

biólogos



de Madrid

Nº 2. 3º Trimestre 2002. 2 €



- 
Análisis de ADN en criminología.
- 
Educación ambiental: entre la técnica y los sentimientos.
- 
Producción biotecnológica de aditivos y enzimas de uso alimentario.
- 
Los miriápodos como bioindicadores de ecosistemas edáficos sostenibles.
- 
La salud también se mide.
- 
Los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana.
- 
El COBCM y el Plan de Calidad de la Sanidad de Madrid.

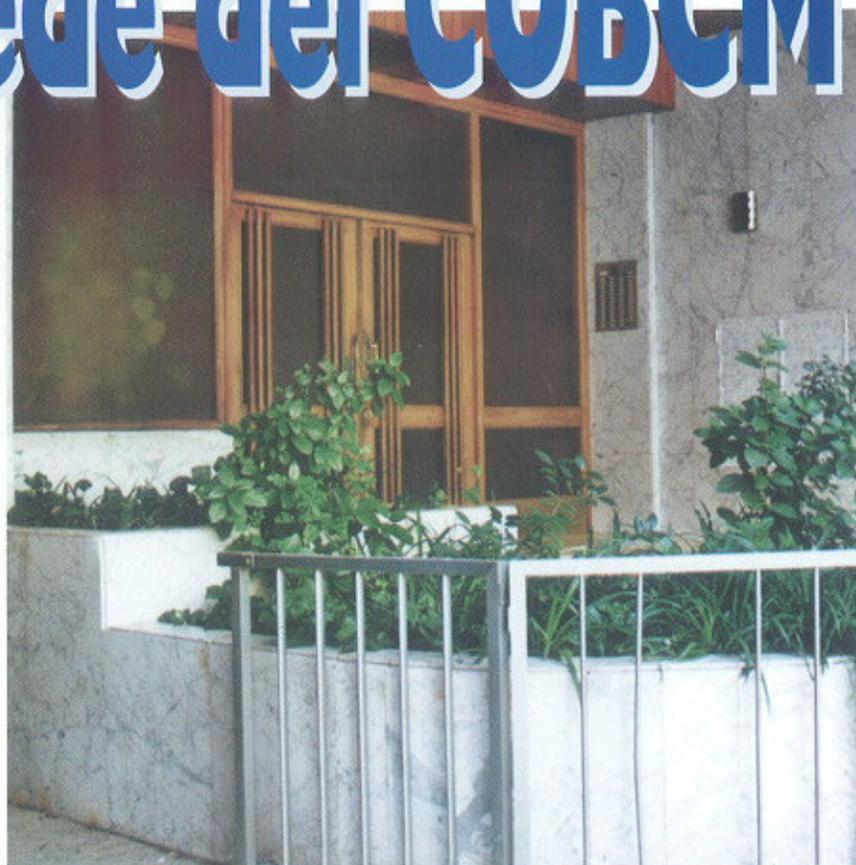
Todo-Ciencia.com

1-58 | 1-88 |
 796-160 | 87-82 |
 796-160 | 796-160 |
 796-161 | 796-180 |
 796-162 | 796-161 |
 796-163 | 81-87 |
 796-164 |
 796-165 |
 796-166 |
 796-167 |
 811-16

1-88 | 796-164 | 1-88 |
 87-82 | 796-163 | 87-82 |
 796-160 | 796-160 | 796-160 |
 796-161 | 796-161 | 796-161 |
 796-162 | 796-162 | 796-162 |
 796-163 | 796-163 | 796-163 |
 796-164 | 796-164 | 796-164 |
 796-165 | 796-165 | 796-165 |
 796-166 | 796-166 | 796-166 |
 796-167 | 796-167 | 796-167 |
 811-16 | 811-16 | 811-16 |

Nueva sede del COBCM

Desde el mes de Julio de 2002, el COBCM tiene nueva sede. Con este cambio pretendemos dar mejor servicio a todos los colegiados, ya que disponemos de un espacio más amplio y luminoso que nos permitirá realizar los cursos y otras actividades en la misma sede del Colegio, así como mejorar los servicios de biblioteca. Como veis estamos muy bien comunicados. Podeis acceder a las oficinas del COBCM tanto en Metro (Quevedo - línea 2) como en autobús (16, 61, 149, 3, 37). Mantenemos los mismos números de teléfono **91 447 63 75** y fax **91 446 88 38** Y nuestra misma dirección de correo electrónico: **cob.madrid@mad.servicom.es.**



Carta del Decano



CAMBIO DE SEDE: UN PASO ADELANTE EN NUESTRA NUEVA TRAYECTORIA

Actualmente los biólogos estamos en el punto de mira de la sociedad.

Según ha afirmado recientemente un alto cargo de Sanidad, los biólogos somos, de entre los científicos españoles, los más conocidos y relevantes a nivel internacional.

De hecho muchos biólogos españoles están compitiendo con excelentes resultados en bioinformática, ingeniería genética, biotecnología, evaluación de impactos ambientales, riesgos biológicos, genética forense, etc.

Ante esta perspectiva vanguardista de nuestra profesión, el COBCM no podía permanecer en unas oficinas obsoletas, por lo que la Junta de Gobierno decidió trasladarse a unas nuevas para dar cabida a las diferentes actividades que el Colegio organiza regularmente, y ofrecer un marco digno no sólo a los colegiados, sino también a autoridades académicas, políticas y empresariales.

El hecho de disponer de una sede, más amplia, moderna, funcional y luminosa, no representa solamente un espacio material en el que os podremos atender más eficazmente, sino también un símbolo positivo de lo que queremos que sea la nueva trayectoria del COBCM.

De hecho ya se nos han abierto las puertas a nuevas perspectivas de actuación que mejorarán el desarrollo de nuestra profesión:

- Consolidación de las relaciones con la Consejería de Sanidad a través de nuestra participación en el Plan de Calidad de la Sanidad de la Comunidad de Madrid.
- Participación en la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid, con lo que mantenemos contacto permanente con los distintos Colegios Profesionales de Madrid.
- Profundización de las relaciones con los decanos de las Facultades de Biología de las Universidades de Madrid.

Y muchas novedades más de las que os informaremos puntualmente, como los preparativos de un segundo congreso de Biólogos y nuevos servicios para los colegiados.

La Junta de Gobierno desea que la nueva sede de Jordán 8, sirva no sólo como plataforma de lanzamiento de una nueva trayectoria del COBCM, sino también como lugar de encuentro, foro de participación y estímulo para una mayor colaboración, entre todos los colegiados.

Aurelio Santisteban Cimarro
Decano del COBCM

biólogos



Director:
Aurelio Santisteban Cimarro.

Responsable de Comunicación:
Rosa María Agulló López de Ayala.

Redacción:
Ángel Fernández Ipar
Andrés García Ruiz
Pedro Miguel Gascón Vera
M^ª Dolores Marrodán Serrano
Isabel Marta Morales
Julia Sánchez.

Fotografías:
Todo-Ciencia.com
Rosa María Agulló.

Imprime:
Gráficas Ulises.
Impreso en papel 100% ecológico.
Depósito Legal: M-18322
ISSN: 1579-4350

 Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid

C/ Jordán, 8 - Oficina 5ª planta
28010 Madrid
Tel: 91 447 63 75 - Fax: 91 446 88 38
e-mail: cob.madrid@mad.servicom.es

Sumario

| | |
|--|----|
| Análisis de ADN en criminalística. Primera parte. | 2 |
| Educación ambiental: entre la técnica y los sentimientos. | 12 |
| Producción biotecnológica de aditivos y enzimas de uso alimentario. | 15 |
| Los miriápodos como bioindicadores de ecosistemas edáficos sostenibles. | 19 |
| "La salud también se mide". Alumnos de bachillerato protagonizan un estudio de biología humana. | 23 |
| Noticias del Museo de Ciencias Naturales. | 27 |
| Resultados de la actividad: "Los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana". | 28 |
| Noticias del COBCM: | 31 |
| • El COBCM participa en la firma del Plan de Calidad de los Servicios Sanitarios de la Comunidad de Madrid | |
| Normativa | 35 |

Lourdes Prieto y Marta Montesino
Comisaría General de Policía Científica. Laboratorio de ADN

Análisis de ADN en criminalística (I).

La genética forense es una herramienta muy valiosa de apoyo a la justicia, interviniendo habitualmente en el esclarecimiento de delitos.

1.- INTRODUCCIÓN

El análisis de ADN es una técnica hoy en día rutinaria en el campo forense.

En criminalística, es posible realizar un estudio genético de las muestras biológicas (sangre, semen, saliva, pelos, tejidos blandos, uñas, restos óseos y dientes...) encontradas en el lugar de los hechos. Estas muestras de carácter dubitado (no se sabe a quién pertenecen) pueden llegar a identificarse si se dispone de muestras biológicas indubitadas de referencia (se sabe a quién pertenecen), simplemente por comparación del perfil genético de ambos grupos. De esta forma, la genética forense es una herramienta muy valiosa de apoyo a la Justicia, interviniendo habitualmente en el esclarecimiento de delitos como asesinatos, homicidios, agresiones sexuales, robos, etc. En estos casos se trata de determinar la procedencia de un vestigio biológico hallado en la escena del crimen o sobre el cuerpo de las víctimas o sus pertenencias.

Otras veces la investigación no está relacionada con hechos delictivos; así la identificación de restos cadavéricos puede realizarse hoy en día mediante el análisis de ADN.

En esta primera parte del artículo, describiremos brevemente las regiones de ADN utilizadas en este tipo de estudios, y en la segunda parte la metodología, dedicando en cada apartado una mención especial a los problemas y soluciones que se dan a las muestras de carácter puramente forense.

2.- POLIMORFISMOS DE ADN NUCLEAR AUTOSÓMICO

2.1.- Generalidades.

Sabemos que la longitud del ADN humano es extensa y el número de pares de bases o nucleótidos que lo forman es de aproximadamente 3000 millones por célula haploide. Sin embargo, no todos estos pares de bases tienen una función específica. Podemos clasificar al ADN según su función, en tres tipos diferentes:

(i) **ADN codificante** que se traduce en proteínas.

Es el ADN responsable directamente de la formación de proteínas, pues lleva la información necesaria para formar la secuencia de aminoácidos de cada proteína. Este tipo de ADN es el que forma los genes estructurales y también se le ha llamado ADN informativo. Del total del genoma humano, se considera que tan solo el 1-2 % codifica para proteínas.

(ii) **ADN auxiliar** que participa en la formación de proteínas pero no es responsable directo del orden de aminoácidos de la proteína. Suele tener diversas funciones: a) reguladora de la transcripción, es decir, contiene la información para que se forme una proteína (activación) o para que se paralice su formación (desactivación). b) mantenimiento de la integridad estructural del cromosoma. c) migración de los cromosomas durante la división celular.

(iii) **ADN no funcional**, que no se traduce a proteínas. Se creía que carecía de función alguna y por eso se la ha llamado ADN basura, pero existen hipótesis que postulan que también interviene en el mantenimiento de la arquitectura de los cromosomas (Puertas, 1991).

A medida que los biólogos moleculares fueron investigando y descubriendo los secretos del ADN, encontraron que a veces aparecían tramos cortos de ADN humano que variaban de una persona a otra. Es decir, el ADN humano no era totalmente igual en todas las personas, existían zonas que eran polimórficas pues variaban en la secuencia u orden de bases nitrogenadas. Estas variaciones de secuencia se llaman polimorfismos genéticos ya que permiten distinguir a los individuos. Algunas de las diferencias descritas son significativas, pues ocurren en genes (variaciones en ADN codificante). Sin embargo, muchas de las variaciones parecían tener poco que ver con los genes y su objetivo, si es que lo tienen, es desconocido (variaciones en ADN no funcional). Por tanto, el ADN no codificante no está sujeto a presión selectiva intensa, por lo que admite unos niveles de variación muy grandes convirtiéndose estas regiones en objeto de interés para análisis de identificación. Se han descrito diferentes tipos de polimorfismos que veremos más detalladamente.

2.2.- Tipos de polimorfismos.

El análisis detallado del genoma humano, ha revelado numerosas categorías de secuencias de "ADN no funcional", muchas de las cuales son diversas formas de ADN repetitivo (Klug y Cummings, 1999).

Una categoría importante de ADN repetitivo, esta constituida por el ADN repetido en tándem. Está constituido por bloques de ADN con una secuencia común de nucleótidos que se repiten uno a continuación de los otros un determinado número de veces.

Estas secuencias están distribuidas a lo largo de todo el genoma y su polimorfismo es debido a cambios en el nº de veces que se repite una secuencia núcleo o core. Si dicho núcleo está formado por 2-7 pb estaremos ante un microsatélite (Weber y May, 1989) o POLIMORFISMO STR (*Short Tandem Repeat*). Si está formado por más de 7 pb estaremos ante un minisatélite (Jeffreys y cols., 1985) o POLIMORFISMO VNTR (*Variable Number of Tandem Repeat*). Esta variación se traduce en diferencias en la longitud de los fragmentos a estudiar. Por ejemplo, imaginemos una secuencia núcleo o core CTGA que se puede repetir un número variable de veces:

CTGA-CTGA -----= 2 veces.
 CTGA-CTGA-CTGA -----= 3 veces.
 CTGA-CTGA-CTGA-CTGA -----= 4 veces.
 (CTGA)_n -----= n veces.

Cada individuo presenta en cada cromosoma un número de repeticiones diferente, heredados de su padre y de su madre, que podremos estudiar separándolos por tamaños.

Individuo 1:

hereda de su padre:
 CCGAT(CTGA)(CTGA)(CTGA)TTGCGA
 (n= 3 repeticiones)

hereda de su madre: CCGAT(CTGA)TTGCGA
 (n=1 repetición).

Individuo 2:

hereda de su padre:
 CCGAT(CTGA)(CTGA)TTGCGA (n=2 repeticiones)

hereda de su madre:
 CCGAT(CTGA)(CTGA)(CTGA)(CTGA)TTGCGA
 (n=4).

Desde el punto de vista genético-legal es el ADN repetido en tándem y, dentro de él, el ADN minisatélite y microsatélite (polimorfismos de repetición), el más interesante. Sin embargo no debemos perder de vista los POLIMORFISMOS DE SECUENCIA, pues también son útiles en identificación. Un polimorfismo de secuencia se produce cuando en una misma región de ADN puede aparecer una secuencia de bases u otra distinta, sin tener que ver con el número de repeticiones.

Este es el caso de la región que codifica para el sistema HLA en el ADN nuclear y de la región control del ADN mitocondrial (Ver Tabla nº 1).

| TIPOS DE POLIMORFISMOS | |
|--|---|
| DE REPETICIÓN → para un fragmento equivalente de ADN, el número de veces que se repite una secuencia núcleo no es idéntico. | DE SECUENCIA → para un fragmento equivalente de ADN, la secuencia de nucleótidos no es idéntica. |
| MICROSATÉLITES → la secuencia que se repite es de menos de 7 pares de bases (pb). Ej.: (CTGA) _n . | Ej.: Polimorfismos tipo SNP (single nucleotide polymorphism). En cierta zona del ADN un individuo tiene una secuencia del tipo: AA TGCAT, y en la misma región de ADN otro individuo tiene la secuencia del tipo: AA CGCAT. |
| MINISATÉLITES → la secuencia que se repite es de más de 7 pb. Ej.: (CCCTGAACAATGG) _n | |

Tabla nº1: Tipos de polimorfismos del ADN

A cada una de estas regiones polimórficas que se estudian en genética forense se les ha llamado MARCADOR GENÉTICO, SISTEMA O LOCUS (loci, en plural). Por ejemplo, el grupo sanguíneo o sistema ABO es un marcador genético que difiere de unas personas a otras, ya que existen personas del grupo sanguíneo A, personas del grupo B, del grupo 0 y del grupo AB. Al igual que el grupo sanguíneo, existen muchos marcadores genéticos y para diferenciar unos de otros se les ha puesto nombre propio; así, al marcador genético relacionado con los grupos sanguíneos se le llama Sistema ABO (se trata de un polimorfismo de secuencia).

El tipo de nombre propio que se le pone a cada marcador varía; algunas veces es un nombre arbitrario que se refiere al cromosoma donde se encuentra el fragmento de ADN, como es el caso del marcador D1S80 (se trata de un polimorfismo de repetición del tipo minisatélite). La D indica que es un fragmento de un ácido nucleico del tipo "DNA", el 1 significa que se encuentra en el cromosoma nº 1, la S significa que es un segmento único de ADN (es decir que no se repite en otros cromosomas) y el 80 es el nº de orden en que fue descrito el fragmento.

Este tipo de nomenclaturas suele estar asociada a secuencias repetitivas sin ninguna conexión a genes que codifiquen proteínas, y en el caso de que sean segmentos que expresen suelen llevar el sufijo "E" para indicar este hecho.

Otras veces el nombre del marcador hace referencia a la información que produce el fragmento de ADN codificante que se encuentra más cercano al propio marcador; como por ejemplo el marcador HUMTH01 que son las siglas de la proteína Tirosina Hidrolasa HUMana (se trata de un polimorfismo de repetición del tipo microsatélite que se encuentra cercano al gen de la mencionada proteína).

Las diferentes formas alternativas en las que un marcador puede manifestarse se denominan alelos. Cuantos más alelos (posibilidades) tenga un marcador genético, mejor resultará a la hora de diferenciar entre unas personas y otras. El sistema ABO tiene solamente tres alelos diferentes (alelo A, alelo B y alelo O); decir que una persona es del grupo sanguíneo A no es decir mucho, ya que aproximadamente el 45% de la población española pertenece a este grupo. Sin embargo, el marcador genético D1S80 presenta al menos 27 alelos diferentes numerados del 14 al 41 con frecuencias más o menos repartidas, y por ello este marcador discrimina más entre las personas (identifica más) que el anterior sistema ABO.

Para presentar los resultados de la analítica de las evidencias forenses ante la Justicia y para transferir datos entre distintos laboratorios ha sido necesaria la estandarización de la nomenclatura de los alelos. En los polimorfismos de repetición los alelos se denominan según el número de repeticiones. Por ejemplo, en el sistema HUMTH01 la secuencia que se repite es (TCAT). Si dicha secuencia se repite siete veces, el alelo se llama 7, si se repite ocho veces se llamará alelo 8, si se repite nueve veces se llamará 9, y así sucesivamente (DNA recommendations, 1994). En los polimorfismos de secuencia los alelos se denominan tanto con números como con letras. Por ejemplo, en el sistema DQA1 los alelos se denominaron por convenio alelo 1, alelo 2, alelo 3, alelo 4, pero se han encontrado alelos muy parecidos al 1 (solo se diferencian de él en algunas bases) que se han denominado alelo 1.1, alelo 1.2, alelo 1.3; y alelos muy parecidos al 4 que se han denominado alelo 4.1, alelo 4.2, alelo 4.3.

