* (eds. Reynolds, J. F. y Stafford Smith, M.), pp. 357-386, Dahlem University Press, Berlin, Alemania.

- 3) Chaparro, J. (1994). Consecuencias ambientales de repoblaciones forestales mediante aterrazamientos en ambientes semiáridos. Tesis de Licenciatura, Universidad de Murcia, España.
- 4) Palmer, M.A. et al. (2004). Ecological Science and sustainability for a crowded planet. Informe de la Ecological Society of America. Disponible en: www.esa.org/ecovisions.
- 5) <http://www.eead.csic.es/oficinaregante/riego>

Normas para la preparación de resúmenes del proyecto de tesis

Los proyecto de tesis constarán de un resumen (máximo 500 incluido el título). A continuación se pueden incluir bibliografía y artículos a los que ha dado lugar el trabajo. Al final se incluirá el nombre de los directores así como la fecha de lectura (en caso de que se conozca).

Además puede incluirse una pequeña galería de fotos.

Si tienes alguna sugerencia o quieres enviarnos tus artículos, tu proyecto de tesis o alguna fotografía para la portada, ponte en contacto con nosotros:

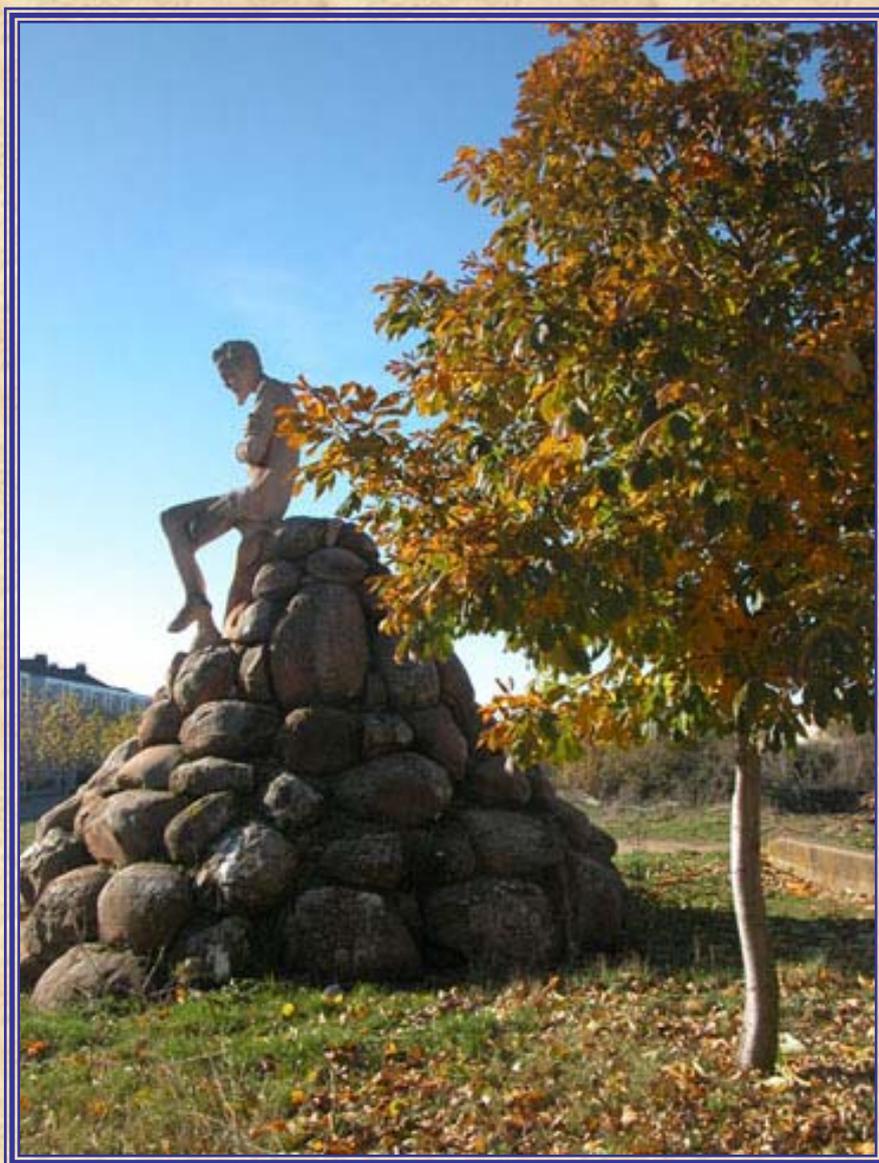
ambiociencias@unileon.es

La edición electrónica de la revista se puede consultar en:

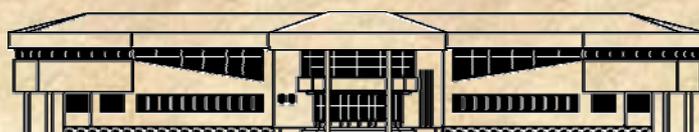
<http://www3.unileon.es/revistas/uleaci/numero0.pdf>



En contraportada: El Caballero de la Triste Figura, símbolo de la Universidad de León, que hasta hace poco presidía la entrada al Campus de Vegazana.



★ 1968 ★



★ 2007 ★