2.3.- Tipos de polimorfismos de secuencia.

Las variaciones que aparecen en los alelos de los polimorfismos de secuencia pueden deberse a múltiples motivos como el cambio en una sola base nitrogenada o la inserción o delección de una o más bases. Podemos hacer una sencilla clasificación atendiendo a estos criterios:

a) Sustituciones de una única base o SNPs (single nucleotide polymorphism): se trata de mutaciones puntuales dentro de la secuencia de ADN y suelen ser de tipo bialélico, es decir presentan únicamente dos alelos (ver tabla nº 2). Estas mutaciones se clasifican en dos tipos: (I) transiciones, consistentes en el cambio de una purina por otra purina o una pirimidina por otra pirimidina y (II) transversiones, consistentes en el cambio de una purina por una pirimidina o una pirimidina por una purina.

| SNP | ALELO | SECUENCIA |
|------|-------|--|
| EA2 | A | ----CCGCCGCGCTCCCAGCCCCGGCAGCCTCAGCATCAGCGGGCGGGCGGGCGTC---- |
| | G | ----CCGCCGCGCTCCCAGCCCCGGCAGCCTCAGCATCGGGCGGGCGGGCGGGCGTC-- |
| CSTB | T | ----GCCGCCAAGATGATGTGCGGGGTCCCTCCGCCACGCAGCCGGCCACC---- |
| | G | ----GCCGCCAAGATGATGTGCGGGGGCCCTCCGCCACGCAGCCGGCCACC---- |

Tabla nº 2: Polimorfismos tipo SNP. Transición: EA2 en el cromosoma 19 (NCIB Assay Id: 18419); Transversión: CSTB (Cystatin B) en el cromosoma 21 (NCBI Assay Id: 8005).

Esto nos introduce el concepto de poder de discriminación de un marcador y por extensión del conjunto de marcadores utilizados. Se puede definir como la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de la misma población no coincidan en los marcadores analizados. Evidentemente cuanto mayor sea el poder de discriminación más valioso es el sistema.

b) Sustituciones de varias bases: Cuando se produce un acúmulo de estas sustituciones en una región más o menos corta de ADN nos encontraremos ante un polimorfismo de secuencia clásico con alelos que se diferencian en su secuencia en varias posiciones en vez de en un único nucleótido. Tal es el caso del 2º exón de DQA1 (Erllich y cols, 1986) dentro del sistema HLA (Human Leucocyte Antigen) en el cromosoma 6 (ver tabla nº 3).

| ALELO | SECUENCIA |
|-------|--|
| 1 | ----GATGAGGAGTTCTACG-----TGGAGAGGAAGGAGAC-----CGGTGGCCTGAGTTCAGCAAATTTGGAG |
| 2 | ----GACGAGGAGTTCTATG-----TGGAGAGGAAGGAGAC-----AAGTTGCCTCTGTTCCACAGACTTGGAA |
| 3 | ----GACGAGGAGTTCTATG-----TGGAGAGGAAGGAGAC-----CAGTTGCCTCTGTTCCGCAGATTTAGAA |
| 4 | ----GACGAGCAGTTCTACG-----TGGGAGGAAGGAGAC-----TGTTGCCTGTTCTCAGACAATTTGGAA |

Tabla nº 3: Polimorfismo de secuencia clásico en el marcador DQA1 del sistema HLA. Puede observarse que los alelos se diferencian en varios nucleótidos situados en distintas posiciones (Perkin-Elmer: "Amplitype user guide of Amplitype HLA DQA1 Forensic DNA Amplification and Typing kit").

c) **Inserciones y deleciones de bases puntuales:** también son mutaciones puntuales dentro de la secuencia de ADN pero implicando la suma o resta de algún nucleótido (ver tabla nº 4).

| ALELO | SECUENCIA |
|-------------|---|
| 7.31.98 (3) | ----CATTAGATGTTTCATGGACT-GCACAGAGACTGTATT---- |
| G | ----CATTAGATGTTTCATGGACTGGCACAGAGACTGTATT---- |

Tabla nº 4: Delección de una base. Cromosoma 7q21-22 (NCIB Assay Id: 8).

d) **Inserciones y deleciones de una secuencia completa:** son mutaciones dentro de la secuencia de ADN que implican la suma o resta de un grupo de nucleótidos.

2.4.- Tipos de polimorfismos de repetición.

Se trata del polimorfismo que se observa más frecuentemente en el ADN repetido en tándem. Es el número de veces que se repite un fragmento de ADN ó unidad de repetición lo que determina la diferencia entre unos individuos y otros. Según el número de nucleótidos que forman las unidades de repetición de estos fragmentos se distinguen:

a) **Polimorfismos minisatélite:** Como hemos visto, los minisatélites son polimorfismos formados por la repetición en tándem un número variable de veces de una secuencia núcleo mayor de 7 pb. El número de repeticiones puede ser distinto entre los cromosomas homólogos y entre diferentes individuos (Nakamura y cols., 1987). Un ejemplo de ello es el locus D1S80 (Nakamura y cols., 1988), de uso muy extendido hasta no hace mucho tiempo en los laboratorios de genética forense. Su unidad de repetición posee una longitud de 16 pb que se repiten entre 14 y 41 veces dando lugar a un elevado número de alelos. Algunos minisatélites no están formados por unidades de repetición idénticas en cuanto a secuencia y por ello, en realidad poseen dos tipos de variación, una debida a la longitud (que depende del número de repeticiones, VNTR) y otra debida a las diferencias en la secuencia de la unidad de repetición (minisatellite variant repeat o MVR). Los polimorfismos MVR se presentan tanto en autosomas como en

cromosomas sexuales, como se ha demostrado con la descripción del minisatélite MSY1 del cromosoma Y (Jobling y Tyler-Smith., 1995). La gran diversidad de los polimorfismos minisatélites MVR hace que sean una herramienta muy valiosa en la identificación genética, pero desgraciadamente presentan el inconveniente de no ofrecer buenos resultados cuando se trata de analizar muestras de ADN muy degradado y por ello no son marcadores que se usen rutinariamente en muestras forenses o muestras antropológicas antiguas.

b) **Polimorfismos microsatélite:** la unidad de repetición o core consta de 2-7 nucleótidos y son más pequeños que los minisatélites pues cuentan con alelos de un tamaño aproximado de 80-400 pb. Así mismo, el número de repeticiones puede ser diferente entre los dos cromosomas homólogos de un mismo individuo (Edwards y cols., 1991). Según el número de pares de bases que presenten en la unidad repetitiva se clasifican en: dinucleótidos, con dos pb en cada core (son los más abundantes pero presentan el inconveniente de que cuando se analizan aparecen artefactos de amplificación), trinucleótidos, con tres pb en cada core, tetranucleótidos, con cuatro pb en cada core, pentanucleótidos, con cinco, etc.

Como en el caso de los polimorfismos minisatélite, en los microsatélites también pueden existir microvariaciones en la secuencia de la unidad de repetición. Según este tipo de variaciones podemos clasificar los STRs en (Urquhart y cols., 1994):

I.- STRs simples: son polimorfismos que contienen repeticiones con unidades idénticas

en longitud y secuencia. Tal es el caso del locus HUMFES/FPS cuyo núcleo de repetición es (ATTT)₈₋₁₄.

2.- STRs simples con alelos no consenso: se trata de STRs simples pero alguno de sus alelos presenta alguna unidad de repetición incompleta, como el locus HUMTH01 que presenta un alelo con una de sus unidades de repetición formada por tres pares de bases en vez de cuatro. Concretamente aparece una deleción de un residuo de Timina en la quinta unidad de repetición: (TCTA)₄-(CTA)₁-(TCTA)₅. La designación de alelos en este caso se realiza contando el número de unidades de repetición completas (nueve) seguido de un punto y el número de pares de bases que forman la repetición incompleta (9.3).

3.- STRs compuestos: son polimorfismos que comprenden dos o más tipos de unidades de repetición adyacentes, con diferente secuencia; por ejemplo el locus HUMGABRB15, con unidades de repetición del tipo (GATA), del tipo (GATC) y del tipo (TATC): (GATA)₅-12-(GATC)₂₋₄-(TATC)₁₋₂. La designación de alelos en este tipo de STRs es más complicada, pero en este caso consiste en la suma del número de repeticiones de cada tipo de núcleo, es decir, el número de repeticiones del tipo (NATM), pues los tres tipos de unidades de repetición poseen Adenina y Timina en las posiciones centrales de la unidad.

4.- STRs compuestos con alelos no consenso: son polimorfismos compuestos pero con alelos que presentan alguna unidad de repetición incompleta como el locus HUMVWAF31 que presenta dos deleciones (de un residuo de Citosina y otro de Timina) en una de sus unidades: (ATCT)₂-(GTCT)₃₋₄-(ATCT)₉₋₁₃-(ATCT)₂-(GTCT)₄-(ATCT)₅-(AT)₁-(ATCT)₄. La designación de alelos en este caso se realiza contando las unidades de repetición del tipo (NTCT).

5.- STRs complejos: son polimorfismos que presentan varios bloques de repetición con unidades de longitud variable con otras secuencias intercaladas más o menos variables; por ejemplo el locus D21S11, que además de diferentes unidades de repetición del tipo tetranucleótido posee di, tri y hexanucleótidos menos variables y cuya estructura es: (TCTA)₄₋₆-(TCTG)₅₋₆-(TCTA)₃-(TA)₁-(TCTA)₃-(TCA)₁-(TCTA)₂-(TCCATA)₁-(TCTA)₈₋₁₆-(TATCTA)₀₋₁-TC. La nomenclatura aquí todavía se complica más pero se basa en el número de unidades de repetición del tipo (TCN) incluyéndose el hexanucleótido final como si se tratara de un dinucleótido AT más un tetranucleótido TCTA como se indica en la tabla nº 5 (Möller y cols, 1994).

| ALELO | Longitud en pb | Estructura de la secuencia |
|-------|----------------|---|
| 26 | 209 | (TCTA) ₄ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₈ |
| 27 | 213 | (TCTA) ₄ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₉ |
| 28 | 217 | (TCTA) ₄ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₀ |
| 29 | 221 | (TCTA) ₄ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₁ |
| 29 | 221 | (TCTA) ₆ (TCTG) ₅ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₀ |
| 30 | 225 | (TCTA) ₆ (TCTG) ₅ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₁ |
| 31 | 229 | (TCTA) ₆ (TCTG) ₅ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₂ |
| 31 | 229 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₂ |
| 32 | 233 | (TCTA) ₆ (TCTG) ₅ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₃ |
| 30.2 | 227 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₀ TA (TCTA) |
| 31.2 | 231 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₁ TA (TCTA) |
| 32.2 | 235 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₂ TA (TCTA) |
| 33.2 | 239 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₃ TA (TCTA) |
| 34.2 | 243 | (TCTA) ₅ (TCTG) ₆ (TCTA) ₃ TA(TCTA) ₃ TCA(TCTA) ₂ TCCATA(TCTA) ₁₄ TA (TCTA) |

Tabla nº 5: Sistema HUMD21S11: alelos, tamaño en pares de bases y estructura de la secuencia.

La sensibilidad de estos marcadores, -que permite el análisis incluso en muestras de ADN degradado-, la estabilidad, la facilidad de la determinación del tamaño de los alelos, la reproducibilidad y la posibilidad de realizar el análisis de varios marcadores en un solo tubo evitándose así un gasto excesivo de ADN molde, de reactivos y de tiempo, son algunos de los parámetros que han hecho que los STRs sean los polimorfismos elegidos por los laboratorios de identificación.

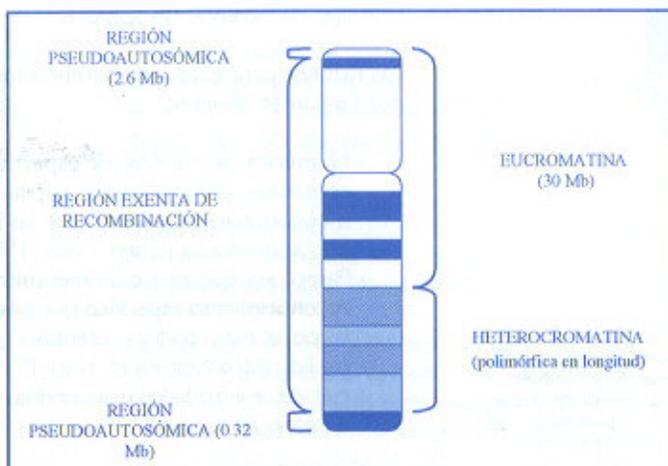
3.- POLIFORMISMOS DEL CROMOSOMA Y

3.1.- Generalidades

El cromosoma Y es uno de los cromosomas humanos más cortos (60 Mb) y en esta especie sólo está presente en los varones, por lo que su herencia es paterna. Citológicamente, posee una región heterocromática y otra eucromática (ver Fig. n° 1). La primera está situada en la zona distal del brazo largo (Yq) y varía fenotípicamente en los varones normales desde tamaños virtualmente indetectables a longitudes de más de la mitad del cromosoma Y. Por el contrario, la región eucromática (30 Mb) tiene un tamaño constante en los varones normales y se localiza en el brazo corto (Yp), en el centrómero y en la zona proximal del brazo largo. La región eucromática está formada por cuatro tipos de secuencias (Hammer y Zegura, 1996):

- Bloques de secuencias que son homólogas al cromosoma X.
- Secuencias repetitivas del centrómero y sus alrededores.
- Familias de secuencias repetitivas específicas del cromosoma Y.
- Secuencias únicas específicas del cromosoma Y.

Figura n°1:
Idiograma de
bandas g del
cromosoma Y.
La recombinación
entre los
cromosomas X e Y
tiene lugar en las
dos regiones
pseudautosómicas.



A pesar de que mucha bibliografía describe a este cromosoma como **haploide**, es decir, que no recombina con ningún otro durante la meiosis, esto no es del todo cierto. Los extremos finales del cromosoma Y tienen regiones que recombinan normalmente con el cromosoma X; a estas regiones se les denomina pseudoautosómicas y ocupan unas 2.7 Mb. Incluso existen hipótesis que apoyan que el cromosoma Y puede ser considerado como un cromosoma X degradado durante la evolución (Graves, 1995).

Por tanto, de forma parecida a lo que ocurre con el ADNmt, la parte no recombinante de los cromosomas "Ys" es transmitida de padres a hijos sin ningún cambio, a excepción de la acumulación gradual de mutaciones. Los haplotipos están confinados dentro de linajes, es decir, los hombres emparentados por vía paterna comparten el cromosoma Y.

Esto permite reconstruir el historial de los linajes paternos mediante la comparación con los cromosomas Ys modernos, usando los polimorfismos. Así se pueden construir árboles filogenéticos que pueden aportar datos complementarios a los aportados por el ADNmt y los autosomas sobre la evolución humana (Jobling y Tyler-Smith, 1995). Al final veremos en qué casos forenses es aconsejable el estudio de estos marcadores frente a los marcadores autosómicos y en cuales su elección es la única alternativa.

3.2.- Tipos de polimorfismos

El cromosoma Y contiene muchos polimorfismos y de muy diferentes tipos:

1.- Polimorfismos binarios: Se trata de marcadores bialélicos y comprenden dos tipos de polimorfismos:
1.1.- Las **sustituciones de bases o SNPs** (single nucleotide polymorphism): como ya hemos visto en la descripción general de polimorfismos se trata de mutaciones puntuales (Knijff y cols., 1998) y entre otros podemos destacar: SRY-2627, 92R7, M9, etc. Los SNPs parecen ser los marcadores del futuro por su fácil estudio a través de técnicas de biochips.

1.2.- **Inserciones y deleciones:** Como 12f2 o la inserción **YAP Alu** en DYS287, que presenta 2 alelos observados (según la ausencia o presencia del elemento Alu) denominados 455pb-YAP + y 150pb-YAP - (Hammer, 1994). Ambos polimorfismos tienen **tasas** de mutación muy bajas (sobre 5×10^{-7} por sitio y por generación para las sustituciones de bases). Las sustituciones de bases son bastante útiles para distinguir entre los principales grupos poblacionales (Pestoni y cols., 1999), por lo que son los mejores marcadores para construir árboles de cromosomas Y.

2.- **Polimorfismos minisatélite:** MSY1. Este polimorfismo puede analizarse mediante MVR-PCR y presenta un elevado número de estructuras (code) variables (Jeffreys y cols., 1991). La diversidad observada en MSY1 sugiere un tasa de mutación de más del 1% por generación (Jobling y cols., 1997).

desprovisto de ADNmt, el 10-20% de las células contienen mitocondrias espermáticas funcionales inmediatamente tras la introducción, mientras que sólo una pequeña fracción de células ($1/10^5$) sobrevive más de 48 horas (Manfredi y cols., 1997). Por otro lado, cuando se introducen mitocondrias de células somáticas en un cultivo celular, se produce una rápida sustitución del ADNmt endógeno (King y Attardi, 1988). Esto indica la existencia de mecanismos que eliminan específicamente mitocondrias procedentes de espermatozoides pero no mitocondrias procedentes de células somáticas.

El ADN mitocondrial tiene relación con diversas enfermedades y procesos degenerativos y se conoce con exactitud la secuencia de todos sus nucleótidos. Dicha secuencia fue publicada por 14 investigadores de Cambridge (Anderson y cols., 1981) y se le ha llamado "secuencia de referencia" o "secuencia de Anderson" (por ser éste el primer autor) o "CRS" (Cambridge Reference Sequence).

La molécula de ADN mitocondrial ha sido de gran ayuda para los antropólogos moleculares, pues a través de ella han aprendido más sobre filogenia y evolución (Cann, 1988; Salas y cols., 2000).

Se ha utilizado para establecer el linaje de todos los humanos en África hace 200.000 años, para estudiar animales extinguidos (Thomas y cols., 1989), o para estudio de otros restos antiguos como huesos humanos de hace 5500 años (Hagelberg y cols., 1989).

En el campo forense, el ADNmt ha sido también de gran utilidad por presentar secuencias polimórficas y por presentarse en las células en mayor cantidad que el ADN nuclear (Rath y Merrill, 1989; Vigilant y cols., 1989; Budowle y cols., 1999; Sullivan y cols., 1991). El número de moléculas de ADNmt por célula es difícil de determinar, pues depende del tipo celular y del momento funcional, pero como norma general las mitocondrias contienen de dos a diez copias de ADN por mitocondria.

Además, el hecho de que el ADNmt sea circular es una razón para suponer una elevada estabilidad de la molécula contra las exonucleasas durante la degradación por putrefacción (Szibor y cols., 1997).

Por otro lado, la puesta a punto de procedimientos automáticos para la secuenciación ha permitido que el análisis de secuencia sea una técnica rutinaria en muchos laboratorios (Hunkapiller y cols., 1991).

La principal zona no codificante se denomina "asa de desdoblamiento" o "D-loop", y se trata de una región de 1,2 Kb situada entre los genes ARNt^{pro} y ARNt^{phe} que está implicada en los procesos de replicación de la cadena H. Las mutaciones se

acumulan en esta zona con una frecuencia cinco veces mayor que en el resto del genoma mitocondrial. Dentro de esta región "D-loop" existen dos regiones especialmente hipervariables, denominándose región hipervariable 1 (HV1) a la flanqueada por el ARNt de la prolina, y región hipervariable 2 (HV2) a la flanqueada por el ARNt de la fenilalanina.

4.2.- Tipos de polimorfismos

Se ha podido demostrar que en este tipo de ADN se acumula un nº de mutaciones superior a las que se acumulan en el ADN genómico. Este hecho se explica por cuatro mecanismos distintos que intervienen paralelamente:

- El material genético mitocondrial está especialmente expuesto a la acción de moléculas reactivas en general (recordemos los procesos de oxidación-reducción que acontecen en el interior de las mitocondrias).
- El ADNmt carece del efecto protector que las histonas otorgan al ADN nuclear.
- Los mecanismos reparadores del ADN mitocondrial son menos efectivos que los del ADN nuclear (Yakes y Van Houten, 1997).
- La baja fidelidad de la ADN polimerasa mitocondrial (Kunkel y Loeb, 1981)

Esta elevada mutabilidad ha permitido la diferenciación entre especies muy relacionadas (Tamura y Nei, 1993) así como la comparación entre poblaciones dentro de la misma especie (Budowle y cols., 1999).

Como hemos visto, dentro de toda la molécula de ADN mitocondrial, las mutaciones se acumulan en el "D-Loop", y por eso esta región es la más polimórfica. Existen principalmente dos tipos de polimorfismos en esta región:

a) Polimorfismos de secuencia: estos polimorfismos se deben a las mutaciones que pueden ser bien sustituciones de nucleótidos, inserciones o deleciones. Como hemos visto en apartados anteriores, si la sustitución consiste en el cambio de una purina por otra purina o una pirimidina por otra pirimidina se denomina transición y si se trata de un cambio de una purina por una pirimidina o una pirimidina por una purina se denomina transversión. En la población caucásica son mucho más frecuentes las transiciones que las transversiones (ver Fig. nº 3).

La publicación en 1981 de la llamada secuencia de Anderson permite usar la misma como secuencia de referencia según propone Mark Wilson (Wilson y cols., 1993). La nomenclatura a seguir consiste en reflejar las posiciones en las que hay discrepancias

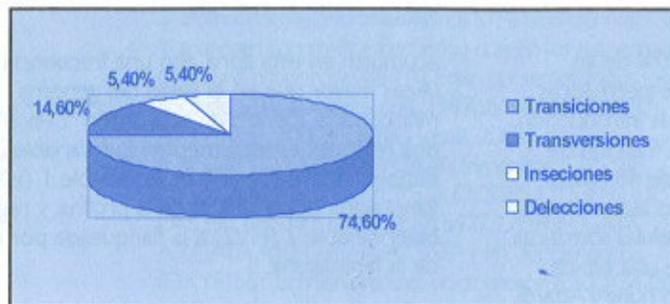


Figura nº 3.- Tipos de polimorfismos de secuencia en el ADN mitocondrial. El tipo más frecuente es la transición que consiste en el cambio de una purina por otra purina o de una pirimidina por otra pirimidina.

entre la muestra secuenciada y la secuencia de referencia. Así:

- las sustituciones se nombran indicando la posición y la base nueva (Ej.: I6.293-G)
- las inserciones indicando la posición anterior a la inserción seguida del número de bases insertadas y de las bases nuevas (Ej.: 309.I-C) y las deleciones indicando el número del nucleótido perdido precedido de la letra D (Ej.: D312).

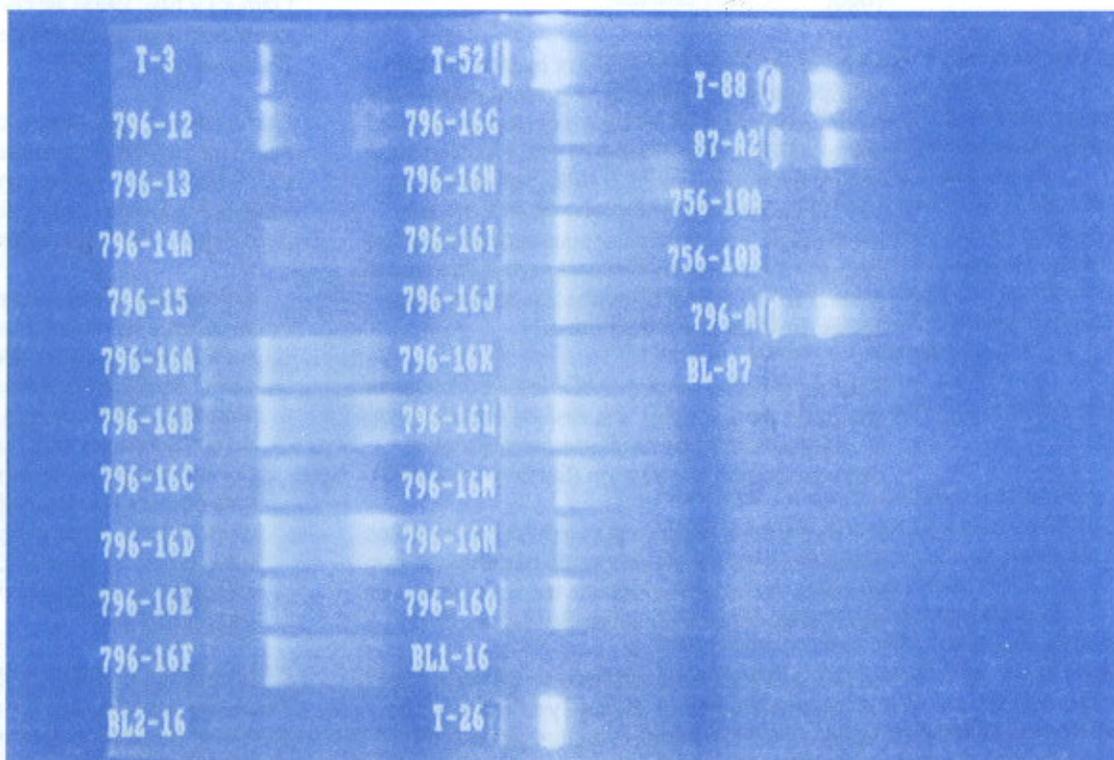
c) **Polimorfismos de repetición:** existe un polimorfismo microsatélite del tipo dinucleótido situado a partir de la base nº 514 del "D-Loop" (nº de acceso en la base de datos EMLB = V00662; EMLB DNA DATABASE: index.html). El núcleo o core está

formado por la secuencia (AC)_n y se han descrito cuatro alelos con una distribución de frecuencias alélicas muy heterogénea, lo que implica un poder de discriminación muy bajo que limita su utilidad forense (Bodenteich y cols., 1992).

En los primeros estudios de este STR se definieron 4 alelos diferentes con 4, 5, 6 y 7 unidades de repetición (Bodenteich y cols., 1992), pero actualmente se ha descrito un alelo con 3 "repeats" (Szibor y cols., 1997) y otro con 8 repeticiones (Montesino y cols., 2000). La distribución de las frecuencias alélicas varía según las poblaciones:

- Las poblaciones Caucasoides muestran elevada frecuencia del alelo 5, mientras que el 7 es raro.
- Las poblaciones africanas muestran una elevada frecuencia del alelo 4 (0.543), mientras que los alelos 6 y 7 no están representados. En estas poblaciones además aparecen individuos que presentan el alelo 3 (2 individuos de 105) (Szibor y cols., 1997).

También veremos al final de la segunda parte de este artículo (**Práctica Forense**), las situaciones en las que el análisis del ADN mitocondrial es la única herramienta que puede utilizarse bien por la naturaleza de la muestra (degradada o muy escasa) y/o bien por las propias características del ADN mitocondrial (herencia materna, elevado número de copias y mayor estabilidad).



Minigel de agarosa para cuantificación de ADN

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson S y cols., (1981). "Sequenza and organization of the human mitochondrial genome". *Nature* 290: 457-465.
- Attardi G. (1987). "The elucidation of the human mitochondrial genome: a historical perspective". *Bioessays* 5: 34.
- Ayub Q, Molyuddin A, Qamar R, Mazhar K, Zerjal T, Mehdi S, Tyler-Smith C. (2000). "Identification and characterization of novel human Y-chromosomal microsatellites from sequence database information". *Nucleic Acids Res.* 28 (2): e8.
- Bodenteich A, Mitchell LG, Polymeropoulos MH, Merril CR. (1992). "Dinucleotide repeat in the human mitochondrial D-Loop". *Hum. Mol. Genet.* May 1 (2): 140.
- Borst P. (1972). "Mitochondrial Nucleic Acids". *Ann. Rev. Biochem.* 41: 333.
- Borst P, Grivell LA. (1981). "Small is beautiful. Portrait of a mitochondrial genome". *Nature* 290: 443.
- Budowle B, Wilson MR, DiZinno JA, Stauffer C, Fasano MA, Holland MM, Monson KL. (1999). "Mitochondrial DNA regions HV1 and HVII population data". *Forensic Sci. Int.* 103: 23-35.
- Chen X, Prossner R, Simonetti S, Sadlock J, Jagiello G, Schon EA. (1995). "Rearranged mitochondrial genomes are present in human oocytes". *Am. J. Hum. Genet.* 57: 239.
- Cann RL. (1988). "DNA and human origins". *Ann. Rev. Anthropol.* 17: 127.
- DNA recommendations. "1994 report concerning further recommendations of the DNA Commission of the ISFH regarding PCR-based polymorphisms in STR (short tandem repeat) system". *Int. J. Leg. Med.* (1994) 107: 159-160.
- Edwards A, Civitello A, Hammond HA, Caskey CT (1991). "DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats". *Am. J. Hum. Genet.* 49: 746-756.
- Erlich HA, Sheldon EL, Horn J. (1986). "HLA typing using DNA probes". *Bio. Technol.* 4: 975-981.
- Giles RE, Blanc H, Cann HM, Wallace DC. (1980). "Maternal inheritance of human mitochondrial DNA". *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 77: 6715-6719.
- Gill P, Ivanov PL, Kimpton C, Piercy R, Benson N, Tully G, Evett Y, Hagelberg E, Sullivan K (1994). "Identification of the remains of Romanov family by DNA analysis". *Nature Genetics* 6, pp : 130-135.
- Graves (1995). "The origin and function of the mammalian Y chromosome and Y borne genes: An evolving understanding". *BioEssays* 17: 311-320.
- Gusmao L, Alves C, Amorim A. (2001). "Molecular characteristics of four human Y-specific microsatellites (DYS434, DYS437, DYS438, DYS439) for population and forensic studies". *Ann. Hum. Genet.* 65 (Pt 3): 285-291.
- Gyllenstein U, Wharton D, Josefsson A, Wilson AC. (1991). "Paternal inheritance of mitochondrial DNA in mice". *Nature* 352: 225.
- Hagelberg E, Sykes B, Hedges R. (1989). "Ancient bone amplified". *Nature* 342: 485.
- Hammer (1994). "A recent insertion of an Alu element on the Y chromosome is a useful marker for human population studies". *Mol. Biol. Evol.* 11 : 749-761.
- Hammer y Zegura (1996). "The role of the Y chromosome in human evolutionary studies". *Evol. Antropol* 5 (4): 116-134.
- Holland MM, Fisher DL, Roby RK, Ruderman J, Bryson C, Weedn YW (1995). "Mitochondrial DNA sequence analysis of human remains". *Crime Lab Digest* 22: 109-115.
- Hunkapiller T, Kaise RJ, Koop BF, Hood L. (1991). "Large-scale and automated DNA sequence determination". *Science* 254: 59-67.
- Jeffreys AJ, Wilson V, Thein SL. (1985). "Hypervariable minisatellite regions in human DNA". *Nature* 314: 67-73.
- Jeffreys AJ, MacLeod A, Tamaki K, Neil DL, Monckton DG (1991). "Minisatellite repeat coding as a digital approach to DNA typing". *Nature* 354 (6350): 204-9.
- Jobling MA, Tyler-Smith C. (1995). "Fathers and sons: the Y chromosome and human evolution". *Trends Genet.* 11 : 449-456.
- Jobling MA, Pandya A, Tyler-Smith C. (1997). "The Y chromosome in forensic analysis and paternity testing". *Int. J. Leg. Med.* 110: 118-124.
- Kayser M, Caglia A, Corach D, Fretwell N, Gehrig C, Graziosi G, Heidorn F, Herrmann S, Herzog B, Hidding M, Honda K, Jobling M, Krawczak M, Leim K, Meuser S, Meyer E, Oesterreich W, Pandya A, Parson W, Penacino G, Perez-Lezaun A, Piccinini A, Prinz M, Schmitt C, Roewer L, y cols. (1997). "Evaluation of Y chromosomal STRs: a multicenter study". *Int. J. Leg. Med.* 110: 125-133.
- King MP, Attardi G. (1988). "Injection of mitochondria into human cells leads to a rapid replacement of the endogenous mitochondrial DNA". *Cell* 52: 811.
- Klug WS, Cummings MR. *Conceptos de Genética (5ªed)*. Ed. Prentice Hall Iberica. Madrid 1999.
- Knijff P, Kayser M, Roewer L. (1998). "Towards a reliable forensic and population genetic use of chromosome Y microsatellites". En: 9th International Symposium on Human Identification, Promega Corporation, Orlando (Florida), Presentación Oral.
- Kunkel TA, Loeb LA. (1981). "Fidelity of mammalian DNA polymerases". *Science* 213: 765-767.
- Manfredi G, Thyagarajan D, Papadopoulou LC, Pallotti F, Schon EA. (1997). "The fate of human sperm derived mtDNA in somatic cells". *Am. J. Hum. Genet.* 61: 953.
- Möller A, Meyer E, Brinkmann B (1994). "Different types of structural variation in STRs: HUMFES/FPS, HUMVWA and HUMD21S11". *Int. J. Leg. Med.* 108: 165-166.
- Montesino M, Prieto L, Rodríguez A, Rivas E, García E. "Mitochondrial DNA VR2 region analysis in a Spanish population: Application to forensic casework". XVIII Congress International Academy of Legal Medicine. Sep 2000. Santiago de Compostela.
- Nakamura Y, Leppert M, O'Connell P, Wolf R, Holm T, Culver M, Martin C, Fujimoto E, Hoff M, Krumm E y White R. (1987). "Variable number of tandem repeats (VNTR) markers for human gene mapping". *Science* 235: 1616-1622.
- Nakamura Y, Carlson M, Krapcho K, White R. (1988). "Isolation and mapping of a polymorphic DNA sequence (pMCT118) on chromosome 1p (D1S80)". *Nucleic Acids Res.* 16 : 9364.
- Pestoni C, Cal ML, Lareu MV, Rodríguez-Calvo MS, Carracedo A. (1999). "Y chromosome STR haplotypes: genetic and sequencing data of the Galician population (NW Spain)". *Int. J. Leg. Med.* 112: 15-21.
- Puertas MJ. *Genética. Fundamentos y perspectivas*. Ed. McGraw-Hill. Intreamericana de España. Madrid 1991.
- Rath DS y Merril CR. (1989). "Mitochondrial DNA and its forensic potential". *Proceedings of the International Symposium on the Forensic Aspects of DNA Analysis*, FBI Forensic Science Research and Training Center: Quantico, VA, p: 113.
- Salas A, Lareu V, Calafell F, Bertranpetit J, Carracedo A. (2000). "mtDNA hypervariable region II (HVII) sequences in human evolution studies". *Eur J Hum Genet* 8 (12): 964-74
- Sullivan KM, Hopwood R, Lang B, Gill P. (1991). "Automated amplification and sequencing of human mitochondrial DNA". *Electrophoresis* 12: 17.
- Szibor R, Michael M, Spitsyn VA, Plate I, Ginter EK, Krause D. (1997). "Mitochondrial D-loop 3' (CA)_n repeat polymorphism: optimization of analysis and population data". *Electrophoresis* 18: 2857-2860.
- Tamura K, Nei M. (1993). "Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees". *Mol. Biol. Evol.* 10: 512-526.
- Thomas RH, Schaffner W, Wilson AC, Pääbo S. (1989). "DNA phylogeny of the extinct marsupial wolf". *Nature* 340: 465-467.
- Urquhart A, Kimpton CP, Downes TJ, Gill P. (1994). "Variation in Short Tandem Repeat sequences- a survey of twelve microsatellite loci for use as forensic identification markers". *Int. J. Leg. Med.* 107: 13-20.
- Vigilant L, Pennington R, Harpending H, Kocher TD, Wilson AC. (1989). "Mitochondrial DNA sequences in single hairs from a Southern African population". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 86: 9350.
- Weber JL, May PE. (1989). "Abundant class of human DNA polymorphism which can be typed using the polymerase chain reaction". *Am. J. Hum. Genet.* 44: 388-396.
- White HW y Kusukawa N. (1997). "Agarose-based system for separation of short tandem repeat loci". *Biotechniques* 22 (5): 976-980.
- Wilson MR, Stoneking M, Holland MM, DiZinno JA (1993). "Guidelines for the use of mitochondrial DNA sequencing in forensic science". *Crimen Lab. Digest* 20: 68-77.
- Yakes MF, Van Houten B. (1997). "Mitochondrial DNA damage is more extensive and persists longer than nuclear DNA damage in human cells following oxidative stress". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94: 514-519.

Elda Carmona Fernández

Técnico de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid

Educación Ambiental: Entre la Técnica y los Sentimientos.

Con más de treinta años de historia, la educación ambiental se ha convertido en herramienta fundamental e imprescindible en la gestión del medio ambiente.

El objetivo final y más general de la educación ambiental, es la resolución de problemas¹. Pero a la vez que se ha ido estableciendo sus bases teóricas en sucesivos congresos internacionales, el paso a la acción siempre ha tenido muchas dificultades. Es lógico en una acción educativa en la que se trabaja con los sentimientos y los afectos.

Para muchas personas aún no está claro qué es y para qué sirve la educación ambiental, pero suele asociarse con "algo que hacen los niños en el campo reconociendo bichos y plantas". Quizás sea inevitable que relacione educación con niños, a la vez que se piensa que sólo se aprende cuando se es joven, y que empeñarse en otra cosa es perder el tiempo. Pero vemos a diario que todos aprendemos continuamente, sobre todo

cuando hacerlo significa algo para nosotros. Mayores muy mayores están utilizando una nueva moneda, manejando mandos de televisión y video, y otras muchas tareas nuevas, porque ello les supone una necesidad, una ventaja o una satisfacción.

Hoy casi todos somos conscientes de las enormes alteraciones que está sufriendo el planeta: el clima, el agua, el aire, el suelo, el territorio, los seres vivos, están sometidos a cambios y agresiones provocadas sobre todo por las acciones de los humanos.

Aunque todos sabemos que es inevitable transformar el medio para obtener alimentos, vivienda, transporte y otros beneficios, no siempre se hace con los criterios de la llamada "sustentabilidad".

¹UNESCO-PNUMA: Conferencia Internacional de Tbilisi, 1977



A pesar de los grandes intereses económicos y políticos opuestos a ello, estamos asistiendo a un creciente cambio en el que lo ambiental impregna muchos proyectos, que tienen en cuenta el potencial social y económico que supone el que los ciudadanos conozcan la dinámica ecológica del medio en que viven y sepan cómo comportarse ambientalmente en su vida diaria.

Se han invertido miles de millones en infraestructuras ambientales y otras actuaciones cuyo funcionamiento no sería posible sin la participación voluntaria de los ciudadanos.

Actualmente muchas infraestructuras y propuestas innovadoras para la gestión ambiental no tendrían sentido ni operatividad si no existiese AHORA la voluntad individual de actuar de un modo u otro: ¿para qué gastar millones en construir plantas de separación de residuos si no se separa la basura en las casa o las empresas? ¿Para qué organizar un sistema de recogida selectiva si no se depositan los envases, papeles, vidrios en sus contenedores? ¿qué sentido tiene cercar, señalar, plantar, si no se respetan los espacios comunes?

Nadie ve ni obliga ni sanciona al que, en su propia casa, tira un disolvente por el fregadero, plásticos al WC o derrocha la luz o el agua.

sientan manipulados.

Algunas veces, en la transmisión de los mensajes ambientales se recurre al catastrofismo, a la noticia llamativa o insuficientemente relatada, al lenguaje incorrecto, consiguiendo desinformación y sentimiento de impotencia en la población. También ha ocurrido en ocasiones que se han promovido campañas (como algunas de residuos, de transporte o de consumo responsable) y otras actuaciones en que se ha pedido la colaboración ciudadana sin que tales propuestas estuviesen respaldadas por un soporte técnico o de infraestructuras reales para llevarlas a su fin. Esto genera frustración y desencanto, consiguiéndose el efecto contrario: que los usuarios se nieguen a participar en otros proyectos similares.

Ya que para actuar voluntariamente se precisa involucrar los sentimientos, la educación ambiental debe generar la satisfacción de conocer nuestro entorno y los procesos que ocurren en él, de saber vincular lo ecológico con lo social y lo económico, de formar parte de un planeta lleno de interés, de disfrutar y participar en la mejora de nuestro medio, de buscar soluciones viables e ingeniosas a los problemas ambientales, de pasar de observador a actor:

Otro de los objetivos de la educación ambiental es transmitir la idea de que cada uno puede contribuir a la mejora del propio entorno y del conjunto del planeta. Esto es esperanzador y llevarlo a cabo puede ser muy gratificante. Pero nos preguntamos si sabremos hacerlo, ya que todos somos a la vez actores, transmisores y receptores de esta tarea. Y hay que tener en cuenta la realidad: a veces, incluso un gestor concienciado puede tener dificultades para introducir hábitos y buenas prácticas si no explica a sus superiores que tiene ventajas -económicas- para la empresa. El saber plantear a los demás propuestas de mejora ambiental, sea a nuestros jefes, nuestros alumnos o nuestros vecinos, requiere cierta destreza que puede aprenderse, siendo esto también una parte de la educación ambiental.

La dificultad está en conseguir conectar con los pensamientos de los ciudadanos, facilitar el que sepan tomar decisiones adecuadas en su vida diaria, **proporcionar conocimientos de calidad (la técnica) adecuados a las personas (los sentimientos).**

El VI Programa de medio ambiente de la Comunidad Europea (2001-2010), recoge esta tendencia (que es también necesidad) al proponer como una de sus estrategias prioritarias el capacitar a cada ciudadano para modificar su comportamiento. Esto requiere, en primer lugar, información de calidad sobre lo ambiental y sobre las cuestiones prácticas que ayuden a tomar una decisión, ya que todo el mundo toma cada día decisiones que tienen efecto directo o indirecto sobre el medio ambiente. Evidentemente, las acciones con mayor repercusión ambiental son las de los adultos. Sin embargo, se

La experiencia a lo largo de los últimos años viene demostrando que si se ofrece información y adiestramiento de calidad, la gente responde. Y, a la hora de realizar proyectos, de planificar, es muy interesante contar con la opinión de los ciudadanos implicados, que deben sentirse actores en el proceso.

La educación ambiental debe ofrecer conocimientos veraces, contrastados en fuentes científicas acreditadas, que eviten que los destinatarios se

repite a los niños que ellos son el futuro y que de ellos depende lo que pueda ocurrir a nuestro planeta. Pero es ahora cuando hay que actuar: Los técnicos, los políticos, los empresarios, los trabajadores, las amas de casa, los docentes, los estudiantes, los gestores, los financieros, las administraciones públicas,... todos. Y tener en cuenta que lo que decida un gestor o un político puede tener efectos sobre el medio de peso similar a los de las decisiones de cientos o miles de ciudadanos desconocidos, por lo que aquellos deberían contar con el criterio más acertado para la protección del medio.

En esta línea se encauzan los programas que se están llevando a cabo en la Comunidad de Madrid, en la Red formada por el conjunto de los centros de educación ambiental de la Consejería de Medio Ambiente. Con vocación de abarcar todo el territorio autonómico, lleva a cabo programas que ayuden a conectar la vida diaria de cada uno de nosotros con las repercusiones de ésta sobre el medio. Esto incluye lo que se hace en el hogar, los talleres, las oficinas, las industrias grandes y pequeñas, las políticas estatales, autonómicas y locales, etc., queriendo acercarse al mayor número de ciudadanos, sobre todo a las poblaciones del área de influencia de cada uno de los centros. Además, el Servicio de Educación Ambiental ofrece otras infraestructuras (sendas, instalaciones cedidas o asociadas) y programas (formación, sensibilización, participación, coordinación, publicaciones, difusión, evaluación) a través de los cuales se atienden las demandas y se elaboran propuestas educativas y divulgativas.

El personal de la Red de Centros está formado por equipos multidisciplinares, alcanzando en 2002 un total de 88 personas, de las cuales más de la tercera parte son biólogos de distintas especialidades y con formación específica en educación ambiental.

Además, se cuenta con el personal del Servicio de Educación Ambiental, un equipo de 15 personas de diferentes titulaciones.



Más información en:
<http://medioambiente.madrid.org>
Teléfono de Información Ambiental 901 525 525

La formación básica de los biólogos facilita la comprensión de los procesos y la construcción del sentido crítico. Y aunque, en algunos casos, nuestra especialización nos haya alejado de los temas ambientales, no podemos eludir nuestra responsabilidad en este ámbito. Y no solo en el hogar, el ocio o el transporte. Todos conocemos las implicaciones ambientales que se pueden derivar de algunos trabajos propios de nuestra profesión: eliminación de residuos de laboratorio u oficina, introducción de especies, alimentación, consumo, explotación de recursos naturales.

Desde esta revista del COBCM quiero animar a los compañeros de profesión a entender la educación ambiental e incorporarla como herramienta en nuestro trabajo y en nuestra vida.

Ramón González

Instituto de Fermentaciones Industriales. C.S.I.C.

Producción Biotecnológica de Aditivos y Enzimas de uso alimentario.

ADITIVOS

La producción biotecnológica de aditivos se basa en tres pilares fundamentales, la microbiología, la Ingeniería Genética y el desarrollo de fermentadores, y se restringe casi exclusivamente a los aditivos producidos por bacterias, levaduras y hongos filamentosos. Gran parte de estos productos resultan directamente del metabolismo primario o secundario de los microorganismos y se pueden agrupar en varias categorías: ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas, polisacáridos, nucleótidos, y antibióticos. También podemos considerar como producción biotecnológica de aditivos la que se consigue mediante la modificación de un precursor específico por parte de un microorganismo o de enzimas obtenidos a partir del mismo.

Ácidos orgánicos

Muchos ácidos orgánicos son producidos por bacterias u hongos como consecuencia natural de su metabolismo primario o gracias a unas condiciones de cultivo que provocan desequilibrios en el flujo a través de las vías metabólicas principales. Los ácidos orgánicos se recuperan generalmente mediante concentración del medio líquido de fermentación, aunque en algunos casos se recuperan a partir de procesos de fermentación en fase sólida. Entre los más importantes están: el ácido acético (conservante), producido de forma natural a partir de etanol por bacterias de los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*, el ácido láctico (conservante) producido por bacterias lácticas, y los ácidos cítrico (antioxidante) y glucónico (estabilizante) producidos por el hongo filamentoso *Aspergillus niger*.

Aminoácidos

Aunque los seres vivos no secretan habitualmente aminoácidos, la manipulación de las condiciones de cultivo y de la permeabilidad de la membrana celular ha permitido conseguir algunos buenos resultados en la producción extracelular de algunos aminoácidos, principalmente usando bacterias del género *Corynebacterium*. En general los buenos rendimientos en la producción se consiguen mediante la selección de mutantes superproductores, a partir de bacterias de este género. Estos mutantes suelen pertenecer a dos clases principales: mutantes auxótrofos y mutantes de regulación. La figura 1 muestra un ejemplo hipotético en el que mutantes auxótrofos y de regulación en una ruta biosintética ramificada pueden permitir la superproducción de uno de los productos finales de la ruta. En ocasiones se pueden conseguir buenos rendimientos de producción mediante la adición de precursores al medio de cultivo (método semifermentativo). Los enzimas obtenidos a partir de microorganismos también pueden servir para la síntesis de aminoácidos, ya sea catalizando reacciones específicas del proceso de síntesis, ya sea como herramienta para la resolución de mezclas racémicas obtenidas previamente mediante síntesis química.

Vitaminas

Históricamente, las principales vitaminas producidas mediante fermentación son la vitamina B12 y la riboflavina (que puede ser utilizada como colorante). Más recientemente se han puesto a punto métodos de producción de carotenoides, como el caroteno o la astaxantina, mediante la utilización de microorganismos, tanto bacterias como algas

unicelulares u hongos y levaduras. Las vitaminas no se suelen secretar; de modo que suele ser necesario aislarlas a partir de extractos celulares. De todos modos, para la elaboración de piensos enriquecidos en carotenoides se pueden usar las células microbianas enteras.

Polisacáridos

Existen varios polisacáridos microbianos extracelulares con potencial aplicación como aditivos alimentarios para mejorar la textura de salsas, helados o conservas. Destaca para estos usos la goma xantana de *Xanthomonas campestris*. El polisacárido de la cápsula de algunas bacterias lácticas es también importante para la textura de algunos productos lácteos, aunque no se trata de un aditivo en sentido estricto.

Nucleótidos

El principal interés de los nucleótidos en tecnología de alimentos es el poder potenciador del sabor que poseen tres ribonucleósidos monofosfato de purinas (GMP, IMP y XMP), este efecto se incrementa sinérgicamente con el del glutamato monosódico. Como muchos otros compuestos orgánicos importantes para la supervivencia celular; la síntesis de nucleótidos está muy regulada, de modo que, al igual que ocurre con los aminoácidos, la superproducción de nucleótidos con fines industriales requiere el uso de mutantes, auxotrofos y de regulación, que se obtienen en muchos casos mediante selección frente a análogos tóxicos de algunos intermediarios de síntesis. También, al igual que ocurre con la superproducción de aminoácidos, las corinebacterias son uno de los grupos microbianos de elección, principalmente debido a su capacidad para secretar los nucleótidos hiperproducidos.

Antibióticos

Existen únicamente dos antibióticos autorizados para su uso como aditivos alimentarios en España: la nisina y la natamicina. La primera es un polipéptido de 24 aminoácidos producido por cepas de *Lactococcus lactis*, activo frente a bacterias gram-positivas, destacando su uso para combatir *Listeria monocytogenes* en productos lácteos. La natamicina o pimaricina es producida por *Streptomyces naliensis*, se trata de un macrólido con actividad frente a microorganismos eucariotas utilizado para el tratamiento superficial de quesos y productos lácteos.

Ingeniería metabólica

Las técnicas de la Ingeniería Genética han abierto un enorme potencial para la mejora de las cepas productoras de aditivos y enzimas y en la actualidad está tomando fuerza un nuevo concepto en este campo, la Ingeniería Metabólica. Se entiende por Ingeniería Metabólica una aproximación multidisciplinar al problema de la mejora genética que implica dos fases, la fase de análisis que utiliza las técnicas más avanzadas de que se dispone para identificar los genes que sería necesario modificar (genómica, proteómica, flujos metabólicos, fermentación controlada, análisis de la estructura de las proteínas etc.), y la fase de síntesis que recurriría a la Ingeniería Genética para llevar a cabo dichas modificaciones. La Ingeniería Metabólica y de forma más general la Ingeniería Genética permiten abordar mejoras en la producción de aditivos como tales, pero también la síntesis in situ de aditivos por parte del cultivo iniciador cuando se trata de alimentos fermentados. Algunas aplicaciones de estas técnicas incluyen la producción de diacetilo, como aditivo clásico; o la elaboración de yogures ricos en alanina y de vinos con bajo contenido en alcohol (pero ricos en glicerol o en ácido láctico), como ejemplos de la síntesis in situ de sustancias que mejoran la calidad del producto.



Figura 1. Estrategias para la superproducción del aminoácido Z, que comparte con X el precursor común B, el enzima que cataliza la conversión de B en Z está inhibido por el producto de la reacción (línea de trazos). Un mutante auxótrofo para X (incapaz de sintetizar dicho aminoácido) permitirá que una mayor cantidad de B se convierta en Z. La combinación de esta mutación con una que elimine la inhibición feed-back permitirá un incremento adicional en la producción de Z.

| ENZIMAS | INDUSTRIA |
|----------------------------|---|
| - amilasas y glucoamilasas | Almidón, panadería, cervecería y destilados |
| Proteasas | Industrias cárnicas, cervecería, panadería, industrias lácteas, elaboración de salsas y sopas |
| Celulasas y hemicelulasas | Zumos, enología, aceites, panadería |
| - glucanasa | Enología, cervecería |
| - galactosidasa | Industrias lácteas |
| Invertasa | Dulces |
| Lisozima | Industrias lácteas, enología |

Tabla 1. Enzimas más utilizados en tecnología de alimentos e industrias donde se emplean.

ENZIMAS

Un grupo de aditivos que se puede considerar aparte, tanto por sus características propias como por la importancia que han cobrado en el procesamiento de alimentos es el de los enzimas. **Prácticamente todas las industrias alimentarias recurren de un modo u otro a la utilización de enzimas.** Podríamos destacar, por ser una de las pioneras y por el volumen de enzimas que consume, la **industria del procesamiento del almidón**, que gracias a la modificación controlada de un sustrato único es capaz de producir una variedad de productos con diferentes aplicaciones en otras industrias alimentarias. Otra interesante aplicación de las enzimas se da en la síntesis de **aspártamo**. Este edulcorante, que se producía originalmente mediante un método puramente químico, económica y medioambientalmente costoso, se produce ahora de manera más limpia y económica mediante el uso de una proteasa bacteriana inmovilizada. La **tabla 1** muestra algunos de los enzimas más utilizados en la industria alimentaria y los sectores en los que se usa.

La mayor parte de los enzimas de uso industrial son de origen microbiano y se trata en general de **enzimas hidrolíticos extracelulares**. En su origen muchos de ellos se producen mediante la fermentación de productos naturales, generalmente ricos en el sustrato correspondiente, pero esta forma de producción plantea diversos problemas en cuanto a la pureza de los enzimas y la similitud entre diferentes lotes. Esta situación está mejorando gracias a la Ingeniería Genética, mediante la clonación de los genes que codifican enzimas de interés y su modificación posterior con vistas a mejorar la producción.

Ingeniería genética de la producción de enzimas alimentarios

Entre las consideraciones a tener en cuenta para establecer las condiciones de producción de un enzima

recombinante cabe destacar, el nivel de producción, el control temporal de la misma y el compartimento celular de destino. Los niveles de producción se pueden incrementar simplemente mediante la introducción de múltiples copias del gen correspondiente, aunque en general es deseable introducir además modificaciones en su promotor o bien intercambiarlo por el de un gen con altos niveles de expresión. En cuanto al control temporal de la producción puede ser interesante modificar el patrón de expresión del gen por dos motivos principales, evitar el efecto tóxico sobre la célula que tendría la superexpresión de algunos enzimas, o esquivar un control demasiado estricto de la transcripción del gen, que podría limitar el rendimiento y los sustratos utilizables. Esto se consigue modificando o intercambiando el promotor del gen para alterar su inducibilidad/constitutividad y su patrón de expresión/desexpresión. Respecto a la localización celular de la proteína producida es en general deseable obtener el enzima en el medio de cultivo, es decir la expresión extracelular del gen, lo que se consigue utilizando señales de secreción, que pueden ser la de la proteína original, si era efectivamente una proteína extracelular y esta señal es funcional en el huésped elegido, o una propia del huésped. La elección adecuada de la señal de secreción puede también ser crítica para los niveles de producción, no obstante en ocasiones puede convenir producir el enzima en el citoplasma.

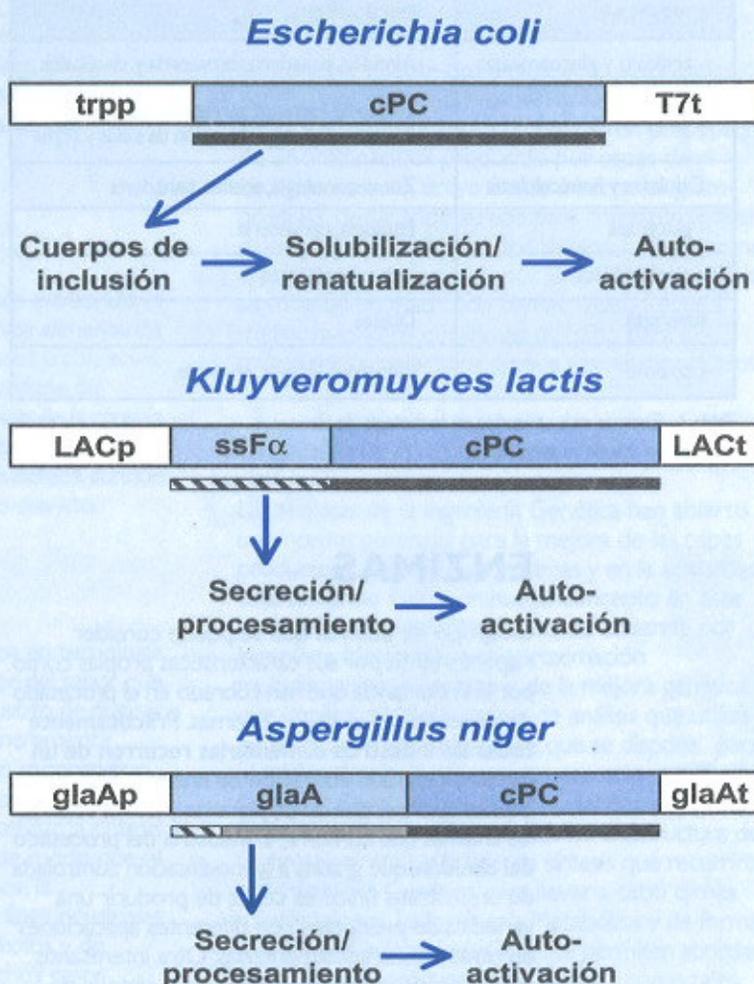
Otro factor que puede tener una influencia notable sobre los niveles de producción es la elección del huésped. Existen varios motivos que pueden hacer a un huésped interesante y que van desde la facilidad que ofrezca para su manipulación genética hasta la compatibilidad con el enzima que se desea producir o su capacidad de secreción, que puede ser limitante en muchas ocasiones. Entre los huéspedes más utilizados por alguno de los motivos citados podemos nombrar a: *Escherichia coli*, *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, y *Aspergillus niger*.

La producción de un enzima puede dar resultados aceptables desde un punto de vista industrial utilizando estrategias y huéspedes muy diferentes. Tal es el caso de la quimosina bovina, cuyo gen (su cDNA) se ha expresado en *E. coli*, dando lugar a la formación de cuerpos de inclusión en el citoplasma a partir de los cuales se recupera fácilmente la actividad. Un cDNA equivalente se secreta al medio de cultivo utilizando la señal de secreción de una feromona en la levadura *K. lactis*. El mismo enzima se produce por último en *A. niger* como proteína de fusión con la glucoamilasa. En todos los casos se consiguen proteínas prácticamente puras, totalmente activas y en forma abundante que se utilizan o se han utilizado a escala industrial. La **figura 2** muestra todas las estrategias que se han utilizado comercialmente para la producción de quimosina. Este mismo enzima ha sido producido con éxito en varias especies microbianas adicionales, aunque por motivos comerciales no se ha abordado su producción industrial.

Figura 2. Esquema de las construcciones genéticas empleadas para la producción industrial de quimosina bovina en diferentes microorganismos (barra ancha), proteína codificada por cada construcción (barra estrecha), y etapas necesarias para conseguir el enzima activo.

Símbolos: trpp; promotor del operón trp de *E. coli*.
 tT7, terminador T7 de *E. coli*.
 cPC; cDNA de la proquimosina madura (sin la secuencia señal inicial, reemplazada por un codón ATG).
 LACp y LACT, promotor y terinador del gen LAC4 de *K. lactis* (lactasa).
 ssF α ; secuencia del péptido señal de la feromona α de *S. cerevisiae*.
 glaA, glaAp y glaAt, región codificante, promotor y terminador del gen de la glucoamilasa de *A. niger*.

Barra estrecha negra: proquimosina; barra estrecha gris: glucoamilasa madura; barra estrecha rayada: péptido señal (ya sea de la feromona, o de la glucoamilasa).



Perspectivas

Desde que, a principios de siglo, se comenzaron a utilizar procesos de fermentación en fase sólida para producir ácido cítrico con *A. niger*, no han dejado de producirse avances en la producción biotecnológica de aditivos alimentarios. En muchas ocasiones, como el caso de la industria de los derivados del almidón, la fabricación de aspartamo, o la introducción de la quimosina recombinante, la introducción de nuevos métodos biotecnológicos de producción ha supuesto no sólo un cambio conceptual sino una revolución económica. Es previsible que la progresiva aplicación de la Ingeniería Genética y de la Ingeniería Metabólica a los procesos de producción de aditivos y enzimas, junto con los avances en la tecnología de inmovilización de enzimas o de células microbianas, sigan constituyendo una fuente de mejoras. El cada vez más estricto control que la legislación europea impone sobre la utilización de este tipo de tecnologías en la producción de alimentos no debería constituir una traba sino una garantía para los consumidores.

Algunas referencias de interés

- Crueger, W., Crueger, A. (1989) Biotecnología: manual de microbiología industrial. Editorial Acribia. Zaragoza.
- Flamm, E.L. (1991) How FDA approved chymosin: a case history. *Bio/Technology* 9:349-351
- Nishimori, K., Kawaguchi, Y., Hidaka, M., Uozumi, T., Beppu, T. (1982) Expression of cloned calf prochymosin gene sequence in *Escherichia coli*. *Gene* 19: 337-344
- Primo Yúfera, E (1997) Química de los alimentos. Editorial Síntesis. Madrid.
- Rehm, H.J. y col. (ed.) (1992) *Biotechnology*. Editorial Wiley-VCH, Weinheim
- Stephanopoulos, G., Gill, R.T. (2001) After a decade of progress, an expanded role for metabolic engineering. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 73: 1-8

Andrés García Ruiz

Departamento de Ecología, Universidad de Alcalá, (Madrid)

Los Miriápodos como bioindicadores de ecosistemas edáficos sostenibles.

Ciertas asociaciones de miriápodos pueden contribuir en gran medida a mejorar los suelos.

Los miriápodos son uno de los grupos de artrópodos más importantes de los ecosistemas edáficos, poseen un gran interés debido a su abundancia y distribución, así como por la acción que ejercen sobre este medio. Han sido utilizados por diferentes autores como bioindicadores de diferentes tipos de suelos y otros han destacado su importancia en los procesos de humificación (BORNEBUSCH, 1930; JACOT, 1940 y DRIFT, 1951).

La influencia de estos artrópodos en el medio edáfico es todavía poco conocida, ésta debe de ser debido al número de ejemplares encontrados y por la cantidad de comida de necesitan ingerir. Además, se sabe poco sobre los tipos de ambiente en los que ciertas asociaciones de miriápodos podrían contribuir en gran medida a mejorar los suelos.

Biodiversidad de los miriápodos en los diferentes tipos de suelo

Los **Paurópodos** se suelen encontrar en suelos ligeros, restos vegetales, musgos y lechos de hojarasca. Sus costumbres alimenticias son poco conocidas, STARLING (1944) consideró que se alimentaban de musgos y VERHOEFF (1934) los consideró como artrópodos depredadores.

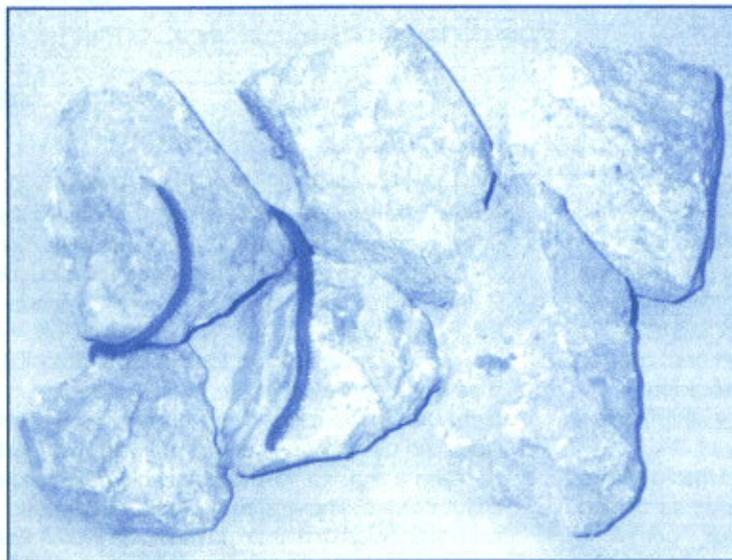
Los **Sínfilos** son detritívoros y cosmopolitas, de pocos milímetros de longitud y doce pares de patas que se encuentran en la mayor parte de los suelos y

representan más de la mitad de los miriápodos. Poseen una larga vida, ya que algunos individuos han sido conservados en laboratorio durante unos diez años. Su ciclo completo desde el estado huevo hasta el adulto sexual tiene una duración mínima de tres meses. Se pueden encontrar en terrenos cultivables e incultos y abundando sobre todo en los suelos cálidos orgánicos y húmedos. Parece ser que presentan preferencia por los suelos de textura abierta, con buena capacidad de retención de agua y elevado contenido de materia orgánica. Se encuentran bien distribuidos en los diferentes horizontes del suelo, pudiéndose encontrar incluso a más de un metro de profundidad, cuando la porosidad lo permite (MICHELbacher, 1949). Respecto a sus hábitos alimenticios, se caracterizan por ser muy voraces, alimentándose principalmente de materias vegetales o de microorganismos del suelo, constituyendo algunos como *Scutigera immaculata* epidemias para los cultivos hortícolas, afectando fundamentalmente a los invernaderos.

Su papel en la biología de suelo destaca porque contribuyen a la descomposición de la materia orgánica existente en el suelo, pudiendo ser limitada la citada descomposición debido al bajo porcentaje que representan en ocasiones de la biomasa total de la fauna edáfica.

Los **Quilópodos** son animales que aunque suelen ser predominantes en bosques, se adaptan mejor a condiciones de deforestación, siendo frecuentes también en praderas y tierras cultivables. Se caracterizan por ser carnívoros, aunque algunos como es el caso de los Geophilomorpha pueden

alimentarse ocasionalmente de vegetales. Las actividades y distribución de **artrópodos** dependen fundamentalmente de la forma de su cuerpo y de las relaciones con la humedad, ya que aunque se desecan fácilmente, su elevada actividad les permite vivir en lugares que no podrían habitar permanentemente. Respecto a sus preferencias por los diferentes tipos de suelos y a las actividades que realizan en ellos, dependen fundamentalmente de la forma de su cuerpo y de las relaciones con la humedad. Su distribución en los diferentes tipos de suelos se caracteriza porque se encuentran ampliamente distribuidos por la mayoría de ellos, habiendo principalmente en los suelos de bosque, aunque muestran preferencia por las condiciones de deforestación, también se encuentran en suelos cultivables y pastos. Se han adaptado a tierras de páramos, asociándose estas especies con las de bosque, tendiendo hacia un humus ácido, mientras que las especies que viven en suelos cultivables y pastos se asocian con tierras de humus **no ácido**.



Geophilus sp

Los Diplópodos abundan en suelos de bosque, aunque según VERHOEFF (1934) también son comunes en los terrenos cultivables y en las praderas. La mayoría de ellos son exclusivamente vegetarianos, alimentándose de residuos vegetales en diversos estados de descomposición, aunque algunos según HOFFMAN y RAYNE (1936) son carnívoros. Respecto a las preferencias de humedad de los diplópodos se comprobó que existía una marcada diferenciación entre las diferentes especies, en particular en el género *Julus*, en el cual las especies estenóicas muestran mayor preferencia por una humedad relativamente alta que las especies eurioicas del mismo género. Estos animales habitan esencialmente en suelos forestales, aunque también

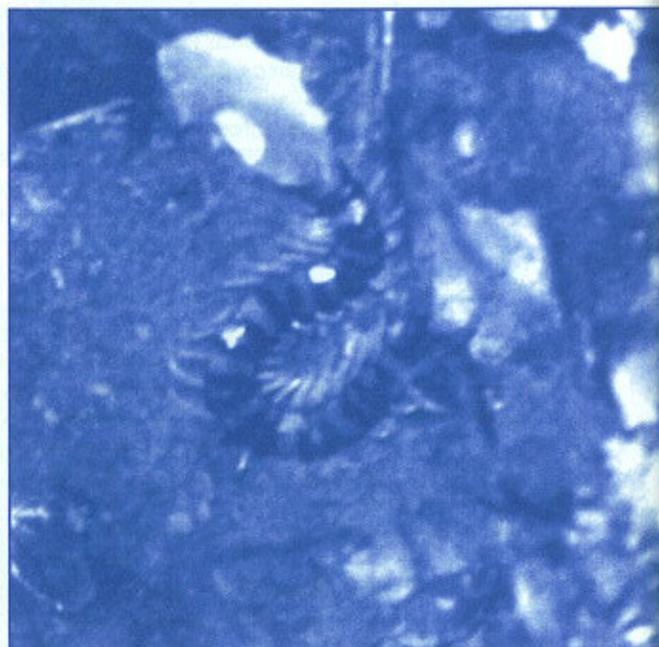
pueden encontrarse en suelos de labranza, como es el caso de *Blaniulus guttulatus* según (BRADE-BIRKS, 1930 y CLOUDLEY-THOMPSON, 1950). De los estudios realizados por MORRIS (1922, 1927) y EDWARDS (1929), se deduce que en los terrenos cultivables existe una mayor densidad de población de diplópodos que en las praderas y en los pastizales, especialmente en los terrenos abonados con estiércol.

Relación de los miriápodos con el tipo de suelo mineral

A la mayoría de los miriápodos les influye la presencia de calcio en el suelo, esto se debe a que los iones calcio presentes en el agua del suelo limitan la permeabilidad de la epidermis y restringen cualquier entrada de agua por endósmosis, esto es importante sobre todo para los miriápodos de lomo liso, para los Lithobiidae y para las especies susceptibles de tomar agua temporalmente en los procesos de muda o para la puesta de huevos.

También se piensa que la preferencia de los miriápodos por los suelos calcáreos podría deberse a requisitos nutritivos.

Los suelos arenosos son favorables para los Diplópodos, debido a la facilidad que encuentran en ellos para realizar la muda.



Scolopendra cingulata

Relación de los miriápodos con los factores abióticos del suelo

I.- **Relación con el agua** (BLOWER, 1955): El agua presenta dos peligros fundamentales para los animales de suelo, uno de ellos se debe a la excesiva

A la mayoría de los miriápodos les influye la presencia de calcio en el suelo, esto se debe a que los iones calcio presentes en el agua del suelo limitan la permeabilidad de la epidermis y restringen cualquier entrada de agua por endósmosis.

abundancia en que se presenta en algunas ocasiones en este medio y el otro es debido a los fenómenos de endósmosis, tensión superficial y también por la posible falta de oxígeno.

Los miriápodos son animales susceptibles a la desecación y por ello solo se encuentran en lugares húmedos, presentando los Quilópodos mayor tolerancia a los suelos menos húmedos que los Diplópodos.

La cutícula de los miriápodos se caracteriza por estar provista de una película lipídica, secretada por glándulas epidérmicas, la cual favorece la resistencia de estos animales al agua, dependiendo su eficacia de los grupos, siendo fuerte en los géneros *Julus* y *Geophilus* los cuales pueden retener el aire debajo de los arcos esclerotizados de sus segmentos y débil en los *Polydesmidae* y *Lithobiidae* en los cuales las membranas intersegmentarias se encuentran descubiertas.

En lo concerniente a la falta de agua y resistencia a la desecación, la cutícula grasa de los miriápodos no impide la transpiración por los estigmas, tampoco impide la entrada de agua, y solamente los Diplópodos excepto *Glomeris* poseen un eficaz sistema de cierre traqueal para resistir la desecación. Otros Diplópodos como es el caso de *Julus*, *Glomeris* y *Polydesmus* se enrollan sobre ellos mismos y de esta forma aumentan la resistencia a la evaporación y a la desecación.

2.- Relación con la temperatura: JUBERTHIE-JUPEAU (1973) estudiando en *Glomeris marginata* la influencia de la temperatura sobre los fenómenos de puesta, comprobó que en función de la temperatura ocurren variaciones en la duración de los últimos estados de la vitelogénesis, en el número de huevos puestos y en la duración de la puesta.

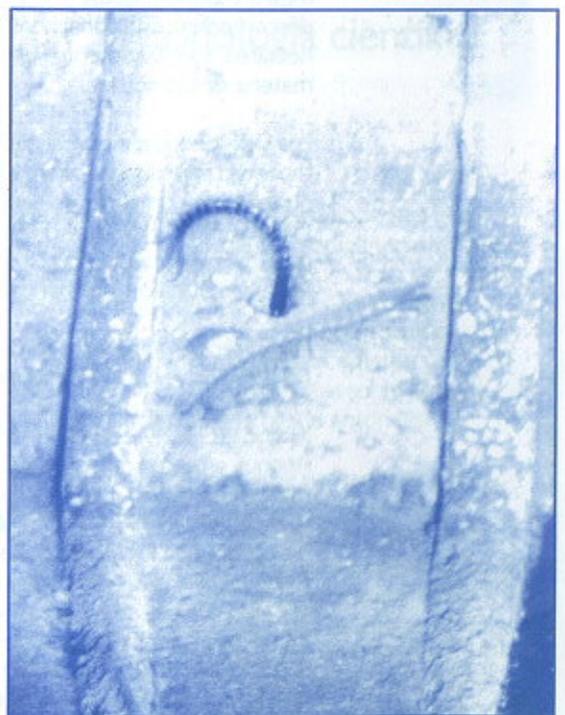
El óptimo térmico de la puesta se sitúa alrededor de los 20° centígrados, comprobándose que en la mayoría de las hembras mantenidas durante 21 meses a unas temperaturas variantes ente 12,5° y 18° centígrados, se producían modificaciones en los ritmos de puesta, pero tenemos que señalar que estas modificaciones como se comprobó no dependían únicamente de los factores endógenos.

3.- Relación con el calcio y otros elementos químicos: Según BLOWER (1955) numerosos

Diplópodos están en mayor o menor grado influenciados por el calcio, esto puede ser debido a que los iones calcio limitan la permeabilidad de la epidermis frenando los fenómenos de endósmosis, lo cual de forma general es un factor importante en el momento de la puesta y muda debido a que son los periodos de mayor susceptibilidad a la interiorización en el suelo.

Parece ser que la preferencia de los Diplópodos por los suelos calcáreos podría estar relacionada con determinadas necesidades nutritivas, aunque no se puede considerar como una generalidad para estos animales ya que existen algunas especies como experimentalmente demostró MARCUZZI (1970) con *Glomeris enganeorum* y *Glomeris undulata* que no muestran esta preferencia.

HERBKE (1962) estudiando la relación de los Diplópodos con otros elementos químicos, comprobó en Alemania que eran más abundantes en los suelos calcáreos y cultivados con ausencia de nitrógeno y con carencia de potasio y fósforo. También se ha comprobado que existen especies sensibles a determinados elementos químicos, como es el caso de *Polydesmus germanicus* que lo es al potasio y *Brachydesmus superus* y *Cylindroiulus teutonicus* que lo son al fósforo.



Scolopendra cingulata

Estudiando la abundancia de *Julus* en las regiones forestales ecuatoriales, se ha comprobado que éste donde más abunda es en las superficies de los suelos ferrálticos, teniendo presente que estas superficies se encuentran casi desprovistas de calcio combinable. Parece ser que es más acertado el considerar que en

estos suelos presenta mayor importancia para los Diplópodos el calcio total del suelo, el de la vegetación y el de los lechos de hojarasca que el calcio combinable.

Con respecto a la presencia de Diplópodos en los suelos abonados se ha comprobado que estos animales abundan más en los suelos abonados con estiércol procedentes de cuadras que en los suelos abonados con cualquier otro tipo de abono.

Acción de los diplópodos en la destrucción de los restos vegetales

Según diversos estudios realizados sobre el consumo de vegetación de los Diplópodos en bosques templados, se ha comprobado que consumen anualmente entre el 7 y el 10% de los lechos de hojarasca y que solamente entre el 4 y 16% de esta hojarasca es utilizada por el animal, demostrando EDWARDS (1974) que existen grandes variaciones en el consumo de vegetación dependiendo fundamentalmente del animal en cuestión y de las diversas poblaciones vegetales.

STRIGANOVA (1971) realizando estudios con miriápodos caucásicos sobre la capacidad de descomposición de vegetación, observó que con una densidad de varias decenas de individuos por metro cuadrado, estos animales son capaces de descomponer estacionalmente 300 kilogramos por hectárea, asimilando entre un 30 y un 40% de la materia descompuesta.

Los Diplópodos, principalmente los *Lulidae* poseen capacidad para digerir activamente los glúcidos y las proteínas, descomponiendo particularmente la celulosa (STRIGANOVA y VALLACHMEDOV, 1976), aunque para los *Polydesmidae* esta actividad por la celulosa ya había sido citada con anterioridad por NIELSEN (1962).

Parece ser que aunque los compuestos fenólicos de las hojas se encuentran fuertemente reducidos, los Diplópodos no poseen capacidad alguna para asimilar la lignina (NEUHAUSER y HARTENSTEIN, 1978). Aunque en el curso de su nutrición los Diplópodos mezclan los restos vegetales con los componentes del suelo, BORNEBUSCH (1950) observó que las deyecciones de los miriápodos encerraban muy pocas materias minerales, de lo cual se puede deducir la poca actividad que presentan estos animales en la mezcla de los restos orgánicos con el suelo mineral. BACHELIER (1972, 1973) afirma que existe una influencia cualitativa y cuantitativa de la fauna del suelo en los procesos de humificación en función de determinadas características. Está comprobado que ciertos animales por razones de índole bioquímico, son más favorables que otros para la humificación de materias vegetales; en el caso de los Diplópodos se ha comprobado que en algunas ocasiones se produce un rápido ennegrecimiento de las deyecciones, traduciéndose esto en un proceso de humificación.

KUBIENA (1953) junto con otros autores ingleses, señala que los miriápodos son los responsables de una forma particular de humus: *mull-like-moder*. Como su nombre indica, este humus es una transición entre el mull y el humus moder que se produce por la acción combinada de los Diplópodos (*Lulus* y *Glomeris*) con larvas de insectos y algunos lombrícidos. Los agregados de *mull-like-moder* están constituidos por una mezcla mecánica de constituyentes orgánicos y de partículas minerales, en los que las sustancias húmicas tienen una función maleable, caracterizándose estos agregados por su estabilidad débil y por su facilidad para la disociación de sus elementos.

Para BLOWER (1955, 1956) el papel de los Diplópodos en los suelos arenosos y pobres en bases, es fundamentalmente contribuir a la formación del *mull-like-moder*, mientras que en los suelos pesados, arcillosos y ricos en bases su principal función es la formación del mull.

Influencia de los pesticidas en la distribución de los miriápodos

EDWARDS y THOMPSON (1973) señalan que los Paurópodos son miriápodos muy susceptibles a la mayoría de los pesticidas.

Los Sínfilos que ocupan los niveles más profundos del suelo, serían más tolerantes a los pesticidas, debido a su menor contacto con ellos.

Respecto a la influencia de los pesticidas sobre los Quilópodos y Diplópodos, HOFFMAN y otros (1949), FLEMING y HAWLEY (1950) y HITCHCOCK (1953) comprobaron que los organoclorados (D.D.T. y H.C.H.) no parecían afectar a estos animales, aunque se tratase de dosis elevadas.

EDWARDS y THOMPSON (1973) han constatado que la mayor parte de los pesticidas no modifican el número de Diplópodos, pero que por el contrario algunos específicos como el aldrín o el organosfosforado "forato" pueden reducir el número de Quilópodos.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHELIER, G., 1978. *La faune des sols*: 309-320.
- BURGES, A. y RAW, F., 1971. *Biología del suelo*: 388-398.
- EISENBEIS, G. y WILFRED, W., 1987. *Atlas on the Biology of soil arthropods*: 128140.
- KEVAN, K. McE., 1955. *Soil Zoology*: 138-149.
- LEWIS, J. G. E., 1974. *The ecology of Centipedes and Millipedes in Northern Nigeria*. *Myriapoda. Symposia of the Zoological Society of London*, 32: 423-430.
- WALLWORK, J. A., 1970. *Ecology of Soil Animals*: 89-103.
- WALLWORK, J. A., 1976. *The Distribution and Diversity of Soil Fauna*: 9-12.

Marisa González Montero de Espinosa ⁽¹⁾
 Fernando Fernández García ⁽¹⁾
 M^a Dolores Marrodán Serrano ⁽²⁾

(1) I.E.S. Sta. Eugenia

(2) Sección de Antropología. Facultad de Biología. U.C.M.

“La salud también se mide”

Alumnos de bachillerato protagonizan un estudio de biología humana.

Los alumnos del I.E.S. Sta. Eugenia (Madrid), demostraron ser capaces de planificar, preparar, realizar y extraer conclusiones, en un pequeño proyecto de investigación, siguiendo una metodología científica.

A modo de prólogo

Los profesores de Bachillerato, en nuestra labor docente diaria, nos encontramos con dos situaciones que es necesario compaginar: la primera se resume en que una prioridad en la ESO y Bachillerato es que el alumnado aprenda a descubrir, conocer y controlar su organismo, es decir, que comprenda cuáles son sus propias necesidades básicas. La segunda, no menos importante, consiste en que la adolescencia es un período en el que el individuo busca un estilo de vida propio e independiente del familiar. Intentando aunar ambos factores, es fundamental encaminar a nuestros jóvenes hacia la adquisición de una serie de hábitos saludables, que mejoren su bienestar presente y futuro.

Siguiendo esta línea, entre el I.E.S. Sta. Eugenia (Madrid) y la Sección de Antropología de la Facultad de Biología de la U.C.M., se gestó un proyecto titulado *Educación nutricional y adquisición de hábitos saludables en la Enseñanza Secundaria*, que fue subvencionado por la Dirección General de Renovación Pedagógica (BOE 23-5-95). La realización de esta actividad fue altamente positiva, porque los escolares fueron protagonistas en la evaluación de su propio

crecimiento, valoraron sus propios datos y los compararon con los de sus compañeros y con los estándares nacionales. Este hecho creó en el centro de Secundaria un gran interés por los temas nutricionales, que se plasmó posteriormente en la implantación de una asignatura optativa de 3º de ESO titulada "Actividades prácticas sobre alimentación y salud", que se imparte desde entonces.

Lo expuesto anteriormente no han sido hechos aislados en nuestro Instituto, ya que en la programación de Ciencias de la Naturaleza de 3º E.S.O. figuran una serie de prácticas relacionadas con el tema alimentario y con la valoración del estado nutricional. También en el curso pasado se tomó una muestra de 200 estudiantes del Centro de Secundaria para determinar sus medidas antropométricas y recabar información sobre su conducta alimentaria y hábitos de consumo de alcohol y tabaco; la recogida de todos estos datos se encuadra dentro de un macroproyecto -dirigido por las dos profesoras firmantes- encaminado a conocer las costumbres y a establecer los estándares de crecimiento de los adolescentes de la C.A.M.

Con estos antecedentes los tres autores de estas líneas animamos a un grupo de escolares de 1º de

Bachillerato del I.E.S. Sta. Eugenia a preparar una actividad para la III Feria de la Ciencia de Madrid. Dicha experiencia titulada "La salud también se mide" pretendía enseñar al alumnado a diagnosticar la condición nutricional mediante técnicas de antropometría y el uso de los normogramas; de este modo resultaba fácil comprobar la situación de normalidad o de riesgo para la salud de los visitantes a este evento científico.

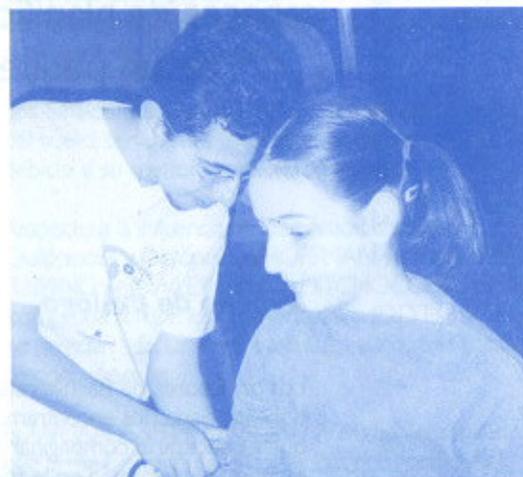
Objetivos

En dicha actividad se pretendía, a nivel general, una doble finalidad: en primer lugar integrar la Educación para la Salud en el desarrollo curricular y, en segundo término, introducir a los estudiantes en los métodos de investigación científica, apoyándonos en el área de la Antropología Física. A su vez, a nivel particular, se perseguían diferentes fines en la preparación y en la ejecución de nuestro plan.

A) En el aula

- 1º) Explicar a los alumnos que, en ausencia de enfermedad, la condición morfofisiológica de nuestro organismo es el resultado de los hábitos de alimentación y de la actividad física desempeñada.
- 2º) Enseñar que dicha condición es cuantificable, siguiendo una metodología experimental, mediante técnicas antropométricas sencillas.
- 3º) Adiestrar a los jóvenes en el manejo de ciertos aparatos (balanza, antropómetro, lipómetro, cinta métrica, espirómetro y dinamómetro) y métodos de medida.
- 4º) Preparar paneles, para exponer en el stand, con las tablas, gráficas y normogramas correspondientes a los índices nutricionales, obtenidos a partir de ciertas dimensiones corporales. Dichos normogramas permiten obtener de una forma directa -sin necesidad

de ecuaciones- el valor de los indicadores de la condición nutricional y sirven para comprobar la posición del sujeto respecto a los valores de normalidad; de este modo pueden detectarse situaciones que predispongan a una patología, como las relativas al aparato respiratorio y al sistema cardiovascular.



Medida del grosor del pániculo adiposo de los visitantes mediante un adipómetro

B) En la caseta

- 1º) Aplicar determinadas metodologías científicas, mediante la toma de datos biométricos
- 2º) Comprobar la utilidad del procedimiento mediante la búsqueda en los paneles de los datos medidos a las diferentes personas, para llegar a una conclusión sobre su estado nutricional.
- 3º) Aprender a detectar, en los individuos medidos, casos de desórdenes nutricionales como insuficiencia ponderal, sobrepeso, obesidad, riesgo cardiovascular; etc.

Metodología

El profesorado, en las sesiones desarrolladas en el aula, intentó mantener la motivación del alumnado y enseñarles a:

A) Manejar determinados aparatos antropométricos y tomar las siguientes medidas:

1. Estatura, mediante un antropómetro.
2. Peso, con una balanza de resorte.
3. Perímetros de la cintura y cadera, con una cinta métrica de precisión.
4. Grosor del panículo adiposo cutáneo en las zonas tricipital y subescapular; con un adipómetro.
5. Fuerza de ambas manos, mediante un dinamómetro de presión.
6. Capacidad pulmonar; con un espirómetro.

B) Calcular los siguientes índices biométricos

1. Índice de Masa Corporal = peso en Kg. / talla² en m.
2. Índice Cintura-Cadera = perímetro de la cintura / perímetro de la cadera.
3. Densidad y porcentaje de grasa corporal a partir de las fórmulas de Durnin (1973).

Registro de datos del dinamómetro de presión



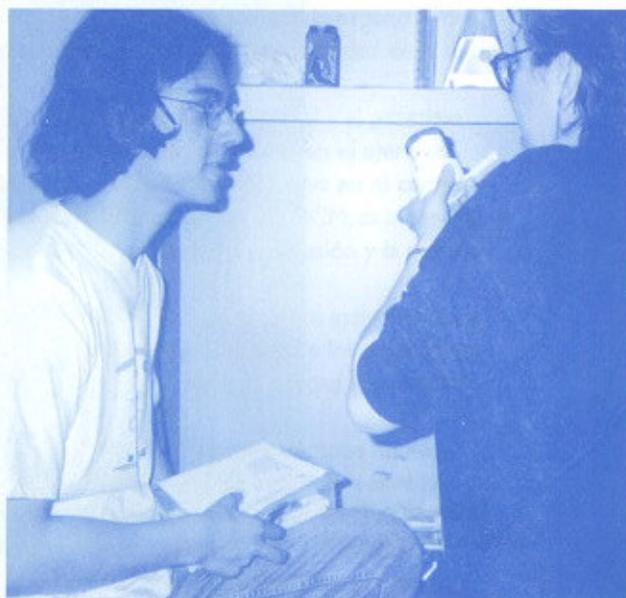
C) Diseñar y confeccionar paneles explicativos que contienen los valores de referencia para cada una de las dimensiones e índices utilizados y los normogramas correspondientes. Para elaborar dicho material gráfico que se expondría en la caseta, fue necesario utilizar tanto paquetes estadísticos como determinados software informático.

D) Interpretar los mencionados índices biométricos y, a su vez, saber explicar las gráficas y tablas de referencia.

Desarrollo de la actividad en la III Feria de la Ciencia

Organizamos el espacio asignado en cuatro áreas de trabajo: recepción de visitantes, toma de medidas, cálculo de índices y explicación de los resultados sobre los paneles informativos. Al mismo tiempo, el conjunto de alumnos se subdividió en cuatro subgrupos para atender cada una de dichas áreas. A cada visitante se le proporcionaba una ficha que se iba cumplimentando con los valores de los parámetros corporales que iban siendo medidos in situ por los alumnos.

Seguidamente a cada persona se le calculaban sus índices biométricos y su composición corporal y, con su ficha ya cumplimentada, pasaban a buscar los resultados en los paneles expuestos. Esta última actividad consistía en la comparación de los datos personales con los diferentes patrones poblacionales distribuidos por edad y sexo, siempre guiados por los escolares implicados que ayudaban a los visitantes en la interpretación de sus propios datos.



Medición de la capacidad pulmonar con un espirómetro

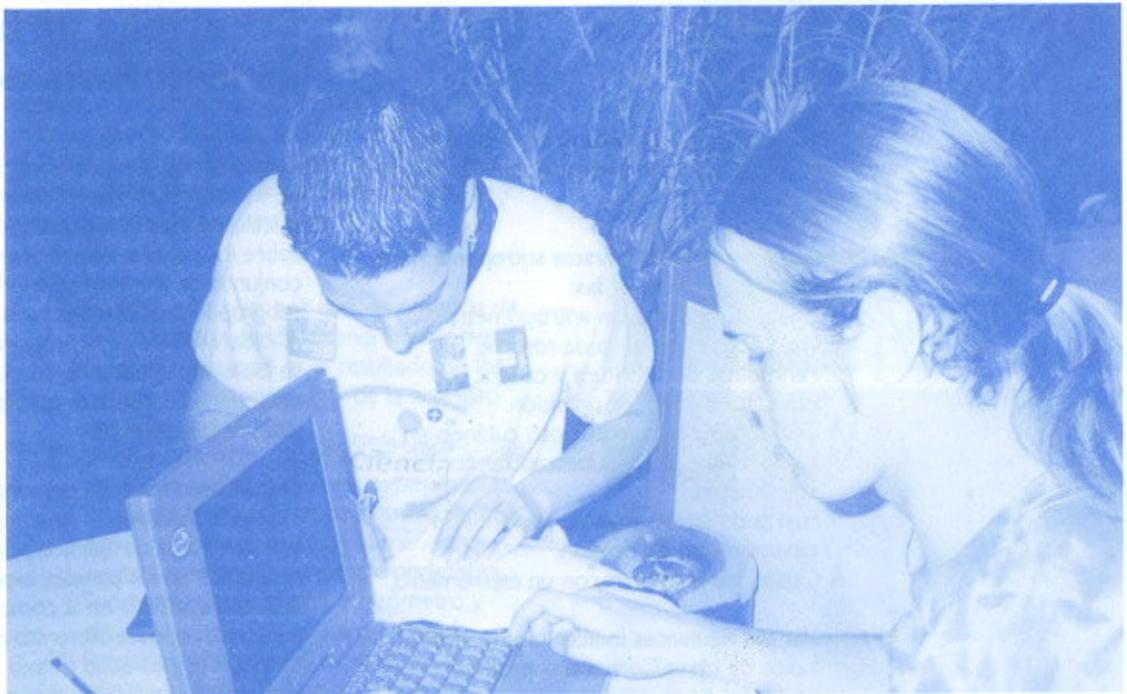
Balance final

La actividad desarrollada tuvo un enorme éxito de público. Fue uno de los stands más visitado de la Feria ya que por él pasaron 2200 personas de todas las edades a las que se les midió y diagnosticó la condición física y nutricional. Con toda esta información se fue generando, en un ordenador instalado en la caseta, una base de datos que, tras un estudio estadístico, servirá para obtener una serie

de conclusiones, que se presentarán en el próximo Encuentro de Jóvenes Investigadores (Salamanca, Diciembre del 2002).

En todas las fases del proceso, el alumnado demostró gran satisfacción al sentirse capaz de planificar, preparar, realizar y extraer conclusiones, en definitiva, realizar un pequeño proyecto de investigación siguiendo la metodología científica. ■

Los alumnos introducen en el ordenador las medidas individuales de los visitantes y calculan sus índices biométricos y su composición corporal.



Explicación de los gráficos a los visitantes.



NOTICIAS DEL MUSEO



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



CSIC
Museo Nacional
de Ciencias Naturales

PROXIMAS EXPOSICIONES

Fronrosa Naturaleza: El Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas. 5 de junio - finales de agosto 2002
Cubiertas Animales. Junio-Diciembre 2002

PROGRAMA PARA GRUPOS

De martes a viernes, si vienes al Museo en grupo podrás:

- Visitar nuestras exposiciones.
- Realizar una visita guiada con el apoyo de nuestro equipo de monitores.
- Participar en los Talleres del Museo adaptados a los distintos niveles escolares, educación de adultos y educación especial.
- Descubrir "La Noche del Museo": una aventura científica durante el curso escolar para la noche de los viernes.

Para organizar mejor tu visita:

- Solicita nuestra Guía de Programas escolares que contiene toda la oferta educativa del Museo y se edita coincidiendo con el inicio del curso escolar.

- Participa en el curso sobre la "La Preparación de la Visita Escolar", que hacemos en colaboración con el COBCM, para conocer previamente las exposiciones y los talleres.
- Puedes disponer de forma gratuita de las Guías Pedagógicas que contienen información detallada sobre las exposiciones y actividades didácticas para realizar con los alumnos en el Museo.
- Reserva tu visita lo antes posible.

Los Seminarios Científicos del Museo.

Se puede asistir de forma presencial o se pueden seguir en directo a través de la dirección:
www.cti.csic.es/multimedia/seminarios

MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

Horario: De martes a viernes: de 10.00 h. a 18.00

Sábados: de 10.00 h. a 20.00 h.

Dirección: C/ José Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 Madrid

Teléfono de Información y Concertación de visitas:

91 564 61 69 y 91 411 13 28 ext. 1165.

www.museociencias.com

Convenio de colaboración entre el Museo Nacional de Ciencias Naturales y el Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

Desde el año 1993, el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y la Delegación de Madrid del Colegio Oficial de Biólogos, actualmente segregado como Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM), tienen suscrito un convenio de colaboración para la realización conjunta de actividades que redunden en beneficio de ambas instituciones, de los colegiados, del colectivo de biólogos en general y de todas aquellas personas interesadas en el conocimiento y los avances de la biología. Dentro del colectivo de biólogos, los profesores de enseñanzas medias son un sector al que se dedica especial atención en lo tocante a su formación continua y por esta razón la organización de cursos, reconocidos por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, es la principal actividad en la que venimos colaborando en estos años.

El beneficio para ambas entidades es evidente ya que, en esta simbiosis, el MNCN aporta el potencial y el prestigio científico que tiene, sus exposiciones y programas públicos y la colaboración de investigadores que, en el ejercicio de su propia actividad profesional, pueden proporcionar unos contenidos actualizados, una ciencia viva en el campo de las ciencias naturales y de la biología en particular. Desde el punto de vista de la aportación del COBCM, es innegable el papel importante que juega en la propuesta de temas a desarrollar en los cursos así como en la difusión y la gestión administrativa de los mismos.

El clima de entendimiento que mantenemos entre las dos instituciones nos ha permitido trabajar siempre estrechamente en el programa anual de cursos y seguir la evolución de la demanda de los asistentes, especialmente de los profesores, que aunque habitualmente no es un público especialista, si es exigente y sensible para percibir la calidad y la utilidad de las enseñanzas que recibe.

En ese reto, no siempre fácil, de responder a las expectativas de nuestra audiencia, en los últimos tiempos hemos detectado que, sin renunciar al imprescindible marco teórico, hay una necesidad de actividades prácticas sobre el terreno y en contacto con la realidad del entorno. Con esta referencia, y desde hace aproximadamente dos años, hemos empezado a plantearnos algunos cursos en los que se intenta conjugar varios objetivos: complementar la temática expositiva del Museo, aproximarnos al currículo escolar, plantear un marco teórico sólido pero no muy extenso y completarlo con una salida de campo adecuada al tema tratado.

M^a Dolores Ramírez Mittelbrunn. Vicedirección de Exposiciones y Programas Públicos.
Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) Madrid. doloresr@mncn.csic.es

Resultados de la actividad: "Los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana".

Atendiendo a la necesidad de actividades prácticas de los profesores de enseñanzas medias, el MNCN y el COBCM han organizado conjuntamente el curso *Los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana*, que ha tenido lugar los días 24, 27 y 28 de abril de 2002.

El programa del curso

Como aparecía en el tríptico del curso, "decir Doñana es lo mismo que decir uno de los últimos paraísos biológicos de Europa" y esa misma condición paradigmática nos planteó una contradicción, era posible que casi todo el mundo hubiera estado allí o que por el contrario esta condición unida a su naturaleza cambiante fuera un aliciente para volver. La segunda opción fue la que resultó cierta ya que la mayoría de los asistentes, aunque habían estado antes allí, querían volver y además hacerlo de forma un poco diferente al turista al uso. La demanda de asistencia fue tal que nos estamos planteando hacer una segunda edición con las personas que se quedaron sin poder asistir y aún así no podríamos dar cabida a todo el mundo.

Como se ha comentado anteriormente, queríamos ofrecer un marco teórico sobre el tema que fuera sólido, diverso en temas, ameno y riguroso al mismo tiempo y para ello se necesitaba contar con una persona de experiencia, con una visión global, gran conocedor y en definitiva apasionado de Doñana, "un peso pesado" si se me permite la expresión.

Miguel Delibes, Profesor de Investigación de la Estación Biológica de Doñana y que ha dedicado toda su vida profesional a su estudio y preservación, con especial atención al lince ibérico, era a mi entender la persona adecuada para tratar los siguientes aspectos que se desarrollaron: desde la diversidad de ecosistemas del Parque, su importancia estratégica en los movimientos migratorios de aves entre África y Europa, la biodiversidad y las medidas de conservación, los orígenes históricos y su constitución en Parque Nacional, hasta las complejas competencias administrativas de este espacio natural gestionado por el Estado, por la Comunidad Autónoma de Andalucía y por el Consejo Superior

de Investigaciones Científicas (CSIC). También nos pareció interesante incluir a **Begoña Jiménez**, investigadora del CSIC, y que ha trabajado intensamente en ecotoxicología en Doñana a raíz del que hemos llamado de forma coloquial el desastre de Aznalcóllar; es decir las consecuencias sobre los ecosistemas de los vertidos tóxicos de la empresa Bolidén en el cauce del río Guadiamar. Es interesante reseñar que este estudio, a parte de dar a conocer la magnitud del impacto ambiental producido, ha supuesto un avance en el conocimiento sobre ecotoxicología y en cuestiones metodológicas para abordar dicho estudio.

La visita a la Reserva Biológica de Doñana -6.794 hectáreas de Parque cuya propiedad y gestión corresponden al CSIC- **completó el programa teórico** con una charla de su director sobre las líneas de investigación y sobre la gestión y manejo de especies que se llevan a cabo allí y con una visita a las instalaciones de El Palacio y del laboratorio de campo El Bolín. Entre los temas tratados cabe destacar por ejemplo los estudios sobre la incidencia de la regresión de la población de conejos -causada por la mixomatosis y la neumonía hemorrágica vírica- en la conservación del águila imperial y del lince ibérico al constituir su principal fuente alimentación. Se están estudiando una serie de medidas para aumentar la posibilidad de refugios o la creación de madrigueras artificiales y suplemento alimentario para recuperar las disminuidas poblaciones de estos lagomorfos, siendo un objetivo prioritario en las actividades de conservación del Parque. La dependencia, en cuanto al alimento, de la importante colonia de flamenco rosa de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga) de los humedales de Doñana y el estudio que están realizando actualmente -hay un tesis doctoral al respecto- sobre el efecto de una

especie invasora, la hormiga argentina *Linepithema humile* sobre la población de una hormiga endémica de Doñana, *Cataglyphis floricola*, fueron otros de los temas tratados.

programa finalizó en el observatorio de aves de la Estación Biológica, que está construido sobre la marisma, en el que se pudieron ver calamones, fochas y dos enormes colonias de flamencos en la lejanía.

Las salidas de campo que se realizaron, de acuerdo con el programa previsto, fueron las siguientes:

- **Recorrido por la zona dependiente** administrativamente del Ministerio de Medio Ambiente, Parque Nacional de Doñana, partiendo en minibuses-todoterreno del Centro de Interpretación "El Acebuche" y visitando los ecosistemas de playa, dunas, marisma, bosque y matorral. Se realizaron tres paradas: en las formaciones dunares para ver los típicos "corrales" que rodean los pinos -y que acaban ahogándolos- y el espectacular paisaje, en un observatorio cercano a la marisma y en la zona de bosque y matorral. Se avistaron correlimos, gaviotas, flamencos, diversos anseriformes, garzas, perdiz roja, conejo, liebre, jabalí con sus rayones o crías, ciervos, la vaca mostrenca propia de Doñana y las yeguas marismeñas. El grupo estaba dividido en dos vehículos y probablemente los ocupantes del otro vieron algunas especies diferentes. El ansiado, esquivo y escaso lince ibérico -quedan unos 30 ó 40 ejemplares- no se dejó ver para decepción de algunos de los asistentes.

- **Recorrido por la zona dependiente** administrativamente de la Junta de Andalucía, Parque Natural de Doñana, partiendo también en minibuses-todoterreno de la aldea de El Rocío para ver la zona norte del Parque.

Se centró sobre todo en el ecosistema de marismas, con una visita al Centro de interpretación José Antonio Valverde, lugar privilegiado para la observación de aves. En el programa inicial estaba previsto realizar una visita al nuevo Parque Dunar y al Museo del Mundo Marino pero, aunque están terminados, no tienen todavía organizadas vistas durante los fines de semana. ▶

Los asistentes al curso, en la entrada principal de El Palacio de la Estación Biológica de Doñana.

En cuanto a otros temas de gestión se habló de las estaciones manuales y automáticas de meteorología e hidrología, de los censos aéreos de aves, de los anillamientos de aves, etc. También se comentó la enorme importancia que tiene la implicación de los habitantes de la zona en la conservación del Parque, en el sentido de hacer compatible su preservación con el desarrollo ganadero, agrícola y pesquero, base económica de su modo de vida. Esta parte del

La marisma en la zona de Parque Nacional.

En lugar de esto se propuso una visita al Centro de Interpretación de La Rocina que ofrece el audiovisual "Bosques de la Rocina", una choza-exposición sobre la vivienda típica de los antiguos habitantes de la marisma, la posibilidad de hacer el sendero peatonal "Charco de la Boca" y la visita al Palacio del Acebrón -edificio sorprendente de estilo neoclásico ecléctico- que alberga una exposición interesante y bien realizada sobre "El Hombre y Doñana".

La opinión de los asistentes

De las 25 personas matriculadas todas cumplimentaron la encuesta de evaluación que pasamos siempre el último día y que nos han proporcionado la información necesaria para saber su opinión sobre los distintos aspectos del curso. En el cuadro incluido a continuación se resume el perfil de los asistentes:

| Nivel de Estudios | Nivel Enseñanza impartida | Centro de Trabajo | Localidad de Residencia | Edad | Sexo |
|--------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| 44% Licenciados Biología | 24% Enseñantes | 24% Público | 92% Madrid | 16% 21/30 años | 56% Mujeres |
| 36% Otras licenciaturas | 76% Otra profesión | 24% Privado | 8% Otras | 40% 31/40 años | 44% Varones |
| 20% Otros estudios | | 52% NS/NC | | 24% 41/50 años | |
| | | | | 4% 51/65 años | |
| | | | | 16% NS/NC | |

NS/NC: no sabe no contesta.

Se pedía la calificar los siguientes aspectos del curso del curso en una escala del 1 al 10, (siendo 10 la nota máxima y 1 la mínima) y las calificaciones medias obtenidas han sido las siguientes:

| Contenidos | Profesorado | Metodología | Organización | Documentación | Duración |
|------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------|
| 7,8 | 7,5 | 7,2 | 8 | 7,5 | 7,2 |

Las respuestas al cuestionario nos han indicado que lo más gustado del curso, de forma mayoritaria, fue la salida de campo en general y alguno de sus diferentes aspectos en particular (72%); el poder tener contacto directo con los ecosistemas, su carácter práctico, la observación de aves y una mención expresa de la visita realizada a la zona correspondiente al Parque Natural y al ecosistema de marismas. También se menciona la intervención del profesor Miguel Delibes como uno de los aspectos más valorados del curso y el trabajo de coordinación.

Entre las ideas que se aportan para mejorar otra posible edición del curso, éstas tienen que ver sobre todo con la ampliación del tiempo disponible y del programa de actividades a realizar (ruta en barco, ir a centro de recuperación de especies, visitar instalaciones de acuicultura, mostrar más las actividades científicas del Parque y el seguimiento de las especies). En cuanto a sugerencias de tipo general destaca la organización de más salidas de campo como esta y en el caso de Doñana se propone volver hacerlo en otra época del año para tener otra perspectiva diferente.

En relación con la pregunta sobre posibles temas de interés para próximos cursos, las respuestas son muy variadas y se sugieren 49 temas diferentes de los cuales los más solicitados son: diversos temas de zoología (22,4%) como fauna urbana, ornitología, entomología, herpetología ibérica y marsupiales; ecología y estudios de ecosistemas (22,4%); paleontología (18,3%); botánica (10,2%) y Parques Nacionales (8,1%). El 18,6% restante indicó temas muy dispares como por ejemplo como astrofísica, Altamira o dibujo de naturaleza.

En lo que respecta a la difusión, del total de los encuestados, el 52 % tuvieron noticia de la celebración de este curso a través del COBCM, un 36% a través del MNCN y el 12% restante por otros medios.

Conclusiones

Si tenemos en cuenta el variado perfil de los asistentes al curso y posiblemente las distintas expectativas de cada uno -aún teniendo en cuenta el 44% de licenciados en biología pero de los cuales no conocemos su actividad profesional excepto el 24% de enseñantes- es razonable pensar que, a partir de las respuestas dadas, se ha respondido de manera bastante equilibrada a los objetivos que nos habíamos planteado. Teniendo en cuenta también la mitificación de determinados espacios naturales, de lo que se espera encontrar en ellos, incluso de la propia labor científica, pienso que podemos concluir que ha sido una actividad satisfactoria para los asistentes a la misma y que sus sugerencias y aportaciones nos ayudarán en una próxima oportunidad, por otro lado, posible y esperada por los que no tuvieron ocasión de participar y esperan poder hacerlo.

Parece evidente que en los próximos cursos a organizar, los temas relacionados con estudios de ecosistemas, fauna, flora y las visitas a espacios naturales tendrán en principio el éxito asegurado.

El COBCM participa en la firma del Plan de Calidad Integral de los Servicios Sanitarios de la Comunidad de Madrid.



De izquierda a derecha: D.Alberto Ruiz-Gallardón, Presidente de la Comunidad de Madrid, D.Carlos Prats, Presidente de la Confederación Estatal de Pacientes, D.Manuel Meneses, Presidente del Colegio Oficial de Podólogos, D.Fernando Chacón, Presidente del Colegio Oficial de Psicólogos, D.Cristóbal Nebot, Presidente del Colegio Oficial de Químicos, D.Aurelio Santisteban, Decano del Colegio Oficial de Biólogos.

Con el acuerdo alcanzado entre el Presidente de la Comunidad de Madrid y el Sector Sanitario se ha dado un paso histórico en el Sistema Público de Salud.

El día 27 de Junio del presente año se firmó el Plan de Calidad Integral de los Servicios Sanitarios de la Comunidad de Madrid. El Plan supone una inversión de 1.807.414.915 euros (300.000 millones de pesetas) hasta el año 2007, final de su vigencia.

La participación del Colegio Oficial de Biólogos en la elaboración de dicho Plan significa la consolidación como miembro de pleno derecho en los foros consultivos de las administraciones públicas de salud.

Desde el mes de Enero de 2002 el COBCM ha estado participando en los grupos de trabajo de elaboración del Plan, que finalmente ha permitido configurar un amplio conjunto de actuaciones para promover la calidad de los servicios sanitarios.

Han sido muchas las propuestas realizadas por el COBCM incorporadas al Plan, como por ejemplo:

- Propiciar la creación de mecanismos interdisciplinares, que pongan en comunicación ideas y experiencias de los distintos profesionales implicados en la sanidad.
- Colaboración de la Consejería de Sanidad con las distintas organizaciones del sector (Sindicatos, Colegios Profesionales etc...) en:
 - La Formación profesional Sanitaria mediante la firma de convenios y la realización de acciones formativas.
 - La adopción de las medidas necesarias para evitar el intrusismo profesional y garantizar el cumplimiento de los requisitos exigidos en la actividad sanitaria que desempeñan.

Para el seguimiento y elaboración del Plan se constituye una Comisión en la que están representadas todas las partes firmantes entre ellos el COBCM.

JORNADAS EN LA UNIVERSIDAD

Una vez más las jornadas que la Comisión Sectorial de Universidad del COBCM, ha organizado en la Facultad de Biología de la UCM, durante el segundo trimestre de 2002, han tenido gran aceptación. En la jornada denominada "Nuevos horizontes para el trabajo de los biólogos", se destacó la gran preparación intelectual y práctica de los doctores en Biología, frente al poco apoyo institucional del que dispone la actividad científica en España. No obstante las empresas de Biotecnología españolas cada día están adquiriendo mayor importancia a nivel internacional. Los campos de trabajo para los biólogos son cada vez más variados, pero tenemos que luchar más que otros profesionales para que se reconozcan nuestras capacidades.

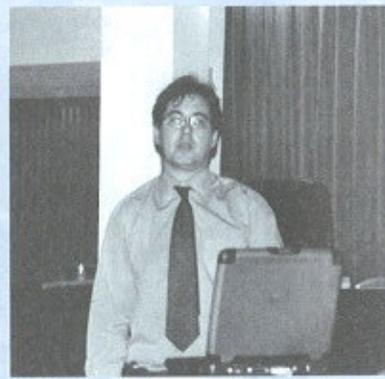
Por ello se estimuló a los participantes con espíritu emprendedor a desarrollar sus propias ideas mediante la creación de empresas de biotecnología.



D. Jorge Barrero
Puleva-Biotech



D. Rafael Lahoz
Facultad de Biología de la UCM



D. Antonio Rueda
ASEBIO

En la jornada "Bioinformática, Cerebro, Genoma y Ecosistemas", se trataron tres temas muy diferentes y punteros en los que la Bioinformática es la herramienta fundamental.

En ambas jornadas los foros de debate estuvieron muy animados, quedando demostrada la excelente preparación no sólo de los ponentes, sino también de los asistentes, por el elevado nivel de las preguntas formuladas.



De Izq. a dcha.

Dr. D. José del R. Millán. Joint Research Centre of the European Commission.

Dr. D. Fernando Martín Sánchez. Instituto de Salud Carlos III.

Dr. D. Francisco López Gómez. Departamento de Ecología. Facultad de Biología UCM.

Acto de presentación de la revista "Biólogos".

El viernes 26 de abril, en el Hotel NH Zurbano, tuvo lugar la presentación del nº 1 de nuestra nueva revista, que tendrá una periodicidad trimestral.

Al acto asistieron los miembros de la Junta de Gobierno, colegiados y algunos colaboradores de la revista. El equipo de redacción solicitó la participación de los colegiados en los próximos números de la revista, mediante artículos, fotografías, noticias y cartas al director, que puedan ser de interés para los profesionales de la Biología en general, y en especial para los de la Comunidad de Madrid.

Nos alegramos de haber recibido ya la respuesta de varios colegiados para este segundo número.

Esperamos que los dos primeros números hayan sido de vuestro agrado.

A continuación de la presentación se sirvió un café, durante el cual hubo un intercambio de ideas y de noticias de interés profesional entre los asistentes.

Junta General Ordinaria del COBCM

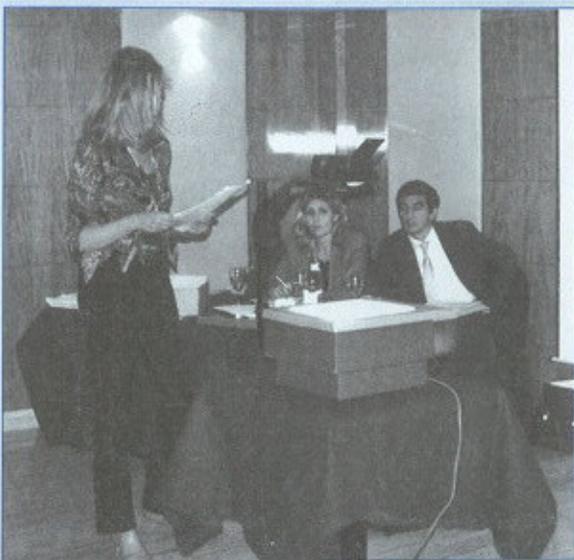
El pasado viernes 26 de abril tuvo lugar en el Hotel Zurbano la Junta General Ordinaria del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid, que dio comienzo a las 18:30 horas, en segunda convocatoria.

Siguiendo el orden del día establecido, se procedió a la lectura del acta de la Junta General Ordinaria del año 2001, a la exposición del balance económico del ejercicio anterior y a la presentación del presupuesto del ejercicio 2002.

Posteriormente se presentó la memoria de la gestión de la Junta de Gobierno en el pasado año y se hizo un avance de las gestiones realizadas en el presente año.

Los resultados obtenidos en las votaciones referentes a los distintos puntos del orden del día fueron los siguientes:

- Aprobación del Acta de la Junta General del año 2001: 18 votos emitidos, 2 abstenciones, 16 votos a favor.
- Aprobación del Balance Económico del año 2001: 18 votos emitidos, 2 abstenciones, 16 votos a favor.
- Aprobación del Presupuesto para el año 2002: 18 votos emitidos, 2 abstenciones, 16 votos a favor.
- Aprobación de la Gestión de la Junta de Gobierno en el año 2001: 12 votos emitidos, 11 votos a favor, 1 voto en contra.



Madrid, del 25 al 29 de noviembre de 2002.

Organizado por:

Colegio de Físicos, Unión Profesional, APROMA e Instituto de la Ingeniería de España.

Información: Secretaría Técnica del Congreso. P.A.P. Congresos.

C/Gil de Ontañón 21. 28027 Madrid.

Tel.: 91 3675365. Fax: 91 3774669.

E-mail: info@papcongresos.es. www.222.conama.es.

El COBCM y Phidea organizan una interesante jornada enmarcada dentro de la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid

El próximo 12 de Noviembre de 2002, dentro de las actividades enmarcadas en la Semana de la Ciencia que tendrán lugar en Madrid, el COBCM y PHIDEA, una empresa dedicada al servicio de la investigación, organizan una jornada cuyo título será **"EL DESARROLLO DE UN NUEVO FÁRMACO: DESDE EL LABORATORIO HASTA SU USO EN PACIENTES"**.

Las ponencias tratarán sobre las fases, el tiempo, los requisitos, la legislación, y otros temas de interés relacionados con el desarrollo de un fármaco, prueba diagnóstica, o producto biotecnológico, con posible aplicación clínica o terapéutica.

Además se suministrará información sobre las opciones de financiación y estrategias para conseguirla. Estas ponencias van dirigidas tanto al colectivo de profesionales relacionado con la investigación, como a las personas interesadas en el conocimiento más profundo de estos temas.

La duración de la jornada ocupará la tarde del 12 de Noviembre y los distintos ponentes invitados expondrán los siguientes temas:

- Modalidad de la Propiedad Industrial: Patentes y Marcas.
- Desarrollo clínico de un producto.
- Fuentes de financiación: Organismos públicos y privados.
- La Industria Farmacéutica.

Al final de las conferencias tendrá lugar una mesa redonda donde los ponentes y asistentes podrán discutir o ampliar los temas tratados.

Esta jornada está organizada por la Comisión Sectorial de Universidades del COBCM y la Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) de PHIDEA.

Para más información:

- Contactar con el Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (Comisión Sectorial de Universidades)
Tel.: 91 447 63 75
- PHIDEA, S.L. Tel.: 91 745 25 20 ó e-mail: municio.mar@phidea.es o andres.vinas@phidea.es

PHIDEA

Tel. - Fax: 987 291 166
recsp@unileon.es



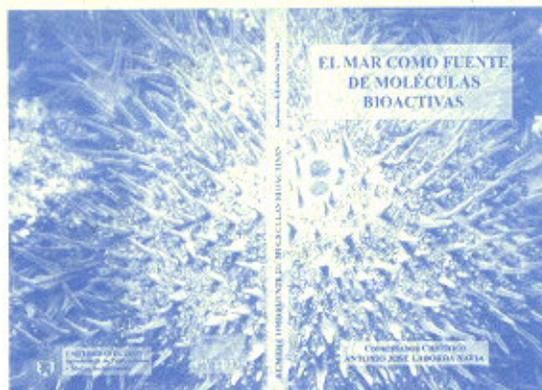
UNIVERSIDAD DE LEÓN

Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales

Novedades editoriales

P.V.P: 7,20 €

P.V.P: 7,20 €



Con ilustraciones a color; P.V.P: 20 €



A todo color; P.V.P: 36 €

- Laborda Navia, A. *El mar como fuente de moléculas bioactivas.*
- Álvarez Nogal, R. *Atlas de histología y organografía de las plantas.*
- Valladares Díez, I.F., Mier Durante, M.P., Mazé González, R.A., Nieto Nafra, J.M. *Cuaderno de Clases prácticas de Zoología. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad de León.*
- Mazé González, R.A., Nieto Nafra, J.M., Mier Durante, M.P., Valladares Díez, I.F. *Cuaderno de Clases prácticas de Zoología. Licenciatura en Biología. Universidad de León.*

NORMATIVA

A continuación se reseñan las normas más significativas publicadas en materia de Medio Ambiente por la Unión Europea, el Estado Español y la Comunidad de Madrid, en los últimos meses.

UNIÓN EUROPEA

- Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de mayo de 2002, sobre sustancias indeseables en la alimentación animal (DOCE L 140, de 30.5.2002).
- Directiva 2002/29/CE de la Comisión de 19 de marzo de 2002 que modifica la Directiva 2001/32/CE en relación con determinadas zonas protegidas de la Comunidad expuestas a riesgos fitosanitarios específicos (DOCE L 77, de 20.5.2002).
- Reglamento (CE) N.º 804/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de abril de 2002 por el que se modifica el Reglamento (CEE) n.º 3528/86 del Consejo relativo a la protección de los bosques en la Comunidad contra la contaminación atmosférica (DOCE L 132, de 17.5.2002).
- Reglamento (CE) N.º 805/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de abril de 2002 por el que se modifica el Reglamento (CEE) n.º 2158/92 del Consejo relativo a la protección de los bosques comunitarios contra los incendios (DOCE L 132, de 17.5.2002).
- Directiva 2002/27/CE de la Comisión de 13 de marzo de 2002 que modifica la Directiva 98/53/CE, por la que se fijan métodos de toma de muestras y de análisis para el control oficial del contenido máximo de algunos contaminantes en los productos alimenticios (DOCE L 75, de 16.5.2002).
- Decisión 2002/358/CE del Consejo de 25 de abril de 2002 relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo (DOCE L 130, de 15.5.2002).

ESTADO ESPAÑOL

- Real Decreto 480/2002, de 31 de mayo, por el que se modifica la disposición transitoria segunda del Real Decreto 2611/1996, de 20 de diciembre, por el que se regulan los programas nacionales de erradicación de enfermedades de los animales (BOE n.º 131, de 1.6.2002).
- Real Decreto 384/2002, de 26 de abril, por el que se aprueba el Plan Rector de uso y gestión del Parque Nacional de los Picos de Europa (BOE n.º 119, de 18.5.2002).
- Ley 10/2002, de 29 de abril, por la que se modifica la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, para la incorporación al Derecho español de la Directiva 98/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio, relativa a la protección jurídica de las invenciones biotecnológicas (BOE n.º 103, de 30.4.2002).
- Real Decreto 354/2002, de 12 de abril, por el que se establecen los principios relativos a la organización de los controles oficiales en el ámbito de la alimentación animal (BOE n.º 89, de 13.4.2002).
- Instrumento de aceptación de España de la Enmienda al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono de 16 de septiembre de 1987 (publicado en el «Boletín Oficial del Estado» de 17 de marzo de 1989), aprobada por la undécima reunión de las Partes en Pekín el 3 de diciembre de 1999 (BOE n.º 70, de 22.3.2002).

COMUNIDAD DE MADRID

- Ley 1/2002, de 27 de marzo, por la que se crea el Cuerpo de Agentes Forestales de la Comunidad de Madrid (BOCM, n.º 79, de 4.4.2002).
- Decreto 43/2002, de 7 de marzo, por el que se modifica el Decreto 12/1999, de 28 de enero, por el que se crea y se regula el Patronato de la Red de Vías Pecuarias (BOCM n.º 71, de 25.3.2002).

Información suministrada por:



Collado Mediano, 9 - 28290 Las Rozas (Madrid)
Tel.: 902 42 00 10 - Fax: 902 42 00 12
e-mail: cliente@laley.net

FORMACIÓN SANITARIA ESPECIALIZADA PARA

BIÓLOGOS BIR 2002

¡¡Excelentes Resultados!!

EN LA ÚLTIMA CONVOCATORIA 2001
12 plazas de las 31 ofertadas, obtenidas
por alumnos de CASH FLOW y además el

Nº1 en las convocatorias 2001
1999, 1996 y 1995.

CLASES PRESENCIALES

- **COMIENZO:**
 - 1º Curso: 8 de mayo de 2002
 - 2º Curso: 9 de septiembre de 2002.
- **DURACIÓN:** Según fecha del examen.

A los alumnos asistentes a las clases se les entrega **GRATUITAMENTE** el siguiente material:

- 6 volúmenes de TEORÍA y TEST
- 10 EXÁMENES (oficiales-simulacros)

PUBLICACIONES

PARA PREPARAR EL B.I.R.

¡¡ POR TU CUENTA !!

- 6 volúmenes de TEORÍA y TEST
- 5 volúmenes de TEST y EXÁMENES
(Elaborados por Residentes)

ENVIOS A PROVINCIAS

CASH FLOW

C/ Montesa, 20 - 28006 MADRID
Tel.: 91 309 36 46 - Fax: 91 309 05 73

BOLETÍN DE INFORMACIÓN

Deseo recibir información gratuita y sin compromiso sobre:

- BIR OPOSICIONES
 ENVIO DEL ÚLTIMO EXAMEN BIR (23-2-02)

NOMBRE:

APELLIDOS:

DOMICILIO:

Nº _____ PISO _____ LOCALIDAD:

C.P.: _____ PROVINCIA:

Cartas al Director

Cartas al Director

En esta sección brindamos la oportunidad a los colegiados, de publicar sus cartas manifestando sus opiniones sobre temas de ámbito profesional que puedan ser de interés para los lectores de esta revista. El equipo de redacción se reserva el derecho de proponer a los autores la modificación de su carta cuando esta resulte ofensiva contra personas o instituciones. La longitud de la carta no debe exceder de media página. Las cartas se pueden enviar por correo, por fax o por e-mail, indicando el nombre y el número de colegiado, al Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid. C/ Jordán, 8 - oficina 5ª planta - 28010 Madrid e-mail: cob.madrid@mad.servicom.es

PRÓXIMO NÚMERO

Antes de las vacaciones de Navidad se publicará el nº 3 de la revista Biólogos. En ella encontrareis artículos tales como:

- Análisis de ADN en criminalística: Práctica forense, por Lourdes Prieto y Marta Montesinos.
- Terapia génica somática, por Antonio Fontanellas.
- Colecciones de Historia Natural: Lo que el público desconoce de los Museos de Ciencias Naturales, por Andrés Barbosa.
- Características y valor ecológico de los bosques riparios, por Javier Molina, Andrés García, Cristina Cerezo y Mª Dolores Castro.
- La Paleoantropología: Otra tarea desarrollada por los biólogos, por José Luis Gómez.
- Uso de venenos: Una de las principales causas de extinción de especies amenazadas, por Mar Pérez Calvo y Noelia Padilla Marblanca.

Aquellos colegiados que queráis publicar un artículo en próximos números, deberéis escribirlo en programa Word, teniendo en cuenta que no podrá ocupar más de 6 páginas incluyendo las imágenes. El artículo junto con las imágenes podrá ser enviado por correo electrónico a la dirección: cob.madrid@mad.servicom.es, indicando "Para la revista Biólogos", o bien por correo convencional en soporte digital diskette o CD. Los interesados deberán indicar su nombre, nº de colegiado y dirección electrónica.

El equipo de redacción de la revista se reserva el derecho de seleccionar aquellos artículos que considere de mayor interés para los lectores o de mayor rigor científico, o en el caso de que estos superen el número de páginas establecido, sugerir a los autores que lo resuman.

Teléfono de consulta: 91 447 63 75
Fax: 91 446 88 38

Todo-Ciencia.com y Acienciacierta.info

La Tecnología y la Red al servicio de la Ciencia.

Con este objetivo nacen los proyectos propios de la empresa CIENCIA, DIFUSIÓN Y SERVICIOS S.L, fundada por un biólogo especialista en nuevas tecnologías: **Todo-Ciencia.Com** (<http://www.todo-ciencia.com>), Portal de Divulgación, y el Micrositio **Acienciacierta.info** (<http://www.acienciacierta.info>), donde se pueden leer las noticias más importantes de la actualidad científica diaria. Actualmente reciben más de 130 mil visitas al mes, y no dejan de crecer.

Todo-Ciencia.Com se centra en las ciencias puras o experimentales: biología, geología, física, química y biomedicina. Semanalmente se presentan contenidos nuevos de alguna de las materias. La información científica está acompañada de una sección de libros, de opinión (El Monóculo), y una serie de servicios como el boletín de correo-e de novedades, y foros para expresar libremente lo que cada uno piensa de los distintos acontecimientos científicos.

Ofrecemos otros complementos como correo electrónico gratuito y una zona de juegos de mesa.

Las últimas novedades son dos tiendas on-line:

- una de alimentación con los mejores productos artesanales,
- y la **tienda de instrumentos científicos** donde podeis encontrar lupas, microscopios, altímetros, termómetros, juegos de energía solar, etc.

Además de los productos del escaparate de la tienda os podemos servir cualquier aparato que el cliente pida aunque no aparezca en la tienda.

¡Si buscas algo concreto, no dudes en preguntarnos!

Por el simple hecho de leer estas líneas tienes un **5% de descuento** en la **Tienda Científica**. Introduce la palabra "cobcm5" (sin las comillas) en la casilla de código promoción cuando hagas tu compra y el descuento se calculará automáticamente.

Poco a poco iremos añadiendo nuevas secciones y servicios.

Recomendamos la suscripción a nuestro boletín de novedades para estar al día de todo lo que sucede en **Todo-Ciencia.Com**.

Por otro lado, nuestra experiencia en internet y en el campo de la divulgación científica nos ha preparado para acometer cualquier proyecto en la Red, más aún si es de ámbito científico, y sea cual sea su envergadura.

Cualquier persona, biólogo o no, interesada en poner en marcha un proyecto en internet ya tiene con quien hablar. Puede contactar con nosotros en info@cdys.net

The screenshot shows the homepage of Todo-Ciencia.com. At the top, there's a search bar and the site logo. Below that, a navigation menu lists various scientific fields. The main content area is organized into a grid of article teasers, each with a title, a small image, and a link to visit the forum. The teasers include topics like 'Comportamiento Humano y Cerebro', 'Los Grupos Sanguíneos', 'El Meteorito que Acabó con los Dinosaurios', and 'Ácido Acetil Salicílico, la química de la Aspirina'. There are also sections for 'Reportaje', 'Tiendas', and 'Noticias'.

El Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid
convoca el

PREMIO AL MEJOR EXPEDIENTE ACADÉMICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID (4ª edición)

Requisitos de los participantes:

Todos aquellos licenciados en Biología, o bien los títulos oficiales que se homologan a éste, de acuerdo con lo establecido por el Real Decreto 1954/1994, de 30 de Septiembre, sobre homologaciones de títulos o los del catálogo de títulos universitarios oficiales, creado por el Real Decreto 1497/1987 de 27 de Noviembre (capítulo II, artículo 6.a., de los Estatutos del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid), que hayan realizado por lo menos los dos últimos cursos de su licenciatura en alguna universidad de la Comunidad de Madrid, habiendo terminado los mismos en el año 2002.

Documentación:

- Fotocopia del DNI.*
- Fotocopia de la certificación académica de la universidad, de las notas obtenidas en los distintos cursos de la licenciatura*
- Fotocopia de haber solicitado el título de licenciado*.
- Escrito por parte del aspirante, aceptando las normas que rigen este premio.

Premios:

- Primer premio: 600 euros en metálico y cuota de colegiado gratuita durante un año.
- Segundo premio: 300 euros en metálico y cuota de colegiado gratuita durante un año.

Tribunal:

El tribunal está compuesto por la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid (COBCM).

Presentación de Instancias:

En la sede del COBCM,
C/ Jordán, 8 - Oficina - 5ª planta.
28010 Madrid.

Plazo de presentación:

Del 2 de Septiembre al 29 de Noviembre de 2002

Fallo:

El fallo del jurado se hará público en Enero de 2003.

Entrega de premios:

La entrega de premios se realizará en acto público.

Para más información:

COBCM,
C/ Jordán, 8 - Oficina - 5ª planta.
28010 Madrid.
Tel.: 91 447 63 75 - Fax: 91 446 88 38

* Estas fotocopias serán compulsadas con el original en la sede del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid.



Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid