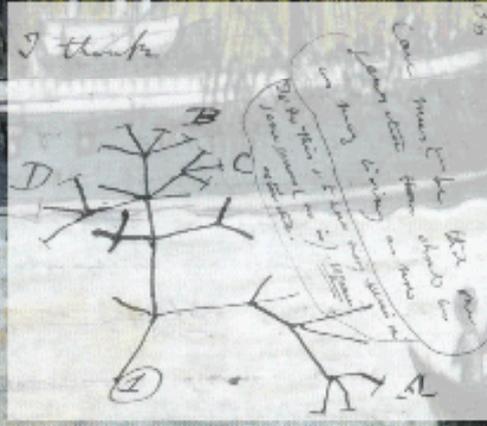
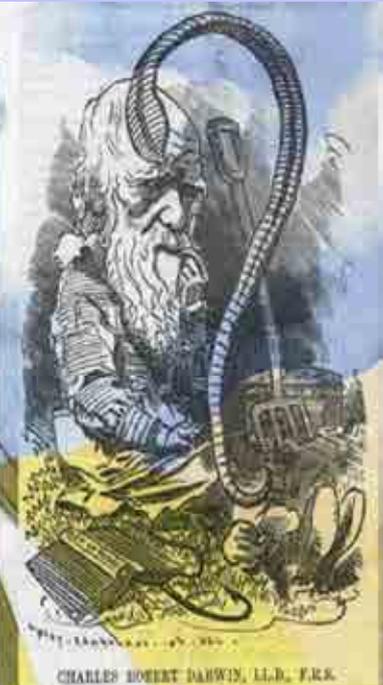
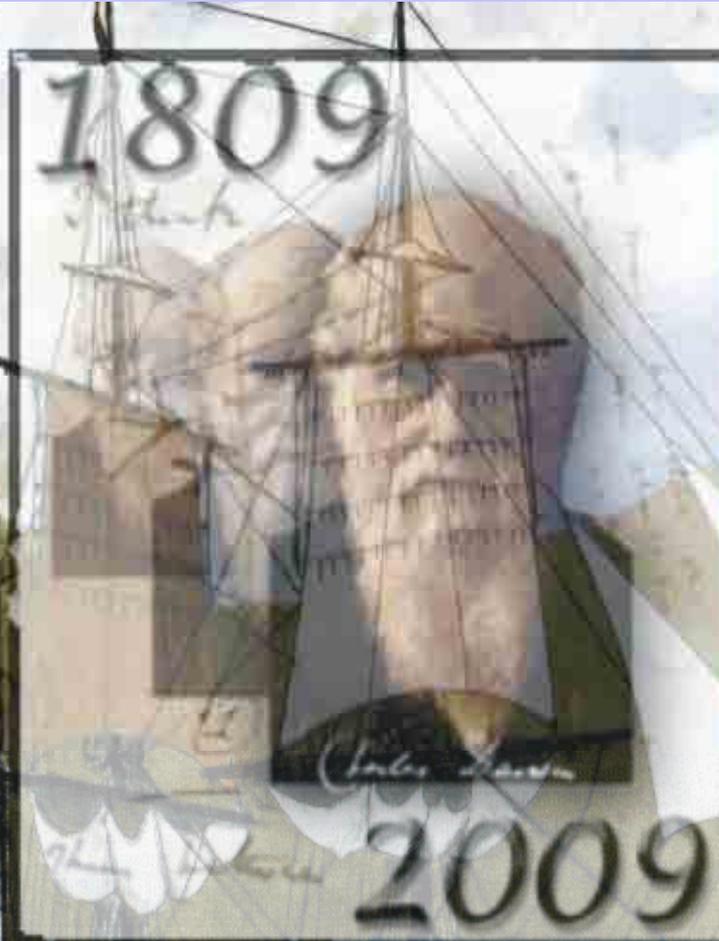


REVBI O

revista da facultade de bioloxía
da universidade de vigo



2009

REBIO

revista da facultade de bioloxía
da universidade de vigo

2009

VOLUMEN 4

HOMENAXE A CHARLES DARWIN



UNIVERSIDADE
DE VIGO
Facultade de Bioloxía

Esta publicación foi financiada con fondos procedentes da Facultade de Bioloxía da Universidade de Vigo.

CONSELLO EDITORIAL

M ^a LUISA CASTRO CERCEDA	Profesora Titular da Área de Botánica. Dpto. de Bioloxía Vexetal e CC. do Solo
FUENCISLA MARIÑO CALLEJO	Profesora Titular da Área de Zooloxía. Dpto. de Bioloxía Animal e Ecoloxía
MANUEL MEGÍAS PACHECO	Profesor Titular da Área de Bioloxía Celular. Dpto. de Bioloxía Funcional e CC. da Saúde
PILAR MOLIST GARCÍA	Profesora Titular da Área de Bioloxía Celular. Dpto. de Bioloxía Funcional e CC. da Saúde
MANUEL ÁNGEL POMBAL DIEGO	Profesor Titular da Área de Bioloxía Celular. Dpto. de Bioloxía Funcional e CC. da Saúde
EMILIO GIL MARTÍN	Profesor Titular da Área de Bioquímica. Dpto. de Bioquímica, Xenética e Inmunoloxía.

COLABORADORES

CRISTINA ARIAS FERNÁNDEZ	Catedrática da Área de Parasitoloxía. Dpto. de Bioloxía Funcional e CC. da Saúde.
MERCEDES GALLARDO MEDINA	Profesora Titular da Área de Fisioloxía Vexetal. Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo.
M ^a JESÚS IGLESIAS BRIONES	Profesora Titular da Área de Zooloxía. Dpto. de Ecoloxía e Bioloxía Animal.
JOSÉ ANTONIO LAMAS CASTRO	Profesor Titular da Área de Fisioloxía Animal. Dpto. de Bioloxía Funcional e CC. da Saúde.
PALOMA MORÁN MARTÍNEZ	Profesora Titular da Área de Xenética. Dpto. de Bioquímica, Xenética e Inmunoloxía.
CASTOR MUÑOZ SOBRINO	Profesor contratado Parga Pondal. Área de Botánica. Dpto. de Bioloxía Vexetal e CC. do Solo.
DAVID POSADA GONZÁLEZ	Profesor Titular da Área de Xenética. Dpto. De Bioquímica, Xenética e Inmunoloxía.

ENMAQUETADO:

ALBA MOYA GARCÉS Licenciada en Bioloxía. Especialidade Biotecnoloxía

EDITA: DECANATO DA FACULDADE DE BIOLOXÍA

PEDRO PABLO GALLEGU VEIGAS	Decano
VICENTA SOLEDAD MARTÍNEZ ZORZANO	Vicedecana
CARMEN SIEIRO VÁZQUEZ	Vicedecana
PALOMA MORÁN MARTÍNEZ	Secretaria

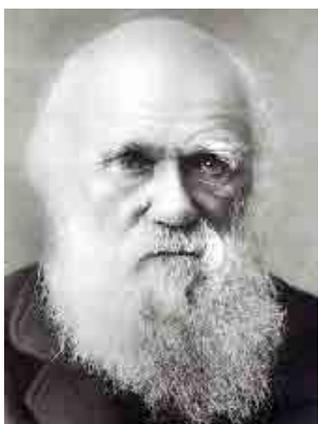
IMPRIME: ARTES GRÁFICAS PRELO, S.L.

ISSN: 1886 - 6557

Dep. Legal: VG 647-2006

DARWIN, GENOMAS Y EL ÁRBOL DE LA VIDA

Este año se cumplen 200 años desde el nacimiento de Charles Darwin y 150 desde la aparición de su obra seminal *El origen de las especies*, en la que sienta las bases de la teoría evolutiva moderna. Se trata por tanto de una efeméride especial para todos los biólogos, ya que Darwin fue el primero en explicar científicamente la diversidad biológica que dimensiona esta maravillosa ciencia. Más aún, los postulados de Darwin expulsaron por necesidad al hombre de la cúspide de



Charles Darwin (1809-1882)

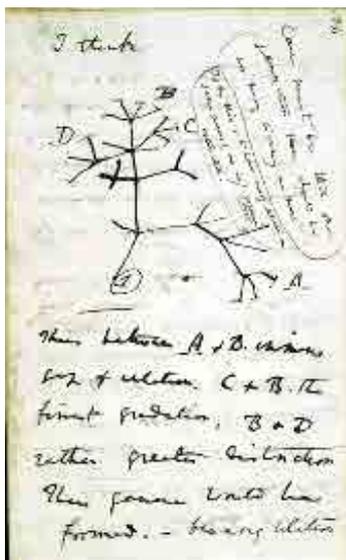
Naturaleza, del mismo modo que hicieron 300 años antes las propuestas de Copérnico sobre la posición central de nuestro planeta en el universo. De esta manera, la llamada revolución Darwiniana trasciende más allá del ámbito estrictamente científico y nos hace reflexionar sobre los cimientos de nuestra propia esencia. Las contribuciones de Darwin a la Biología fueron muchas y variadas, pero hizo dos fundamentales, en relación al origen común de las todas las especies y a la selección natural como mecanismo impulsor del cambio evolutivo. Quizás por ello Darwin sea uno de los personajes más influyentes –sin duda el biólogo más famoso– del siglo XIX. Sobre las contribuciones de Darwin ya se ha escrito mucho y mejor, y aquí me voy a referir únicamente (de manera

egoísta y por deformación profesional, aunque intentaré ser breve) a la vigencia de sus ideas a la luz de los descubrimientos que nos proporcionan el estudio de los genomas. Por supuesto, en los tiempos de Darwin no se sabía nada de genética (los trabajos de Mendel tardaron bastante en descubrirse) y menos aún de genómica, y de hecho sus ideas sobre la herencia eran como mucho poco esclarecedoras.

Sin duda, una de las evidencias innegables del origen común de las especies es la existencia de un código genético universal (*Escherichia coli* y los humanos compartimos el mismo), con pequeñas variantes, y que además no parece estar completamente optimizado. A día de hoy, la secuenciación de genomas ha confirmado hasta la saciedad esta observación, aunque también nos ha permitido identificar nuevas excepciones, especialmente en orgánulos como la mitocondria. Trasciende fácilmente que si todas las especies provienen de un único ancestro es posible representar la historia de la vida mediante un enorme árbol, cuyas puntas representan las distintas especies (extantes o extintas), y los nodos corresponden a eventos de especiación. Las representaciones filogenéticas tuvieron que ayudar mucho a Darwin a pensar sobre el proceso evolutivo (lo que continua siendo cierto para muchos biólogos dos siglos después), y aún se pueden ver en sus propios cuadernos de notas. Además, la única ilustración en el *Origen de las Especies* es un árbol filogenético, que además de entrañar la visión de Darwin sobre los procesos micro y macroevolutivos, sin duda encarna uno de los grandes sueños de su autor. Así, en una carta de Darwin a Thomas Huxley en 1857, éste dice: "...estoy seguro de que llegará el tiempo, aunque yo no viva para verlo, en el que tendremos árboles genealógicos para cada reino de la Naturaleza...".

Durante los últimos 30 años, las tecnologías de secuenciación del ADN han revolucionado

la reconstrucción del árbol del la vida –algo que ya apuntaló el mismo Francis Crick que describió



Aunque a veces se le atribuye a Darwin el haber dibujado el primer árbol filogenético en un cuaderno de trabajo en 1868 (ver figura), realmente el primero en hacerlo fue Jean Baptiste Lamarck, famoso por su propuesta de la herencia de caracteres adquiridos, 60 años antes en su *Philosophie Zoologique*.

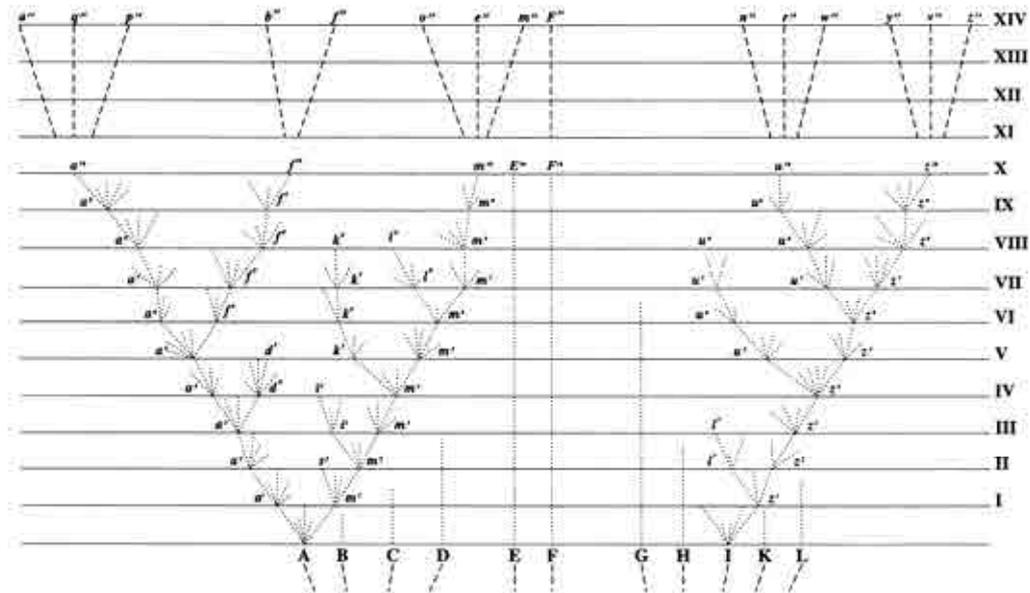
la doble hélice del ADN-. Por ejemplo, las filogenias moleculares han revelado de manera inesperada un nuevo dominio de la vida (Archaea) y confirmado que los chimpancés y no lo gorilas son nuestros parientes más cercanos. Más recientemente, el uso masivo de cortas lecturas del ADN y la secuenciación de genomas completos han abierto las puertas para un nuevo campo muy prometedor, la filogenómica. Ésta no solo pretende resolver grandes incógnitas como la hipótesis de *Edycsozoa* (¿tienen los nemátodos un origen común con los insectos hace unos 500 millones de años pero perdieron su celoma –cavidad corporal– más tarde?), sino que también aspira a ayudarnos a descubrir las funciones de los genes, sin duda algo fundamental para entender los mecanismos adaptativos a nivel molecular.

En EEUU existe un macroproyecto científico para reconstruir los orígenes evolutivos de todos los grupos de especies que habitan nuestro planeta (<http://atol.sdsc.edu/>), además de varias webs divulgativas al respecto. Por ejemplo, el “Tree of Life Web Project” (<http://tolweb.org/tree/>) es un esfuerzo colaborativo entre biólogos y naturalistas para proporcionar infor-

mación sobre el origen y la historia de la diversidad biológica.

Cambiando de tercio, la genómica evolutiva y la biología de sistemas han revelado que los procesos no adaptativos parecen ser más importantes de lo que se sospechaba anteriormente. Aunque sin duda Darwin fue el primero en reclamar el papel del azar en la evolución, su visión era prominentemente adaptativa, de forma que en su propuesta la evolución se producía fundamentalmente de manera gradual mediante la fijación de cambios beneficiosas en las poblaciones (selección Darwiniana o positiva). Sin embargo, ya a finales de los años 60, la teoría neutral de Motoo Kimura sugiere que la propagación de mutaciones genéticas beneficiosas es un evento raro, y que la mayoría de las mutaciones son neutras (no afectan a la eficacia biológica del organismo y por tanto no son objeto de selección, aunque se pueden fijar en las poblaciones por azar) o deletéreas (son rápidamente eliminadas por la selección negativa o purificadora). También a partir de los años 60 y 70, se descubrió que los tamaños de los genomas no se correspondían con la complejidad de los organismos que los transportaban, lo que se denominó *paradoja del valor C*. Por ejemplo, el genoma de algunas plantas o anfibios es 100 veces mayor que el genoma humano. Esta paradoja se resolvió más tarde con el concepto del “ADN basura”, por el cual una gran parte del genoma no tiene una función específica y se ha ido acumulando con el tiempo, aunque la proporción estimada de este tipo de ADN ha ido variando a raíz de nuevos descubrimientos, en especial sobre el papel de muchos ARNs. Por otro lado, es evidente que muchos cambios en los genomas no han sucedido de manera gradual. La duplicación de genes

enteros o múltiples genes, su pérdida y reordenamiento son procesos comunes y recurrentes a lo largo de la evolución, incluyendo duplicaciones de genomas enteros por ejemplo en la base de los cordados. Además, el estudio de los genomas ha confirmado el papel fundamental de grandes eventos como la endosimbiosis (las mitocondrias y cloroplastos se originaron a partir de bacterias endosimbiontes).



Esta es la única figura en el *Origen de las Especies*, y representa la visión de Darwin sobre el proceso de diversificación. El eje X representa una variable ecológica hipotética, mientras que el eje Y representa el tiempo. Las especies A e I se diversifican en el tiempo, mientras que el resto se extinguen.

Por último, y volviendo a la idea del Árbol de la Vida, el análisis comparativo de genomas ha revelado que la historia de las especies no siempre tiene forma de árbol, sino que, en especial al principio de la vida y en microorganismos, más bien se trata de una red filogenética en la que los distintos organismos parecen haber intercambiado genes de forma masiva mediante el proceso de transferencia horizontal o lateral. Más aún, algunos genes son extremadamente similares entre una sorprendente variedad de virus, lo que demuestra el gran papel del intercambio genético también en este tipo de organismos. Estos nuevos descubrimientos de la genética, y fundamentalmente de la genómica, han llevado a algunos científicos a postular incluso la necesidad de una nueva síntesis “postmoderna” de la teoría evolutiva.

Pero esto no quiere decir que Darwin se equivocase, sobre todo dado lo que se sabía en su época. Sencillamente los nuevos datos genómicos complementan, matizan y refinan sus propuestas. De aquí a 10 años me atrevo a vaticinar que habrá decenas de miles de genomas disponibles, sobre todo humanos, pero también de muchas otras especies. Es el momento de prepararse para intentar cumplir varios de los sueños de Darwin y seguir avanzando en el conocimiento de la evolución, por supuesto a todos los niveles. La nueva materia de Evolución del grado de Biología en nuestra facultad es un buen lugar para empezar.

ETNOBOTÁNICA Y CULTURA POPULAR

L. CERDEIRA TORRES; D. DA SILVA FERNÁNDEZ; N. DE MELO FERNÁNDEZ;
P. DOMÍNGUEZ GUERRA & O. ESTÉVEZ MARTÍNEZ

lucerdeira@alumnos.uvigo.es, dansilva@alumnos.uvigo.es, nmelo@alumnos.uvigo.es,
pablodominguez@alumnos.uvigo.es, oliestevez@alumnos.uvigo.es

Alumnos 1º Biología, Materia: Botánica II (2007-08) Universidade de Vigo

Profesores: Marisa Castro Cerceda y Castor Muñoz Sobrino

Resumen: La utilización de las plantas ha sido de vital importancia a lo largo de la historia del ser humano, gracias a los múltiples usos que nos pueden ofrecer. Existe una relación muy estrecha entre las diferentes culturas y su relación con las plantas, variando de unas a otras. Por ello, en este trabajo hacemos referencia a la Etnobotánica y cultura popular centrada en Galicia, donde abarcaremos temas como: la explicación de esta ciencia, usos en el mundo rural, usos beneficiosos... entre otros.

Palabras clave: *Etnobotánica, Cultura Popular, Galicia, Plantas Vasculares.*

Resumo: A utilización das plantas foi de vital importancia ó longo da historia do ser humano, grazas ós múltiples usos que nos poden ofrecer. Existe unha relación moi estreita entre as diferentes culturas e a súa relación coas plantas, variando dunhas a outras. Por iso, neste traballo facemos referencia á Etnobotánica e cultura popular centrada en Galicia, onde abarcaremos temas como: a explicación desta ciencia, usos no mundo rural, usos beneficiosos... entre outros.

Palabras chave: *Etnobotánica, Cultura Popular, Galicia, Plantas Vasculares.*

INTRODUCCIÓN

La etnobotánica (del griego *ethnós* pueblo + *botánica* vegetal), es una rama de la botánica -ciencia que estudia el mundo vegetal- que comprende el registro, el conocimiento y la clasificación de las plantas y los usos y supersticiones que conciernen a las mismas en sociedades primitivas así como modernas. Es decir, la interrelación entre las distintas culturas y la vegetación que las rodea.

El conocimiento y uso de las plantas ha tenido una gran importancia a lo largo de la historia, incluso antes de aparecer los humanos (los simios conocían qué plantas usar para su propio beneficio). Por eso en muchas culturas las personas que ocupan un papel importante son las conocedoras de los efectos de las plantas, como pueden ser los “chamanes” o los “curandeiros” sin ir más lejos, que hasta no hace mucho eran importantes en los pueblos gallegos. Pero mirando a nuestro alrededor descubriremos la cantidad de cosas que están hechas a partir de plantas: las mesas, las puertas, los tejidos de nuestras ropas, el papel,... y echando la vista más atrás hubo un tiempo en que todas las estructuras de una casa estaban hechas de madera, los medios de transporte, los combustibles (como el carbón), y sobra decir que la base de la alimentación y medicina reside en productos vegetales. Por esto, aunque desconocida por muchos, la etnobotánica es una ciencia muy amplia e importante.

Pero, ¿Cuándo surge la etnobotánica como tal? Es a partir del siglo XIX, en 1895, cuando el botánico estadounidense de la Universidad de Pennsylvania, John Williams Harshberger, le da el nombre que conocemos. Sin embargo muchos han sido los bo-

tánicos y científicos interesados en recopilar información sobre las propiedades de las plantas desde los primeros años de nuestra era. En Galicia el precursor de trabajos etnobotánicos fue el Padre Sarmiento (1695-1772), interesado sobre todo en las propiedades curativas de la planta conocida como “carqueixa” (*Pterospartium tridentatum*).



Carqueixa. (*Pterospartium tridentatum*).

Podemos decir que la etnobotánica tiene un carácter interdisciplinario ya que se vale de diversas ciencias para completar sus investigaciones. Éstas pueden ser: la sociología, la antropología o la lingüística, de las que recoge la información sobre los usos y propiedades que las diversas culturas le atribuyen a las plantas; la química, la farmacología o la toxicología, que ayudan en los trabajos analíticos realizados para descubrir a qué componentes se deben las propiedades, y de otras ramas de la ciencia, como la nutricional o la ecología, con las que se completan muchos trabajos. Sin embargo, en muchos aspectos la etnobotánica se ha visto afectada por una visión negativa, ya que es considerada por muchos como una pseudociencia, que carece de contextos teóricos y técnicas de análisis rigurosos.

Nos centraremos en campos como la construcción, la alimentación, los mitos y las fiestas populares, la tecnología, etc., dejando una de las ramas más importante (la medici-

na) para otros trabajos.

USO DE LAS PLANTAS EN EL PASADO **Mitos y Creencias. Fiestas Populares.**

Algo que es de todos sabido es que en una tierra tan rural como la nuestra las creencias y las supersticiones nos acompañan toda la vida. Por esto muchas plantas se han visto relacionadas con determinados usos mágicos que afectan al espíritu más que al cuerpo físico. Una de ellas, muy abundante en Galicia es el laurel (*Laurus nobilis*), del cual se creía que tenía poder protector; además a esta planta se le atribuye traer la fama y el éxito en tus actividades. También el ajo (*Allium sativum*) tiene propiedad protectora, en muchos sitios se dice que espantan a las brujas. La artemisa (*Artemisia absintium*) protege los viajes y las vacaciones. Las ortigas (*Urtica dioica*), otras plantas muy abundantes, resuelven situaciones incómodas como los celos, la envidia, las murmuraciones,... el tomillo (*Thymus sp. pl.*) aporta valor y fortaleza y el romero (*Rosmarinus officinalis*) satisfacción y amor, mientras que la menta (*Mentha sp. pl.*) suaviza el ardor de ciertas emociones. Estas, entre otras, son algunas de las plantas que según nuestra tradición podemos usar para dichas circunstancias.



Ortiga. (*Urtica dioica*).

Menos relacionado con el mundo espiritual están algunas celebraciones gallegas referi-

das a las plantas que mueven cada año a miles de personas, y una de ellas, quizás la más importante, es la fiesta de "Os Maios" que se celebra cada año a principios de mayo, que es cuando la vegetación florece, para invocar el crecimiento de diferentes plantas cultivadas y protegerlas de posibles amenazas. Para ello se construyen grandes estructuras con elementos vegetales.

Usos en el Mundo Rural.

Aunque hoy en día los avances tecnológicos han ido sustituyendo a las plantas en muchos de sus usos, desde el pasado numerosas plantas han sido utilizadas, sobre todo en el mundo rural, para satisfacer las necesidades del hogar, la vestimenta, etc.; figuran entre ellas, por ejemplo: árboles como el roble (*Quercus robur*) o la encina (*Quercus ilex*), que eran utilizados por su madera para mantener el fuego de las cocinas, o las retamas (*Cytisus sp. pl.*) de alto poder calorífico. Por otra parte, hasta no hace mucho tiempo, se hacía carbón vegetal a partir de tallos enterrados de brezo (*Erica sp. pl.*) o encina.



Retama. (*Cytisus striatus*).

En el mundo rural gallego, usando las plantas como material principal, han surgido viviendas como las "pallozas" (típicas de la comarca de los Ancares) cuya estructura redonda y sin tabiques estaba cubierta por un techo de "piornos" (*Genista florida*) o retamas (*Cytisus sp. pl.*), entrelazadas y cu-

biertas de centeno (*Secale cereale*). Junto con las pallozas, otra estructura típica son los “hórreos o piornos”, usados durante años como almacén. Actualmente son casi ornamentales, su planta es rectangular y antiguamente tenía las paredes y vigas de madera de roble (*Quercus robur*) o castaño (*Castanea sativa*) y el techo de paja de centeno. Dentro de estas viviendas, todo tenía un origen vegetal: mesas, sillas, bancos, utensilios de cocina,... todo estaba hecho de madera. Las escobas se hacían prácticamente solo de retamas, las mejores eran de “xesta blanca” (*Cytisus albidus*). Para guardar y transportar alimentos y otras cosas a menudo se utilizaban los cestos, siendo los de mimbre (*Salix viminalis* o *Salix alba* var. *vitellina*) los más conocidos y usados por ser de madera resistente y moldeable, aunque también los había de avellano (*Corylus avellana*), roble o castaño.



Cesto de castaño.

También la vestimenta de los individuos era fabricada con materia prima vegetal, principalmente con lino (*Linum ussitasinum*) cuyo tallo se utiliza para la fabricación de telas (de su semilla se puede sacar harina y aceite). Después de fabricada la tela ésta se podía blanquear con ceniza de rebollo (*Quercus pyrenaica*) y luego incluso podían ser teñidas con árboles tintóreos, de los que se emplea la corteza, el fruto, las hojas, etc.

Asimismo, el calzado era elaborado principalmente con madera: “zocos” y “zocas”, siendo los primeros de cuero con suela de madera de fresno (*Fraxinus sp. pl.*) y los segundos, un calzado de una sola pieza, realizados con madera ligera como la de abedul (*Betula alba*).

Por último, cabe mencionar la construcción de utensilios de labranza que intervenían en la agricultura, como son: carros, aperos, arados,... en la fabricación de carros se usaba madera de roble, castaño, haya, fresno,... según la parte. Los aperos estaban contruidos prácticamente de madera de fresno o abedul,... también los “mangos” de todos los utensilios eran de madera: hachas, “gradas”, “rodos” etc. Todas estas estructuras, que todavía se usan hoy en día (sobre todo por nuestros abuelos), fueron en su época materiales imprescindibles para la supervivencia, ya que la agricultura abastecía a miles de familias, sobre todo en una tierra tan rural como la nuestra.

Transportes Usados en la Antigüedad.

Uno de los materiales más usados a lo largo de la historia es la madera. Y en los transportes también jugó un papel importante:

- Los barcos: hasta mediados del siglo XIX la madera fue el único material empleado en la construcción de cascos y estructura de los buques. Es más ligera que el agua y a la vez muy resistente. Sin embargo presentaba desventajas como la dificultad para el ensamblaje de las piezas y por eso el tamaño de los buques de la época no superaban los 60-70 metros. Hoy en día también se construyen barcos de madera, aunque en embarcaciones menores, tales como:

yates, lanchas,... y aún así el material más utilizado es el aluminio, el acero o el plástico.

- Carros y carruajes: en la antigua Grecia y Roma solían hacerse carreras de carros, que era uno de los deportes más populares. Los carros estaban hechos de madera con dos grandes ruedas para desplazarse. Eran tirados por caballos. Los carruajes eran del mismo estilo que los carros, de madera y tirados por caballos.

Estos son algunos ejemplos de la gran importancia de la madera en el transporte.

Uso de las Plantas Silvestres.

Las plantas silvestres (aquellas que crecen de forma natural en un lugar) han sido utilizadas para muchas cosas a lo largo del tiempo, como por ejemplo: cuando la agricultura escaseaba se utilizaban para la alimentación, en caso de que alguien se perdiera en medio de un bosque siempre podía utilizar las plantas para orientarse, alimentarse, curarse,... en resumen, para la supervivencia.

Sin embargo, estos conocimientos sobre las plantas silvestres se han ido perdiendo a lo largo de los años, sobre todo desde la mitad del siglo pasado, cuando se ha iniciado un proceso de cambio de la cultura tradicional por otra pretendidamente moderna. Las nuevas generaciones no se interesan por saber qué plantas silvestres pueden utilizar en caso de perderse en un bosque, ya que hoy en día con los avances que hay (teléfonos móviles, coches,...) parece una situación imposible. Por eso los que tienen conocimientos sobre los distintos usos de estas plantas suelen ser personas de edad muy avanzada.

Algunos de los usos son los siguientes:

Técnicas de orientación: aunque no son métodos muy precisos, en caso de desorientación siempre se puede encontrar el norte observando el musgo o las algas subaéreas, ya que crecen en las zonas más húmedas y sombrías de los troncos, que suele ser el Norte. Esto puede variar en un microclima particular.

Alimentación con plantas silvestres: hay una amplia lista de plantas silvestres comestibles; sin embargo, también hay muchas tóxicas, por eso es preciso reconocerlas correctamente para su uso. Para ello hay que estudiar el ciclo vital de la planta al completo. Algunas de las utilizadas en la alimentación son:

- Berros (*Rorippa nasturtium aquaticum*), diversas acederas (*Rumex sp. pl.*), o algunos falsos tréboles (*Oxalis sp. pl.*), de las que se consumen sus hojas crudas en ensalada.
- “Froxones” o “tarrelos” (*Conopodium majus*) y forcillas (no identificada), que son tubérculos comestibles.
- Diente de león (*Taraxacum officinale*). Con sus hojas más tiernas se hacen sopas, potajes y ensaladas. Y, tanto flores como raíces, contienen una sustancia amarga, principal responsable de sus efectos diuréticos y tónicos, la taraxina. Fueron usadas como sucedáneo de café.



Fruto de diente de león.
(*Taraxacum officinale*).

- Arándanos (*Vaccinium myrtillus*), fresas silvestres (*Fragaria vesca*), moras (*Morus nigra*): son algunos ejemplos de frutos silvestres.
- Ortiga (*Urtica dioica*): En contacto con la piel, sus pelos urticantes provocan un gran escozor, sin embargo, cuando se hierven pueden ingerirse (siempre y cuando no se tome el agua en que se hirvieron). No conviene abusar de ella ya que a veces puede causar reacciones estomacales y provoca hipotensión.
- Haya (*Fagus sylvatica*): Fue muy utilizada durante toda la historia en períodos de hambre. Se utilizó la corteza interior molida para elaborar harina. Los hayucos (el fruto) alimentaban a la gente y al ganado.



Haya. (*Fagus sylvatica*).

No todas las plantas silvestres son beneficiosas, las hay que una parte de la propia planta es tóxica o toda ella lo es, por eso hay que tener cuidado a la hora de identificarlas. Una muy peligrosa es *Conium maculatum* conocida como cicuta verde. Toda la planta contiene alcaloides además de la coniceína y coíina (también llamada cicutina), una neurotoxina que inhibe el funcionamiento del sistema nervioso central. Una pequeña cantidad de esta planta podría provocar la muerte de un ser humano. Es similar al perejil o el hinojo de los cuales apenas se distingue por el color oscuro, la superficie

brillante y el olor desagradable de sus hojas y las manchas rojizas dispersas por el tallo (manchas de Caín).

Plantas silvestres utilizadas en curas: *Polygonatum odoratum*, también conocida como sello de salomón. Es típica de los robledales o “fragas”. Se aplica machacando el rizoma y extendiéndolo sobre moratones, picaduras, cortes con zarzas,... al hacerlo estas heridas desaparecen. Tiene una cultura ancestral en Galicia, sin embargo están muy mermadas sus poblaciones.

Otra planta que se utilizaba para hacer curas eran las hojas de aliso (*Alnus glutinosa*). Los peregrinos del camino de Santiago utilizaban por la noche estas hojas envolviendo los pies con ellas y sujetándolas con vendas para aliviar el cansancio de los pies.

USOS DE LAS PLANTAS EN LA ACTUALIDAD

Usos que nos Benefician.

El uso de las plantas, como hemos mencionado previamente, se remonta a tiempos inmemoriales, pero aún ahora se utilizan diariamente (lo que antes eran pociones curativas y milagrosas, ahora se llaman cremas anti-arrugas). Actualmente el uso de plantas tiene especial importancia en medicina y cosmética. Otros campos importantes son la industria textil y muy recientemente la energética. De cada uno de estos campos se mencionará tan sólo una especie destacable, siendo incontables las que verdaderamente se utilizan.

El *Aloe vera* es, sin duda, el vegetal más utilizado en el campo de la **cosmética**, dado que penetra en las tres capas de la piel: la epidermis, la dermis y la hipodermis, y expulsa las bacterias y los depósitos de grasa que tapan los poros. Al mismo tiempo la ac-

ción de los nutrientes naturales, los minerales, las vitaminas, los aminoácidos y las enzimas, estimulan la reproducción de nuevas células. Se usa como antiarrugas, para regenerar tejidos dañados, curar quemaduras, etc.

Otra planta que cobra un papel importante en el campo de la **medicina** es el ginseng (*Panax ginseng*), del cual existen varios tipos; aunque sólo mencionaremos tres: el americano, el coreano y el siberiano. De esta planta se usan sus raíces. En la siguiente tabla aparecen resumidos los distintos usos de cada uno de los tipos que se han mencionado antes:

COREANO	AMERICANO	SIBERIANO
Adaptógeno,tónico Anti-estrés Anti-fatiga, restaura el vigor	Adaptógeno,tónico Sedativo, relajante Anti-fatiga, para el insomnio	Adaptógeno, tónico Anti-estrés Anti-fatiga, restaura el vigor

Pese a ser una planta realmente útil, deben tomarse ciertas precauciones para su uso, ya que el ginseng coreano puede provocar cierto insomnio si se toma cerca de las horas de dormir.

En cuanto a la **industria energética**, los biocombustibles son la energía del mañana. Los principales son el bioetanol y el biodiésel:

El **bioetanol** se obtiene a partir de maíz, sorgo, caña de azúcar, remolacha o de algunos cereales como el trigo o la cebada.

El **biodiésel** se obtiene de aceites vegetales, ya sean usados o sin usar. En este último caso se usan raps, canola, soja o jatrofa, los cuales son cultivados para este propósito.

Por último, pero no menos importante, cabe mencionar la industria **textil**, donde se emplean infinidad de tintes de origen vegetal, aparte de materiales como el algodón.

Pero no sólo en estas industrias los vegetales están presentes de manera tan significativa, ya que hoy en día casi cualquier cosa tiene algún componente vegetal, como los champúes con aromas de frutas o los chicles con sabor a menta. Las plantas han estado presentes en la vida del hombre desde siempre, y hoy en día no es algo que haya cambiado.

Usos que nos Perjudican: Estupefacientes.

De entre todos los usos incorrectos que podemos hacer de las plantas quizás el que más nos perjudique, tanto a nivel físico como psicológico, sea el de su uso como estupefacientes; esto es debido a las sustancias psicoactivas contenidas en algunas de ellas, que se usan en la fabricación industrial de drogas, tales como:

El **tabaco**, que se fabrica a partir de las hojas de la planta *Nicotiana tabacum*, con elevado contenido en nicotina.

El **hachís** y la **marihuana**, que son respectivamente la resina y las hojas trituradas del cáñamo o *Cannabis sativa*, planta con alta concentración de THC (tetra-hidro-cannabinol). Estas drogas tienen efectos distintos dependiendo de la persona, la cantidad, etc, pero en general se puede decir que es una droga euforizante que exalta el ánimo, y distorsiona imágenes y sonidos.

Otra droga muy conocida es la **cocaína**, que procede de las hojas de la coca, de la cual existen 200 variedades aunque sólo 4 sirven para la fabricación de cocaína: *Erythroxylum coca*, *Erythroxylum coca* variedad *ipadu*, *Erythroxylum novo*, *Erythroxylum truxillense*. Los efectos son inmediatos, se produce una elevación de la autoestima y confianza en uno mismo, acompañados de

una gran excitación.

Algunos de estos estupefacientes tienen también propiedades medicinales, como por ejemplo *Cannabis sativa*, que alivian en cierta medida los efectos secundarios de la quimioterapia.

CONCLUSIONES

En resumidas cuentas lo que pretendíamos al plantear este trabajo era dar a conocer muchas de las utilidades que se le dan a las plantas, pero sobre todo descubrir cuáles son los usos que nosotros no le damos, cuántas cosas nos pueden ofrecer las plantas y nosotros no aprovechamos y en definitiva que cada cual se dé cuenta que en muchas ocasiones conocer bien las propiedades que tiene una planta puede sernos muy útil e incluso sacarnos de algún apuro; por esto hay tanta gente que se dedica a investigar lo que el reino vegetal puede ofrecernos. Este informe es un resumen de toda esa información que tenemos a nuestro alcance y la importancia que la misma tiene.

BIBLIOGRAFÍA

BLANCO CASTRO, E. (1996). El Caurel, las plantas y sus habitantes. *Fundación Caixa Galicia*. A Coruña

CASTRO, M.; LORENZO, P.; MARTINS, X. & VARELA, X. (2001). Etnobotánica sin fronteras. Grupo Cimpor. Vigo

EVANS SCHULTES, R. & VON REIS, S. (1995). *Ethnobotany (evolution of a discipline)*. Chapman & Hall.

TARDÍO, J.; PASCUAL, H. & MORALES, R. (2002). Introducción *In* TARDÍO, J.; PASCUAL, H. & MORALES, R. Alimentos silvestres de Madrid. Guía de plantas y setas de uso alimentario tradicional de la Comunidad de Madrid: 17 – 19. Ediciones la librería.

PÁGINAS WEB:

BOTANICAL ONLINE. Plantas silvestres comestibles. (4 de mayo, 2008)

<http://www.botanical-online.com/plantascomestibles.htm>

CALLE, M. Plantas que embellecen.

<http://waste.ideal.es/cosmetica.html>

CULTURA GALEGA.ORG (3/05/2004). Os maíos enchen as prazas de Pontevedra, Ourense e Poio.

<http://www.culturagalega.org/temadia.php?id=4440>

NUTRIBIOTA. Plantas y frutos silvestres comestibles.

http://perso.wanadoo.es/nutribiota/hierbas_frutos_silvestres.html

LAS PLANTAS Y SUS USOS (3 de mayo, 2008)

<http://todoplantas.blogspot.com/>

PLANTAS MÁGICAS (3 mayo, 2008) http://www.extrasensorial.com/plantas_magicas/plantas_magicas.htm

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA. (29 Abril, 2008). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales.

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373833>

VIVE LA NATURALEZA. Manual de supervivencia. Técnicas de orientación. (4 de mayo, 2008)

<http://www.vivelanaturaleza.com/Supervivencia/orientarse.php>

WIKIPEDIA. Etnobotánica.

<http://www.wikipedia.org/wiki/etnobotanica>

Barco. <http://es.wikipedia.org/wiki/Barco>

Palloza. <http://es.wikipedia.org/wiki/Palloza>

Martín Sarmiento.

http://es.wikipedia.org/wiki/Fray_Martin_Sarmiento

Cannabis (droga).

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cannabis_\(droga\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Cannabis_(droga))

Cocaína.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cocaína>

FLORA ALÓCTONA DE GALICIA

V. FRANCO RODRÍGUEZ; I. FUENTES PÉREZ & N. SOCORRO PIÑEIRO

verofranco20@hotmail.com, fuentesicia7@hotmail.com, soy.noemi@hotmail.com

Alumnos 1º Bioloxía, Materia: Botánica II (2007-08) Universidade de Vigo

Profesor: Marisa Castro Cerceda y Castor Muñoz Sobrino

Resumen: En este traballo se alerta sobre a ameaza de la alertase sobre el peligro de la introducción en Galicia de organismos vexetales procedentes de outras zonas del planeta, de los problemas que pueden causar en la flora autóctona, y se comentan algunos métodos de combate para evitar su expansión.

Palabras clave: *flora alóctona, plantas invasoras, Galicia*

Resumo: Neste traballo alértase sobre o perigo da introdución en Galicia de organismos vexetais procedentes doutras zonas do planeta, dos problemas que poden causar na flora autóctona e dalgúns métodos de combate das mesmas.

Palabras chave: *flora alóctona, plantas invasoras, Galicia*

INTRODUCCIÓN E OBXETIVOS

A finalidade deste traballo é alertar da ameaza das invasións biolóxicas pola flora alóctona en Galicia, así como realizar unha descrición das principais especies de plantas máis agresivas de cara a colonizar con rapidez novos espazos e hábitats. Tamén se sinalan os métodos de control e prevención que deberemos ter en conta para evitar que o noso territorio se vexa castigado pola presenza de especies estrañas que compiten activamente coas do patrimonio natural galego.

As plantas alóctonas son aquelas que proveñen dunha área xeográfica diferente e se introducen de forma intencionada ou accidental nunha determinada área e naturalízanse, é dicir reproducense sen axuda humana.

Algunhas delas poden ser invasoras, é dicir, son capaces de reproducirse e propagarse con moita facilidade, aumentando en gran maneira a súa extensión e afectando negativamente ao ecosistema que invade.

O proceso de invasión biolóxica ten 3 fases principais:

- A especie é transportada, de forma intencionada (ornamental, aproveitamento forestal) ou non (chega transportada por animais, vento, auga, ...) a unha determinada zona na que non é nativa (autóctona).
- Fase de aclimatación, na que a especie se naturaliza pero non experimenta ningunha expansión.
- Propagación e colonización de novas zonas por parte da planta invasora.

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS INVADIDOS

Certas condicións e circunstancias dun biotopo determinado fan que este sexa máis ou menos susceptible a ser invadido. Podemos destacar as seguintes características do medio que favorecen a entrada de especies alóctonas invasoras.

1. A destrución da vexetación autóctona, por circunstancias naturais, ou máis frecuentemente artificiais, permite a aparición duns espazos bióticos vacíos que poden ser ocupados por aquelas especies mellor capacitadas para a colonización, e non necesariamente autóctonas.
2. Unha forte presión demográfica, coa conseguinte urbanización do terreo e trasiego de persoas e mercancías, que actúan como vectores de introducción de especies exóticas (xardinería, actividade comercial, etc.)
3. Existencia dun réxime de humidade no solo favorable.
4. Existencia dunhas condicións térmicas boas, sobre todo no que se refire a temperaturas mínimas (sen ou con poucas xeadas), que favorecen a introducción de especies exóticas termófilas ou de orixe tropical, moitas das cales son altamente invasoras.
5. A proximidade co mar, que suaviza as temperaturas, fai que as zonas costeiras sexan máis proclives para a invasión.
6. As illas son territorios máis susceptibles as invasións. Isto débese a varios motivos:
 - As especies das illas coevolucionaron illadas nunhas condicións de menor competencia, o que fai que a flora autóctona teña menos resistencia fronte á flora alóctona.

– A evolución en situación de illamento merma a adquisición de adaptacións a condicións adversas (depredadores, pragas, etc), debido a que nas illas a probabilidade e frecuencia de perturbacións son menores.

– A fauna das illas é pobre, co que hai menor número de depredadores.

IMPACTO E PROBLEMÁTICA DAS PLANTAS ALÓCTONAS INVASORAS.

Calculouse que un 10% da flora mundial é potencialmente colonizadora e que un 10% destas especies representan un grave impacto sobre o medio.

Algunhas das especies introducidas teñen efectos ecolóxicos e económicos de escasa importancia; sen embargo, aquelas que se naturalizan de maneira efectiva poden provocar impactos con consecuencias importantes. Algúns dos impactos que provocan as plantas alóctonas son:

- Poden alterar a dinámica e estrutura dos ecosistemas, o que pode afectar ás condicións ambientais das restantes especies, á cadea trófica e aos ciclos de nutrientes.

- En diversos medios sensibles, como os sistemas dunares, zonas costeiras... as especies alóctonas poden provocar a extinción de especies endémicas ao competir con elas polo mesmo nicho ecolóxico.

- Noutros casos pódense producir hibridacións coas especies autóctonas, esto conleva unha perda de diversidade xenética, ademais de aparecer híbridos dos que non se coñece o seu comportamento.

- Algunhas destas especies, como un mecanismo de autodefensa, son tóxicas, polo que poden provocar danos ao gando

que non as recoñece.

- Poden ser vectores de pragas e enfermidades das especies autóctonas, e incluso poden provocar reaccións alérxicas en humanos (dificultades respiratorias, rinite, conxuntivite, ...)

O problema en Galicia ata o momento está relativamente pouco estudado, polo tanto non se coñecen ben as especies introducidas e as superficies naturais afectadas; así como o custo económico derivado.

PREVENCIÓN CONTRA ÀS PLANTAS ALÓCTONAS.

Pódese actuar atendendo a dous niveis:

- Nivel preventivo: Inclúe as políticas e medidas encamiñadas a evitar a introducción das especies invasoras.

- Nivel paliativo: Control e erradicación das plantas invasoras unha vez introducidas.

Métodos Preventivos.

A prevención é a medida máis eficaz e con menor custo polo que deben realizarse campañas de educación ambiental dirixidas a todos os sectores sociais, que permitan dar a coñecer as especies invasoras e os problemas que presentan.

Tamén existen disposicións legais que limitan e regulan o tráfico de seres vivos e a introducción de especies foráneas.

Disposicións e tratados internacionais aos que España se atopa adherida: cada país firmante debe controlar estrictamente a introducción de especies exóticas.

Lexislación europea: obriga aos membros a que se aseguren de que unha especie exótica introducida non afecte aos hábitats, á flora ou á fauna.

Lexislación estatal: establece que calquera introducción de especies en ambiente natu-

ral, debe contar coa autorización da Administración encargada do Medio Natural desa Comunidade Autónoma.

Lexislación autonómica: case toda se refire a especies animais e hai comunidades que carecen de normativa sobre a introducción de especies exóticas. En xeral, o marco legal resulta insuficiente para afrontar este problema,

Métodos Paliativos.

As técnicas para o control de plantas invasoras agrúpanse en 3 categorías ou controis: Físico ou mecánico, químico e biolóxico.

Control Físico ou Mecánico: este método baséase na eliminación física da planta e das súas diásporas (elementos dispersadores da especie), mediante:

- Eliminación manual: É unha boa alternativa para eliminar plantas con bulbos e rizomas, isto raramente se consegue na primeira actuación, polo que será necesario repetir o proceso con posterioridade.
- Eliminación mecánica: É utilizada en casos de invasións severas por plantas leñosas e en situacións nas que ecoloxicamente resulte soportable polo resto da flora e da fauna.
- Mulching: Consiste na colocación dalgún material sobre a planta, impedindo a entrada de luz a ela. O material empregado pode ser de orixe orgánico (palla) ou sintético (plástico); só se pode empregar en casos de invasións localizadas e o seu custe é elevado.
- Tratamento térmico: Consiste en aplicar auga a 100- 200° C sobre a cuberta foliar das plantas para destruír a cutícula das follas.

Control Químico: consiste no emprego de herbicidas e fitocidas para controlar e eliminar as plantas alóctonas invasoras. No ámbito agrícola é moi usado, mentres que no medio natural o seu emprego ten moitas limitacións, xa que os herbicidas presentan baixa especificidade e producen danos na flora autóctona ou poden resultar tóxicos para a fauna e para o home.

Para evitar danos, pódense seguir certas medidas de mitigación:

- Débese escoller un praguicida que sexa efectivo contra o tipo de planta que se quere controlar e que estea rexistrado para ese uso.
- Compre escoller un praguicida sen efectos residuais a longo prazo.
- Débense escoller as condicións climáticas e a época do ano, que reduzan o risco de que se dan nas plantas autóctonas.
- Non é recomendable aplicar estes produtos na proximidade das augas.

Control Biolóxico: consiste na liberación dun inimigo natural específico da planta invasora, o que tamén pode ser un inconvinte, xa que o bioaxente introducido acostuma a ser alóctono, o que supón que poida causar novas invasións.

Tamén se inclúen dentro deste método, o uso de herbívoros domésticos. Mediante o pastoreo elimínanse certas plantas alóctonas (só especies que non resulten tóxicas para o gando).

Os métodos máis axeitados son aqueles que teñen un efecto específico e que non supón un risco para o ecosistema, para as especies autóctonas ou para o home; aínda que calquera técnica de control supón unha alteración do medio, especialmente cando

non se procede de maneira axeitada.

PLANTAS ALÓCTONAS DE GALICIA

Segundo a bibliografía consultada (FAGÚNDEZ DÍAZ & BARRADA BEIRAS, 2007), as principais plantas invasoras en Galicia son:

- Ailanthus altissima* (árbore do ceo)
- Amaranthus deflexus* (bledo)
- Buddleja davidii* (budleia)
- Conyza canadensis* (coniza)
- Helichrysum petiolare* (sempreviva)
- Ipomea indica* (corriola azul)
- Ludwigia grandiflora* (isnardia)
- Senecio mikanooides* (trepadeira amarela).
- Arctotheca calendula* (caléndula das praias)
- Oenothera glazioviana* (oenotera amarela)
- Oxalis pes-caprae* (acedeira amarela)
- Stenotaphrum secundatum* (gramón)
- Crocus xrococsmifolia* (gladiolo bravo)
- Paspalum dilatatum* (digitaria)
- Tradescantia fluminensis* (tradescantia)
- Bacopa monnieri* (vandelia)
- Cyperus eragrostis* (falsa chufa)
- Phytolacca americana* (fitolaca)
- Tropaeolum majus* (capuchina)
- Bidens aurea* (planta do té)
- Prunus laurocerasus* (loureiro romano)
- Robina pseudoacacia* (falsa acacia)
- Vinca difformis* (pervinca)

Ademáis, coméntanse por amosar un maior índice de perigosidade, calculada a partir de seis variables: Amplitude da distribución xeográfica, sensibilidade dos hábitat afectados, capacidade de dispersión, capacidade de modificación do hábitat, perigosidade segundo o indicado na bibliografía e dificultade de erradicación, que se valoraron como alta, media ou baixa, as seguintes:

***Acacia dealbata* (acacia, mimosa).**

Árbusto ou árbore perennifolia da familia *Mimosaceae*. Prové do sudeste de Australia e Tasmania. Distribúese por toda Galicia, sobre todo na costa de Pontevedra ou vales ourensáns. A causa da súa introdución foi o uso ornamental e a explotación forestal. É unha especie con gran capacidade de invasión que ocupa amplas zonas, creando un horizonte monoespecífico. Ten un alto potencial alelopático que dificulta a xermolación doutras especies. Ademais, ten vocación pirófito, xa que o incendio favorece a xerminación das sementes e o reabrollamento, o cal lle permite colonizar zonas onde a flora autóctona foi destruída, impedindo a súa rexeneración. Outras especies invasoras deste xénero son *Acacia melanoxylon* e *Acacia longifolia*.



Acacia dealbata

***Arundo donax* (cana, xunco xigante, falso bambú).**

Xeófito rizomatoso da familia *Poaceae*. Prové do sur de Asia. En Galicia distribúese principalmente na zona costeira, sempre en baixas altitudes. Foi introducida en Europa intencionadamente con diferentes obxetivos, como a formación de

cortaventos, material de construción ou soporte doutros cultivos. Coloniza zonas húmidas alteradas e ocupa grandes extensións en pouco tempo, non permitindo a recuperación da vexetación natural. É considerada unha das principais especies invasoras a escala internacional.



Arundo donax

***Azolla filiculoides* (azola).**

Hidrófito flotante da familia *Azollaceae* (Pteridophyta). Procede do continente americano. A zona máis afectada está no río Miño, aínda que tamén está presente na Coruña. A introducción é probablemente accidental, aínda que se utiliza como flora acuática ornamental, o que pode ser unha vía de entrada. Coloniza zonas de augas estancadas e forma un tapiz continuo que produce gran cantidade de residuos orgánicos, evitando o paso da luz. Ademais, como fixa nitróxeno atmosférico xera unha maior eutrofización das augas.



Azolla filiculoides

***Carpobrotus edulis* (uña de gato, herba do coitelo).**

Planta suculenta, reptante, da familia *Aizoaceae*. Procede de Sudáfrica. Distribúese por toda a zona costeira galega. Utilízase en xardinería pola capacidade de fixación e rexeneración, ademais de pola vistosidade das flores. Ocupa zonas novas en medios alterados costeiros ou con uso humano intenso, formando un tapiz ininterrompido que cobre o substrato e altera totalmente as condicións de insolación e ciclo de nutrientes. Ademais tamén se observaron problemas de polinización por competencia.



Carpobrotus edulis

***Cortaderia selloana* (carrizo da Pampa, plumeiro, herba da Pampa).**

Herba grande, da familia *Poaceae*. Procede de América do Sur. Atópase principalmente na zona costeira, nas proximidades das grandes cidades e no eixe da autoestrada do Atlántico (AP-9). Foi introducida polo seu uso ornamental e como barreira visual en autoestradas.



Cortaderia selloana

Ocupa zonas alteradas modificando fortemente a paisaxe, e invade zonas fluviais poñendo en perigo estes ecosistemas.

É posible que se trate dunha especie pirófito. Considérase como unha das vinte especies exóticas invasoras máis danifias presentes en España.

***Cotula coronopifolia* (santolina da auga, cotula).**

Hemicriptófito reptante da familia *Compositae*. Prové de Sudáfrica. Ocupa toda a zona costeira galega, principalmente as marismas. De introdución accidental, coñécese a súa existencia en Galiza dende finais do século XIX. Pode cubrir amplas zonas por alteración das marismas, formando unha comunidade case monoespecífica.



Cotula coronopifolia.

***Egeria densa* (Elodea).**

Hidrófito enraizante da familia *Hydrocharitaceae*. Prové dos ríos e lagos de América do Sur. En Galicia distribúese polo tramo final do río Umia (Pontevedra). Probablemente a introdución foi accidental a través do uso xeneralizado en acuarios. É unha especie de rápida propagación, que



Egeria densa.

pode ocupar grandes áreas alteradas de augas doces.

***Reynoutria japonica* (herba nudosa xaponesa).**

Xeófito rizomatoso da familia *Polygonaceae*. Prové de Xapón e China. Localízase nalgúns puntos do sur de Pontevedra e de Ferrol. Moi empregada como planta ornamental, aínda que tamén se empregou como estabilizadora de solos nús en medios costeiros. É unha das especies exóticas máis persistentes e agresivas. Naturalízase en medios alterados con alta humidade, onde pode desprazar ás especies autóctonas.



Reynoutria japonica

***Spartina patens* (borraza).**

Xeófito rizomatoso da familia *Poaceae*. É orixinaria da costa leste dos Estados Unidos. Exténdese pola costa, aínda que é máis abundante nas Rías Baixas. O máis probable é que o vector de introdución fose o comercio marítimo a algún porto europeo, e de alí pasaría a outros portos polas correntes. Ocupa grandes extensións en áreas de marisma onde forma colonias monoespecíficas desprazando outras especies nativas. É considerada unha das especies invasoras máis perigosas de Galicia pola rapidez e plasticidade do seu comportamento invasor.

CONCLUSIÓN

As ameazas por parte da flora alóctona para a autóctona poden derivar da

competencia pola ocupación do espazo, por posibles alelopatías, por cambios nas condicións do solo, pola competencia por polinizadores ou por outros motivos. A área con maior presenza de invasoras é a zona costeira de Pontevedra e da Coruña. As áreas menos afectadas son as zonas de interior, principalmente a montaña de Lugo e Ourense, onde as especies máis representadas son arbóreas como *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima* e *Acacia dealbata*. Outras, como *Conyza canadensis*, están presentes en practicamente toda a xeografía galega.

Os hábitats máis sensibles son os sistemas dunares, sobre todo as praias con máis uso humano, así como as marxes de marismas e, en menor medida, os acantilados e matogueiras costeiras. Entre as especies dunares afectadas destaca *Omphalodes littoralis* subsp. *gallaecica*, endemismo da costa coruñesa, que compite nalgunhas zonas con *Carpobrotus edulis*, que non permite a xermolación de *Omphalodes*. E, entre as especies de marisma ameazadas por *Cotula coronopifolia* e *Spartina patens* están *Scirpus punges* ou *Limonium humile*.

Os ambientes de orixe antrópica, con elevada dispoñibilidade hídrica, como os pantanos, teñen tamén alta frecuencia de invasoras. Sen embargo, os ambientes acuáticos doces están, en xeral, libres de invasoras, agás pola presenza de *Egeria densa* no Umia e *Azolla filiculoides* no Miño. A presenza desta especie é unha posible ameaza para algunhas especies autóctonas, como *Luronium natans* ou *Nymphoides peltata*.

Os hábitats de mato e forestais son case

exclusivamente invadidos por especies arbóreas ou leñosas, e en menor medida por lianoides, aínda que en ocasións poden aparecer especies umbrófilas, como *Tradescantia fluminensis* ou *Crocsmia x crocosmiflora*.

BIBLIOGRAFÍA

BAÑARES Á., BLANCA G., GÜEMES J., MORENO J.C. & ORTIZ S., 2004, Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Ministerio de Medio Ambiente. Grupo Tragsa, Madrid.

FAGÚNDEZ DÍAZ, J. & BARRADA BEIRAS, M. 2007, Plantas invasoras de Galicia, Grafisant S.L. Santiago de Compostela.

FAGÚNDEZ DÍAZ, J. & BARRADA BEIRAS, M. 2007, Plantas invasoras de Galicia: Bioloxía, distribución e métodos de control. Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia.

IZCO, J. (coord) 2004, Botánica, McGraw Hill, Madrid.

PÉREZ PINTOS, X. & BOUZÓ FERNÁNDEZ, X. 2004, As bioinvasións na Galiza, Edicións A Nosa Terra, Vigo.

SANZ ELORZA, M., DANA, E. & SOBRIÑO, E. 2001, Aproximación al listado de plantas alóctonas invasoras reales y potenciales de España. *Lazaroa* 22: 121- 131.

SANZ ELORZA, M.; DANA, E. & SOBRIÑO, E. 2004, Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España, Dirección General para la Biodiversidad, Madrid.

SANZ ELORZA M., DANA SANCHEZ E. D. & SOBRIÑO VESPERINAS E., 2004, Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España, Ministerio de Medio Ambiente, Grupo Tragsa, Madrid.

PLANTAS PARÁSITAS

S. SILVA CAGIAO & M. SOUTO MAQUIEIRA

sabela_silva@hotmail.com, may.sport@hotmail.com

Alumnas 1º Bioloxía, Materia: Botánica II (2007-2008), Universidade de Vigo

Profesores: Marisa Castro Cerceda y Castor Muñoz Sobrino

Resumen: Este trabajo trata sobre las plantas parásitas como tema principal, atendiendo a sus formas de nutrición, cómo se relacionan con otras plantas hospedantes, sus consecuencias, formas para combatirlas y su importancia a nivel agrario y económico. También citamos algunos tipos de estas plantas característicos de la Península Ibérica.

Palabras clave: *parásito, hospedador, haustorio*

Resumo: Este traballo trata sobre as plantas parásitas como tema principal, atendendo as súas formas de nutrición, como se relacionan con outras plantas hospedantes, as súas consecuencias, formas para combatelas e a súa importancia a nivel agrario e económico. Tamén citamos algúns tipos destas plantas característicos da Península Ibérica.

Palabras chave: *parásito, hospedador, haustorio*

INTRODUCCIÓN

Parásito es todo organismo que vive sobre o dentro de otro organismo vivo, del cual obtiene parte o todos los nutrientes, sin compensar al hospedante. En ocasiones, los parásitos suelen producir daños o enfermedades a los organismos que los hospedan (Encarta, 2009).

Las plantas parásitas suelen presentar colores llamativos y formas poco comunes. No pueden vivir por ellas mismas ya que necesitan de los nutrientes y el agua que obtienen de otras especies vegetales. Además, al nutrirse de la savia de otras plantas, no suelen tener clorofila ni presentar color verde (Gómez y Calle, 2007).

En un ecosistema, estas plantas nunca son la forma de vida predominante. Aproximadamente hay 3900 especies de plantas parásitas haustoriales, lo que corresponde a poco más del 1% de todas las plantas con flores.

Podemos encontrar plantas parásitas en la mayoría de los hábitats del mundo. Desde Noruega (*Pedicularis dasyantha* (Trautv.) Hadac) hasta Argentina (*Nanodea muscosa* Banks ex C.F. Gaertn.). Los hábitats predominantes son los tropicales y los ecosistemas de grandes praderas y de sabanas, con pocas precipitaciones, pero también pueden ser encontradas en desiertos y otras muchas zonas (García Torres, 1993). En general, la mayor parte de las plantas parásitas viven en ecosistemas que no han sido alterados por los humanos.

MODOS NUTRICIONALES Y RELACIONES CON EL HOSPEDANTE EN LAS PLANTAS PARÁSITAS

Las plantas parásitas presentan un modo nutricional complejo donde la fuente alternativa de alimento la proporciona otra planta.

Se pueden clasificar de acuerdo a sus relaciones evolutivas o según sus modos nutricionales. Existen dos tipos básicos de parasitismo: las plantas hemiparásitas y las plantas holoparásitas.

Las hemiparásitas son clorófitas y fotosintéticas (por lo menos en alguna parte de su ciclo vital). Éstas obtienen el agua y los nutrientes a través de las conexiones haustoriales con la planta hospedante. Se pueden dividir en dos tipos según el grado de dependencia del hospedante: facultativas y obligadas.

Las hemiparásitas facultativas no necesitan la presencia de una planta hospedante para completar su ciclo vital porque son fotosintéticas, sin embargo cuando se encuentran con la raíz de un hospedante forman conexiones haustoriales. De esta forma, extraen el agua y los minerales mediante una vía directa.

Las hemiparásitas obligadas deben unirse a una planta hospedante para completar su ciclo vital.

Las holoparásitas carecen totalmente de clorofila, no son fotosintéticas, y obtienen el agua y los nutrientes del xilema y del floema del hospedante (López Sáez y col., 2004).

La variación en el grado de patogenia de las plantas parásitas es enorme, desde las que ejercen un escaso impacto en sus hospedantes (*Epifagus* en *Fagus*) a las que afectan a su fisiología y fecundidad (*Striga* y *Orobancha* en plantas de cultivo). La patogenia depende de muchos factores: La relación de biomasa de la planta parásita y el hospedante, el número de individuos unidos a un organismo hospedante, el tiempo necesario de la parásita para completar su ciclo vital, y el grado de "sintonización" coevolutiva.

va que se haya alcanzado a lo largo del tiempo entre las dos especies.

Si se produce una reducción de la biomasa de la planta parasitada, los efectos fitotóxicos causados por el patógeno alteran el reparto de los compuestos asimilados del hospedante desde el vástago infectado a la raíz, y una reducción general de su tasa fotosintética.

Sobre su especificidad respecto a la hospedante es importante resaltar: el rango de posibles hospedantes y la preferencia por éstos. La preferencia se refiere a aquellos hospedantes que son parasitados por dicha especie en la naturaleza. Cuando a esos parásitos se les ofrecen otros hospedantes adicionales bajo condiciones artificiales y el parasitismo puede producirse, indica entonces un mayor rango de hospedaje de la planta.

Podemos encontrar un rango completo; desde parásitos generalistas a parásitos especialistas, a veces incluso entre especies del mismo género. Un factor que puede promover la selección específica por un hospedante es la ocurrencia o aparición de la parásita en una comunidad más homogénea, incrementando así la densidad de sus hospedantes.

La canalización a lo largo de líneas hospedantes tiene posiblemente sus ventajas cuando los hospedantes son abundantes; pero desde una perspectiva evolutiva, las parásitos generalistas persisten probablemente mejor durante períodos más largos en tiempos geológicos. Esto puede explicar por qué la mayoría de las plantas con flores parásitas no están especializadas en un hospedante.

La planta parásita está conectada física-

mente al hospedador mediante haustorios, destinados a succionar sustancias nutritivas de éste (López Sáez y col., 2004). El haustorio es, desde un punto de vista anatómico, morfológico y funcional, la característica diferencial más importante de las especies parásitas (García Torres, 1993).

CONSECUENCIAS EN EL HOSPEDANTE

Ya que las estructuras anatómicas entre especies hospedantes y parásitas son sobre todo xilema-xilema, la principal consecuencia en el hospedante es la pérdida de agua y solutos.



Fig. 1. *Osyris alba* L.

Foto: Juan Luis

Esto produce serios problemas en el desarrollo de la planta, ya que el parásito obtiene su alimento de ella aún a pesar de que haya sequías o cualquier otro elemento que pueda poner a la planta hospedante en peligro, llegando incluso a matarla. Así, una planta parásita no se ve afectada por una sequía



Fig. 2. *Cytinus hypocistis* (L.) L.

Foto: Gómez, J.E.

ALGUNAS PLANTAS PARÁSITAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Según López Sáez y col. 2004

PLANTAS HOLOPARÁSITAS	PLANTAS HEMIPARÁSITAS
<p>-Desprovistas de clorofila</p> <p>1. Tallo filiforme, trepador; flores en glomérulos densos y globosos. Ej.: Género <i>Cuscuta</i> L.</p> <p>2. Tallo grueso, erecto; flores en racimos.</p> <p> 2.1 Flores <0.5 cm Ø, dispuestas en inflorescencias densas columnares, con brácteas interflorales peltadas. Fruto aquenio. Ej.: Género <i>Cynomorium</i> L.</p> <p> 2.2 Flores >1 cm Ø, dispuestas en inflorescencias más laxas, no columnares, sin brácteas interflorales peltadas.</p> <p> 2.2.1 Flores actinomorfas. Fruto en baya. Ej.: Género <i>Cytinus</i> L. (Fig. 1).</p> <p> 2.2.2 Flores zigomorfas. Fruto en cápsula. Ej.: Género <i>Orobanche</i> L. (Fig. 2).</p>	<p>-Con clorofila</p> <p>1. Plantas epífitas que crecen en las ramas de los árboles o arbustos. Ej.: Género <i>Viscum</i> L.</p> <p>2. Plantas con raíces, creciendo sobre el suelo.</p> <p> 2.1 Flores imperianto o con ambas envolturas del perianto del mismo color y consistencia semejante. Ej.: Género <i>Osyris</i> L. (Fig. 3).</p> <p> 2.2 Flores con dos envolturas periánticas de color y consistencia diferentes. Ej.: Género <i>Parentucellia</i> Viv. (Fig. 4).</p>



Fig. 3. *Orobanche latisquama* (F. W. Schultz) Batt.
Foto: Vallés, F.



Fig. 4. *Parentucellia viscosa* (L.) Caruel in Parl.

hasta mucho después de iniciada.

También hay muchos trabajos sobre *Striga* en los que se ha demostrado que el parásito no sólo obtiene agua y sales minerales del hospedante, sino que también productos fotosintetizados. Esto ocurre incluso cuando la propia planta parásita realiza la fotosíntesis.

Otro de los problemas que le puede provocar el parasitismo a la planta hospedante es

malformaciones en su desarrollo, ya que para poder trasvasar carbohidratos y otras sustancias orgánicas, la especie parásita genera cantidades considerables de aminoácidos y hormonas.

Y la última de las consecuencias más apreciables es el raquitismo. La necesidad de alguna sustancia en concreto puede ser mayor en el parásito que en el hospedante, como por ejemplo potasio o magnesio, así

que la especie parásita cogerá grandes cantidades, provocando una falta bastante grave de dicha sustancia en la planta hospedante (García Torres, 1993).

MÉTODOS DE CONTROL FRENTE A LAS PLANTAS PARÁSITAS

Según López Sáez y col., 2004

JOPOS: *Orobanche* sp pl.

- Esterilización del suelo y solarización: se utiliza el bromuro de metilo y similares como tratamientos de esterilización que controlan patógenos del suelo. La solarización del suelo se hace mediante la colocación de láminas transparentes de polietileno por un período de 4 a 8 semanas durante la estación más cálida, esto produce unas fluctuaciones de T^a noche/día y una acumulación de compuestos volátiles en la atmósfera del suelo.

- Métodos culturales:

Control mecánico: tiene como única ventaja el impedimento de la producción de semilla de jopo, y así evitar que aumenten las reservas de éstas en el suelo.

Rotaciones: consiste en implantar en un área infestada cultivos resistentes para decrecer las infestaciones de jopo, y dichos cultivos deberán ser resistentes muchos años (6 u 8 años aproximadamente).

Cultivos trampa y cultivos cebo: los cultivos trampa producen una germinación de la especie parásita por estimulación de sus exudados radiculares, y si no posibilitan su instalación radicular producen un descenso en las reservas de semilla de jopo. Cabe destacar el maíz, el sorgo y el lino. De forma similar, los cultivos cebo producen la germinación de la especie parásita y también su instalación.

Fechas de siembra del cultivo: juega un

papel muy importante. Así en el sistema de *O. crenata* Forsk./habas (*Vicia faba* L.), el retraso de la fecha de siembra desde octubre a enero decrece mucho las infestaciones de jopo, pero a su vez disminuye la producción del cultivo; por el contrario, en el sistema *O. cernua* Loefl/*Helianthus annuus* L., al adelantar las fechas de siembra desde mayo a febrero disminuye las infestaciones de jopo y aumenta la producción.

- Introducción de resistencia genética al jopo: se ha encontrado un grado suficiente de resistencia o tolerancia genética al jopo en determinados sistemas *Orobanche* sp.pl. especie cultivada. Cabe mencionar el *Helianthus annuus* /*O. cernua*, y en menor grado las habas y *Vicia* sp. contra *O. crenata*.

- Control biológico: cabe destacar las investigaciones llevadas a cabo en diversos países del este de Europa con el insecto *Phytomyza orobanchiae* Kalt, que se alimenta exclusivamente de jopos.

STRIGA: *Striga* sp pl.

- Control mecánico: consiste en el arranque de plantas de la mala hierba bruja (*Striga* sp.pl.) antes de la dispersión de ésta, disminuyendo así el banco de semillas. Pero este método tiene dos inconvenientes: por un lado, se practica cuando en la planta hospedante ya han causado un grave daño, y por otro lado, el arranque de estas plantas favorece el crecimiento de otras.

- Cultivos trampa y cultivos cebo: los cultivos trampa estimulan la germinación de sus semillas sin llegar a ser parasitadas. Los cultivos cebo son hospedantes, estimulan la germinación de las semillas y estas se instalan en dicho cultivo, entonces se destruye el cultivo cebo antes de que semille la *Striga*.

- Efecto de la fertilización: se ha demostrado que la adición de fertilizantes, en particular nitrogenados, a elevadas dosis, reduce las infestaciones de *Striga*.

- El uso del gas etileno: el etileno estimula la germinación de *Striga* y disminuye sus reservas de semillas en el suelo. Para que este tratamiento sea efectivo, las semillas tienen que estar en condiciones previas de humedad y temperatura elevada durante un cierto período de tiempo. Un sólo tratamiento de etileno a 1,5 Kg/ha puede reducir en un 95% el banco de semillas.

IMPORTANCIA AGRONÓMICA

Las especies parásitas son una importante causa de graves pérdidas económicas en el sector agrario, sobre todo si el parasitismo es intenso. Tan graves pueden llegar a ser las epidemias de estas plantas que ciertas estimaciones han dado los siguientes datos:

- El área afectada en África por especies del género *Striga* es de unos 21 millones de hectáreas. Esto provocó unas pérdidas de 4.1 millones de toneladas de cereales.

- Diversas especies de *Orobancha* afectan a unos 16 millones de hectáreas en la Cuenca Mediterránea y parte Oeste de Asia.

- Ambos géneros afectan a más del 4-5% de la superficie cultivada del mundo.

En algunos estudios se demostró que el contenido en agua, minerales y sustancias producto de la fotosíntesis disminuían en las plantas parasitadas. De ahí su importancia para los cultivos ya que el parasitismo impide que el hospedante se desarrolle de forma correcta e incluso puede ocasionarle la muerte. También se ha observado

que los efectos negativos producidos por la planta parásita se manifiestan cuando ha alcanzado cierto desarrollo, como ocurre con los géneros *Orobancha* y *Striga*, que comienzan a parasitar en su fase subterránea.

***Orobancha* sp pl. (Jopos)**

La mayoría de las especies parasitadas por este género son plantas silvestres, pero algunas especies pueden parasitar importantes cultivos agronómicos, como varios tipos de leguminosas, umbelíferas y compuestas que son parasitadas por *O. crenata*. Incluso algunas como la *O. cernua* son parásitas de especies de valor económico no por su uso alimenticio, como por ejemplo el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), que es uno de los productos vegetales que más dinero genera en el mercado internacional.

***Cuscuta* sp pl. (Cuscutas)**

Entre las especies afectadas por las cuscutas se encuentran especies de valor económico importante, como por ejemplo la cebolla (*Allium cepa* L.), espárrago (*Asparagus officinalis* L.) y otras no alimenticias pero también de gran valor como el lino (*Linum usitatissimum* L.).

***Striga* sp.pl.**

A pesar de tener una distribución predominantemente africana es un género que influye mucho en la economía agrícola mundial, ya que parasita cultivos de gran importancia, como el tabaco (García Torres, 1993).

CONCLUSIONES

Las plantas parásitas viven a expensas de otras, de las cuales recogen los nutrientes y el agua necesarios que estas transportan por el xilema o por el floema. Este

tipo de plantas han evolucionado desde un estado autotrófico primitivo a formas derivadas que mantienen su capacidad fotosintética (hemiparásitas), o que han perdido por completo su función clorofílica (holoparásita).

Para sobrevivir, estos organismos han desarrollado complejos mecanismos que los relacionan con sus hospedantes.

Podemos encontrar un gran número de especies vegetales parásitas en muchas regiones del mundo.

A pesar de que existen diversos métodos de control contra estas plantas, se debe hacer hincapié en algunos métodos culturales, por su bajo coste y agresividad para el medio ambiente, como son por ejemplo los controles mecánicos y cultivos trampa y cebo que se utilizan en especies de *Oronbanche* y *Striga*.

Este tipo de plantas también tienen gran importancia a nivel agrario y a nivel económico.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA TORRES, L. 1993. Biología y control de especies parásitas. Agrícola Española.

LÓPEZ SÁEZ, J.A., CATALÁN, P. & SÁEZ, L. 2002. Plantas parásitas de la Península Ibérica e Islas Baleares. Ediciones Mundi-Prensa.

PÁGINAS WEB:

ENCARTA 2009. Parásito.

In: http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761553247/par%C3%A1sito.html.

GÓMEZ, J.E. & CALLE, M. 2007. Naturaleza, ciencia y medio ambiente. Plantas parásitas. *In:* <http://waste.ideal.es/parasitas.htm>.

CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS PROVOCADAS POR EL HOMBRE

A. PUERTA PATIÑO; J. RODRÍGUEZ PARRA; A. TORRES CRIGNA & P. VEIGA ANDRE

adtorres@alumnos.uvigo.es, puerta_86@hotmail.com, joni_cerise@hotmail.com, pricaveiga@hotmail.com

Alumnos 1º Biología, Materia: Zooloxía (2007/2008), Universidade de Vigo

Profesora: M^a Jesús Iglesias Briones

Resumen: El cambio climático es un hecho que está afectando al mundo entero y en el cual está siendo muy importante la actuación del ser humano. El clima de la Tierra depende de muchos factores como la concentración atmosférica de aerosoles, los gases de efecto invernadero o la energía proveniente del sol, dichos factores determinarán los cambios que se produzcan. Hemos centrado el trabajo en tres puntos importantes: el consumo energético, el agua y el reciclado, y hemos hecho encuestas tanto a nivel personal como a nivel Institucional que obtienen datos estadísticos concluyentes.

Palabras clave: *Cambio Climático, consumo energético, agua, reciclado, ahorro*

Resumo: O cambio climático é un feito que está afectando ó mundo enteiro e no que está sendo moi importante a actuación do ser humano. O clima da Terra depende de moitos factores como a concentración atmosférica de aerosois, os gases de efecto invernadoiro ou a enerxía procedente do sol, estes factores determinarán os cambios que se produzan. Centramos o traballo en tres puntos importantes: o consumo enerxético, a auga e o reciclado, e fixemos enquisas tanto a nivel persoal como a nivel Institucional, obtendo datos estadísticos concluíntes.

Palabras chave: *Cambio Climático, consumo enerxético, auga, reciclado, aforro.*

INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático es un hecho calificado de “inequívoco”, y con impactos que ya son importantes. Un calentamiento global de 2° C provocaría daños irreversibles en los ecosistemas. Éste está íntimamente ligado al desarrollo y a nuestro modelo de crecimiento basado en la quema de combustibles fósiles. Las fuentes de los gases de efecto invernadero (GEI) son numerosas: quema de combustibles para generar electricidad, transporte, procesos industriales, turismo, vivienda, etc. Entre las dificultades de hacer frente al cambio climático está su carácter global, es decir, que las emisiones de unos perjudican a todos y es imposible atajar el problema sin la participación de los involucrados.

El clima terrestre depende de muchos factores, como la concentración atmosférica de aerosoles y GEI, la cantidad de energía proveniente del sol. Cuando estos varían producen un calentamiento o un enfriamiento del planeta. El gas de efecto invernadero más importante es el dióxido de carbono que es el responsable de la absorción de gran parte de la radiación infrarroja ascendente que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio. Al aumentar la capacidad de la atmósfera para absorber la radiación infrarroja, las emisiones de GEI alteran la forma en que el clima mantiene el equilibrio entre la energía incidente y la irradiada.

La cuestión ahora es saber en qué forma se manifestará el cambio. La variación de temperatura es un aspecto importante, las previsiones indican que la temperatura global aumentará sobre 0,4° C por década en los próximos veinte años. Las perspectivas

para el período 1990-2005 apuntaban un alza de entre 0,15 y 0,3° C por década. Aunque la concentración de todos los aerosoles y GEI se hubiera mantenido en los niveles del año 2000, se esperaría un calentamiento de 0,1° C por década, debido en gran parte al largo período de tiempo que necesitan los océanos para liberar el calor acumulado. Dicho aumento de temperatura desplazaría las zonas climáticas y agrícolas hacia los polos. El derretimiento de los glaciares y la dilatación térmica de los océanos podrían aumentar el nivel del mar, amenazando las zonas costeras bajas e islas pequeñas. Se cree que el calentamiento de la Tierra ocasionará un aumento adicional de unos 18 cm para el año 2030. De mantenerse las emisiones actuales de GEI, para el año 2100 los niveles podrían llegar a los 65 cm por encima de los actuales. Dado que este tema es tan amplio solamente nos hemos centrado en tres puntos importantes que son: el consumo energético, el agua y el reciclado.

Consumo Energético.

Con respecto al sector energético, previsiblemente la producción de energía eléctrica en centrales hidráulicas se verá disminuida, mientras que otras fuentes de energía renovable continuarán en funcionamiento (eólica) o aumentarán ligeramente su producción (solar). La eficiencia de las instalaciones disminuirá con las altas temperaturas. También se espera que la demanda para calefacción disminuya, mientras que la del aire acondicionado aumente.

El modelo energético actual se basa mayoritariamente en el consumo de combustibles fósiles para el transporte y la generación de energía eléctrica. Nuestra vida está directa-

mente relacionada con el consumo de energía diario, en nuestros hogares, en las industrias, medios de transporte...La energía mueve al mundo y es imprescindible en nuestra vida cotidiana, pero también es un bien escaso que además de tener un coste económico tiene un impacto ambiental de importante magnitud.

En España, cada uno de nosotros consumimos, por término medio, la misma cantidad de energía que 16 ciudadanos del Tercer Mundo. En cada hogar se consumen unos 3.300 KW/h al año lo que supone emitir a la atmósfera aproximadamente una tonelada y media de dióxido de carbono al año. Se calcula que producir un 1 KW/h de energía eléctrica supone de media emitir a la atmósfera 487gramos de CO₂. En el presente se utilizan los combustibles fósiles como 97% de la energía primaria que se consume en el mundo, 38% es carbón, 40% es petróleo y 19% es gas natural. Estos generan contaminación y no son renovables. En España, el 33% de toda la energía eléctrica es de origen nuclear (70% en Cataluña), carbón 35%, el resto fuel, gas, hidráulica, eólica (actualmente el 3%), y otras.

La generación de energía depende de la fuente primaria y se pueden clasificar en:

Combustibles fósiles - El carbón, el petróleo y el gas natural. Proviene de restos de seres vivos enterrados hace millones de años.

Energía Nuclear - Se obtiene al aprovechar las reacciones nucleares espontáneas o provocadas por el hombre.

Energía Hidroeléctrica - Consistente en la captación de la energía potencial de los saltos de agua.

Energía de las mareas - La energía oceánica,

que se obtiene bien de las mareas (de forma análoga a la hidroeléctrica), o bien a través de la energía de las olas.

Biomasa - La biomasa por descomposición de residuos orgánicos o bien por su quema directa como combustible. Sin embargo la única biomasa explotada actualmente para fines energéticos es la de los bosques.

Energía Solar - La energía solar se extrae de la luz del Sol.

Energía eólica - Es la energía cinética o de movimiento que contiene el viento, y que se capta por medio de aerogeneradores u otros.

Energía geotérmica - La energía geotérmica producida al aprovechar el calor del subsuelo en las zonas donde ello es posible.

Agua.

El agua es un compuesto fundamental para todas las formas de vida conocidas. Esta cubre el 71% de la superficie del planeta Tierra y representa entre el 50% y el 90% de la masa de los seres vivos. Se puede encontrar agua en prácticamente cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso.

El 97 % es agua salada la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares, sólo un 3% de su volumen es dulce. De ese 3%, un 1% está en estado líquido, componiendo los ríos y lagos. El 2% restante se encuentra formando casquetes o banquisa; y fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y, subterráneamente, en acuíferos. Hacia 1970 se consideraba ya que la mitad del agua dulce del planeta Tierra estaba contaminada (Fig. 1).



Fig. 1 – Agua contaminada vertida al mar

El estado natural del agua puede ser afectado por procesos naturales: los suelos, las rocas, algunos insectos y excrementos de animales. Otra forma como se puede cambiar su estado natural es artificialmente por causas humanas: con sustancias que cambien el pH y la salinidad del agua. La contaminación del agua ocurre en poblaciones que no tienen desagües, sistemas de disposición de excretas o deficientes procesos de recogida y almacenaje de desechos al arrojar basuras y aguas fecales a los ríos. Otra causa es el exceso de contaminación: fertilizantes vertidos en agua, sustancias tóxicas, como los metales pesados; los residuos urbanos (aguas negras o aguas servidas), que contienen excrementos, también generan contaminación.

Reciclado.

Es un término empleado de manera general para describir el proceso de utilización de partes o elementos de artículos desechados que después de un determinado proceso pueden ser usados nuevamente, a pesar de pertenecer a algo que ya llegó al final de su

vida útil.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales reciclados. Los recursos renovables, como los árboles, también pueden ser salvados. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO₂ y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

En el aspecto financiero, podemos decir que el reciclaje puede generar muchos empleos. Se necesita una gran fuerza laboral para agrupar los materiales aptos para el reciclaje y para su clasificación. Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos.

Problemas:

El reciclaje (Fig. 2) tiene beneficios obvios; sin embargo, también existen algunos obstáculos que hay que superar. Tal vez, el principal problema al que se enfrentan las personas cuando quieren generar un proceso de reciclaje, es la falta de sensibilidad de la sociedad en general sobre este aspecto.



Fig. 2. Cómo separar para reciclar.

Los problemas sociales relacionados con el reciclaje no se solucionan solamente con la educación. Las sociedades tienden a resistirse a los cambios. El ciclo tradicional de adquirir - consumir - desechar es muy difícil de romper. Reciclar en la oficina o en el hogar requiere de un esfuerzo extra para separar los materiales. Siempre será más fácil el hábito de arrojar todo hacia fuera.

Proceso del Reciclaje:

Existen tres actividades principales en el proceso del reciclaje:

- 1.- Recolección. Se debe juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo a su tipo específico.
- 2.- Manufactura. Los materiales clasificados se utilizan nuevamente como materias primas para algún proceso.
- 3.- Consumo. Los materiales de desperdicio deben ser utilizados. Los compradores deben demandar productos con el mayor porcentaje posible de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.

MÉTODOS

Hemos hecho encuestas tanto a nivel individual como a nivel Institucional (Fig. 3) (Facultad de Ciencias de la Universidad de Vigo) y los datos obtenidos han sido analizados estadísticamente.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Consumo Energético.

Los resultados de los cuestionarios realizados con 120 personas en la ciudad de Vigo, en cuanto al hábito de la gente en consumir y ahorrar energía podemos ver los resultados en la figura 4.

Se calcula que casi un 15% del consumo

Consumo eléctrico del CUVI (edificio de ciencias experimentales)	
Año	Consumo en KW
2006	2182,619
2007	2136,374

Consumo de Gasóleo	
Año	Consumo
2006	125,000
2007	108,440

Fig. 3. Consumo eléctrico y de gasóleo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Vigo

de una vivienda se produce por aparatos electrónicos conectados en *stand by*.

Otro de los datos que concluimos de las encuestas es que un 58% de los encuestados nunca deja la luz de la habitación encendida cuando no está en ella, un 35% contestó que lo hace "a veces" y un 7% contestó que si la dejan encendida.

En cuanto a la utilización de bombillas de



Fig. 4 – Resultados obtenidos de las encuestas individuales sobre el hábito de dejar encendido el *stand by*

bajo consumo: un 72% dijeron que si las usan y un 28% que no. Si sustituyésemos una bombilla tradicional de 100 W por una fluorescente equivalente de 20 W el ahorro anual sería de 93,4 W/h.

La calefacción o calentador suponen un consumo del 15% de energía del hogar, por

eso es muy importante saber suministrar ese tipo de consumo. De los encuestados 15% siempre la tienen encendida, 25% contestaron que “a veces” y 60% que sólo la tienen encendida en momentos puntuales.

El transporte supone un 15% del total de la energía consumida en el país. Un litro de gasóleo consumido supone 2,6 Kg de CO₂ emitido a la atmósfera, la misma cantidad de gasolina supone 2,3 Kg de CO₂. Teniendo en cuenta que en 1 Km en coche son emitidos 0,3 Kg de CO₂ y en 1 Km en bus por viajero son emitidos 0,06 Kg de CO₂ a la atmósfera, el transporte público debe ser visto como una de las mejores alternativas frente ese problema. Según la encuesta realizada sobre el uso del autobús: 40% de los encuestados coge el autobús, de las cuales 34% lo cogen de 1 a 3 veces a la semana, 28 % de 4 a 6 veces, 15% de 7 a 9 veces y 23% lo cogen más de 10 veces a la semana.

Agua.

Conforme a las encuestas realizadas se sacan unas conclusiones no muy positivas de nuestra sociedad. Un 67% de los encuestados dicen que no cierran el grifo de agua mientras se enjabonan en la ducha, en cambio, un 63% dicen que cierran el grifo mientras se lavan los dientes. Normalmente el caudal de un grifo oscila entre 6.9 y 12 L agua/min.

Un 97% de los encuestados prefieren la ducha antes que bañarse. En un baño se gastan de media 300 L de agua; 3 veces más que en una ducha de 10 min. (Fig. 5).

Sistemas modernos como las cisternas con interrupción de descarga nos permiten hacer un ahorro de agua considerable. La normativa europea limita la capacidad de las cister-

nas a 9 L, aunque varios fabricantes importantes han lanzado al mercado modelos de 6 L de volumen y con pulsador de corte de descarga a 3 L, lo que permite un ahorro de agua dependiendo de la utilización. Los datos de la utilización de este método son que solamente un 25% utilizan doble pulsador.

En cuanto a los electrodomésticos, la lavadora utiliza aproximadamente 100 L de agua/cada lavado (Fig. 6). Un 45% pone la lavadora entre 1-4 veces/semana, un 32% la pone entre 5-8 veces y un 23% la usa más de 8 veces. En cuanto al lavavajillas, cada vez que se pone utiliza entre 20 y 40 L de agua, con un consumo por cubierto que puede superar los 2 L. Un 36% de los encuestados dice tener un lavavajillas.



Fig.5 – N° de veces que los encuestados se duchan

Como dato curioso podemos añadir que, de media, cada gallego gasta al día 152 L de agua, tres veces más de lo recomendado. Si se tienen en cuenta estas cifras, el gasto de agua potable en la Comunidad sigue siendo mucho mayor que el consumo recomendado.

Muchos son los métodos para ahorrar agua como: cerrar los grifos mientras no se

usan, utilizar el lavavajillas siempre lleno, reducción de pérdidas por fugas en las instalaciones domésticas, tomar duchas en vez de baños, cabezales de grifos con reducción de caudal y nuevos dispositivos como interruptores y temporizadores para grifos, etc.

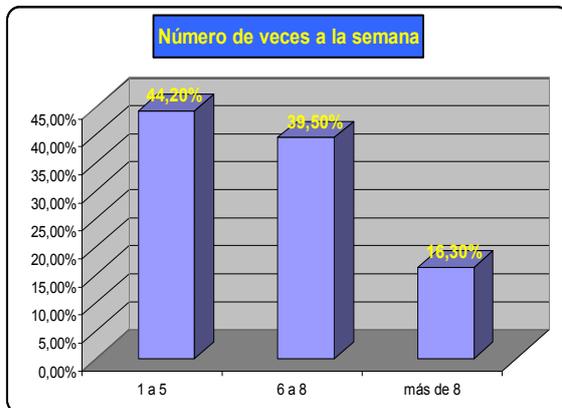


Fig. 6 – Veces que los encuestados utilizan el lavavajillas por semana

La agricultura en España supone un 70% del agua disponible. La mejora de infraestructuras y un plan ecológico de riego, como el sistema de multigoteo, suponen un ahorro de hasta un 90%. Lo que evitaría el debate del transvase de ríos, como el Ebro.

Reciclado.

Los cuestionarios realizados sobre el uso de bolsas de basura semanales indican: que aproximadamente el 8% de las personas usan 1 - 3 bolsas semanales, el 41% 4 - 6 bolsas semanales, el 38% 7 - 9 bolsas y el 10% más de 9 bolsas. Cada habitante genera de media un kilogramo de basura al día, lo que hace 850.000 toneladas anuales. Por lo tanto, es fundamental reciclar, ya que nos estamos quedando sin lugares en los que depositar la basura.

Otro de los datos que concluimos de la encuesta realizada a 120 personas, es que el 81% de ellas sí recicla algún tipo de materia prima. En la figura 7 se pueden observar

los porcentajes de las materias primas recicladas.

Otra de las preguntas realizadas en el cuestionario estaba relacionada con el reciclado del aceite, indicando que un 75% de las personas no lo reciclaban. Un litro de aceite puede contaminar muchísimos litros de agua.



Fig. 7 – Porcentajes de encuestados que reciclan distintos materiales

Una de las últimas preguntas que hicimos fue si se tiraba algún tipo de vertido al inodoro, así como colillas, pelos, papeles, etc. Un 25% respondió que usualmente sí tira algún tipo de vertido. Puesto que por cada vez que tiramos de la cadena, usamos entre 10 y 12 litros, la capacidad de agua que podríamos ahorrar sería abismal.

Por último, una de las maneras que el proceso de reciclado funcione, es usar aquellos productos que hayan sido reciclados, ya que si ninguna persona los usa, el proceso se para. Por lo tanto deberíamos usar más papel reciclado (sólo un 16% de los encuestados suelen usarlo), usar más pañuelos de tela, en vez de papel (un 92% usan pañuelos de papel). Suponiendo que por cada to-

nelada de papel y cartón reciclado se salvan 16 árboles, supondría un gran beneficio tanto ecológico como económico. Intentar reciclar aquellas cosas que, usualmente cuando vamos por la calle tiramos, al suelo o a la papelería más cercana.

CONCLUSIONES

En definitiva, podemos decir que actuamos por encima de nuestras posibilidades. El momento a partir del cual la cantidad de recursos que consumimos comenzó a ser mayor que la oferta de la Tierra se produjo en los años 80. Hasta entonces, la Tierra podía ofrecernos más de lo que consumíamos. Pero la demanda empezó a superar a la oferta. Y la brecha sigue aumentando.

Del total de personas encuestadas un 98% de ellas han dicho que sí que son conscientes de la necesidad de proteger el medio ambiente, pero también hay un 2% que no lo son. Algunas de las medidas que dan como solución a estos problemas que existen hoy en día son: hacer campañas de concienciación de reciclado, poner más contenedores de reciclaje, utilizar más energías renovables, intentar gastar menos agua, limitar las emisiones...etc.

Por otra parte, el 85% de los encuestados respondió que sí, que se está notando el cambio actualmente y que provocarán da-

ños tanto a corto como a largo plazo. Creen que se nota, sobre todo por las subidas de temperatura (cambios climáticos), en la disminución de lluvias, inundaciones, etc; sin embargo, un 15% opina que es un proceso demasiado lento como para que se esté notando en la actualidad y hasta hay quien opina que es todo una invención.

BIBLIOGRAFÍA

- www.greenfacts.org
- www.ecopibes.com/problemas/invernadero/consecuencias.htm
- www.prodiversitas.bioetica.org
- www.ecoembes.com
- www.consumosustentable.org
- www.programaceroco2.com
- www.wikipedia.org
- www.climnet.org
- www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/trabajos/energias/biomasa.htm
- www.crisisenergetica.org
- www.greenpeace.org/espana
- www.tecnun.es/Asignaturas/ecologia/Hipertexto/10CAtm1/200Conta.htm
- www.miliarium.com/Monografias/Sequia/Consumo_Agua.htm
- <http://eco.microsiervos.com/practico/ques-emision-co2-kilometro-recorrido.html>
- www.cuentagotas.net

ESTUDIO SOBRE LA GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L. cv *Castellana*)

M. GRAÑA GONZÁLEZ; F. JUNCAL JUNCAL; X. LÓPEZ GOLDAR; E. PÉREZ GARCÍA &
L. VAZQUEZ BUGALLO.

martitag7@hotmail.com, helenita115@hotmail.com, xolopez@alumnos.uvigo.es, esthperez@alumnos.uvigo.es, lucia-
vazquez@alumnos.uvigo.es

Alumnos 5º Bioloxía, Materia: Métodos en Fisioloxía Vexetal (2007-2008), Universidade de Vigo

Profesora: Mercedes Gallardo Medina

Resumen: En este estudio se efectuó una aproximación experimental al proceso de germinación de semillas de *Cicer arietinum* L. cv. *Castellana*. Para ello, se evaluaron la toma de agua (mgPF), el porcentaje de germinación, el contenido de proteínas (mg/gPF) y de azúcares (mg/gPF) totales en diferentes estadios germinativos (0, 3, 24 y 72 horas) de las semillas. Los resultados demostraron que todo el proceso de germinación es muy eficaz en esta variedad y que está sujeto a una estricta regulación.

Palabras clave: peso fresco, germinación, contenido de proteínas, contenido de azúcares, garbanzo, *Cicer arietinum*.

Resumo: Neste estudo efectuouse unha aproximación experimental ó proceso de xerminación de sementes de *Cicer arietinum* L. cv. *Castellana*. Para elo, avaliáronse a toma de auga (mgPF) a porcentaje de xerminación, o contido de proteínas (mg/gPF) e de azúcares (mg/gPF) totais en diferentes estadios xerminativos (0, 3, 24 e 72 horas) das sementes. Os resultados demostraron que todo o proceso de xerminación é moi eficaz nesta variedade e que está suxeito a unha estricta regulación.

Palabras chave: peso fresco, xerminación, contido de proteínas, contido de azúcares, garavanzo, *Cicer arietinum*.

INTRODUCCIÓN

La germinación de la semilla comprende una serie de procesos que comienzan con la imbibición de agua y culminan con la emergencia de la radícula a través de las cubiertas. La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos que incluyen la activación del proceso respiratorio, la síntesis proteica y la movilización de las reservas (Bewley, 1997). La hidratación inicial de la semilla depende en gran parte del potencial hídrico de las células que la componen. En muchos casos los valores iniciales del potencial hídrico son muy bajos, pudiendo ser menor que -100 Mpa (Matilla, 2000a).

Con la toma de agua se activa el proceso respiratorio y con ello toda la maquinaria metabólica, se induce la síntesis proteica que da lugar, entre otras proteínas, a la formación de enzimas hidrolíticas que producen la movilización de las reservas (Matilla, 2000a).

Las principales reservas de las semillas suelen componerse de lípidos, proteínas, carbohidratos y compuestos inorgánicos. En el caso de las leguminosas, se almacenan proteínas junto con cantidades considerables de almidón, siendo en éstas los lípidos muy escasos. Además, las proteínas y los hidratos de carbono de reserva están localizados en los cotiledones, que generalmente son muy voluminosos (Matilla, 2000a). La movilización de estas reservas requiere un proceso previo de hidrólisis para liberar compuestos de menor peso molecular, que pueden ser utilizados durante el crecimiento inicial de la plántula. El eje embriionario en desarrollo puede regular la movilización de las reservas a través de mecanis-

mos hormonales como la acción de giberelinas sintetizadas por el propio eje, induciendo la síntesis de enzimas hidrolíticas (Debeaujon y Koornneef, 2000; Matilla, 2000a). Cabe destacar la acción del etileno en la inducción de la germinación de muchas especies. De hecho, la semilla de garbanzo requiere la síntesis de esta hormona para que se produzca la germinación (Gallardo et al., 1994; Matilla, 2000b).

Los cambios fisiológicos y metabólicos que sufren las semillas no latentes después de la imbibición de agua culminan con el inicio de la división celular en el embrión y el desarrollo posterior de la plántula. Por lo general, este proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge, produciendo la ruptura de la testa. En las plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen bajo el suelo, con un corto hipocótilo. Con posterioridad, el epicótilo se alarga y aparecen las primeras hojas verdaderas, como sucede en la semilla de garbanzo (Matilla, 2000a).

MATERIAL Y MÉTODOS

Con objeto de realizar un seguimiento del proceso germinativo de semillas de garbanzo, se seleccionaron un total de 1100 semillas por homogeneidad de tamaño, sin tratar y conservadas previamente en cámara fría a 4°C y en oscuridad. Éstas se distribuyeron en 4 grupos: T_0 (semilla "seca"), T_1 (imbibición 3 horas), T_2 (incubación 24 horas) y T_3 (incubación 72 horas).

Procedimiento.

Todas las semillas, excepto las correspondientes al estadio T_0 , se sumergieron en hipoclorito sódico al 1% con el fin de evitar la contaminación de la cubierta. Posteriormente, las semillas del grupo T_1 se sumer-

gieron en agua destilada durante 3 horas en oscuridad; las de los grupos T₂ y T₃ se distribuyeron en grupos de 50 semillas sobre bandejas de germinación de 30x20 cm, con dos papeles de filtro humedecidos con 150 ml de agua destilada y cubiertas con papel de aluminio. Finalmente, las bandejas se dispusieron en una estufa termostatzada Sanyo Incubator a 25°C en oscuridad, con una humedad relativa del 70%.

Determinación del Peso Fresco (PF) y Porcentaje de Germinación.

Se determinó el peso de las semillas del estadio T₀ (mg PS/semilla). A continuación se separaron manualmente los ejes embrionarios y cotiledones de las mismas y se obtuvieron los mg PS/eje y mg PS/cotiledón, respectivamente. Para la determinación del peso de las semillas del estadio T₁ (mg PF/semilla), el procedimiento fue idéntico al anterior. En este caso, las semillas se secaron previamente y la extracción de los órganos se ejecutó sobre hielo picado. Transcurrido el tiempo de germinación estipulado más arriba para las semillas correspondientes a los estadios T₂ y T₃, se calculó el porcentaje de germinación por bandeja, considerando como semilla germinada aquella cuyo eje embrionario hubo atravesado la cubierta seminal. Después, las semillas y órganos se pesaron análogamente al grupo T₁.

Para cada estadio se obtuvieron 3 g de ejes embrionarios y 3 g de cotiledones para el ulterior análisis de proteínas y azúcares totales.

Activación Metabólica. Síntesis de Proteínas y Movilización de las Reservas.

3 g de ejes embrionarios y cotiledones de cada estadio se homogenizaron en morteros de porcelana, preenfriados en congelador, colocados sobre hielo picado para evitar la degradación de la muestra. A continuación, se homogenizó con tampón de extracción fosfato sódico 200 mM pH = 7.0 en proporción 1:2 (p/v). Los homogenizados se trasladaron a tubos de centrifuga y se centrifugaron a 4°C, 15.000 r.p.m. durante 15 minutos en una supercentrifuga Sorvall modelo RC 5B Plus. El sobrenadante obtenido se almacenó a -20°C hasta el momento de su utilización.

Determinación de Proteínas Totales. Método de Bradford.

A partir del sobrenadante anterior se realizó la determinación de la cantidad de proteínas totales correspondientes a los ejes embrionarios y cotiledones de cada estadio (T₀, T₁, T₂ y T₃) mediante el método de Bradford (1976), utilizando seroalbúmina bovina (BSA) 1 µg/µL como patrón. Para que las medidas entrasen en el rango de absorbancias de la curva patrón se hizo necesaria la dilución de las muestras de la forma que se indica en la tabla 1.

Determinación de Azúcares Totales.

Se determinó el contenido de azúcares totales a partir de los sobrenadantes almacenados a -20°C por el método de Dubois *et al* (1956), utilizando glucosa 100 µg/mL como patrón. En algunos casos tuvieron que

Muestra	E T ₀	CT ₀	ET ₁	CT ₁	ET ₂	CT ₂	ET ₃	CT ₃
Dilución	1/50	1/50	1/50	1/50	1/10	1/50	1/10	1
Vol. Muestra (µL)	20	20	20	20	50	20	100	
Vol. Agua (µL)	980	980	980	980	950	980	900	

Tabla 1. La nomenclatura E corresponde a ejes embrionarios y C a cotiledones.

Muestra	E T ₀	C T ₀	E T ₁	C T ₁	E T ₂	C T ₂	E T ₃	C T ₃
Dilución	1/100	1/200	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
Vol. Muestra (µL)	10	5	20	20	20	20	20	20
Vol. Agua (µL)	990	995	980	980	980	980	980	980

Tabla 2. La nomenclatura E corresponde a ejes embrionarios y C a cotiledones.

diluirse las muestras como consecuencia del excesivo color resultante de la determinación. Las diluciones y volúmenes utilizados se muestran en la tabla 2.

RESULTADOS

Peso Fresco de las Semillas y Porcentaje de Germinación.

En este ensayo, los resultados revelaron una ganancia de peso de las semillas, cotiledones y ejes embrionarios en los tiempos analizados, alcanzándose el valor más alto a las 72 horas en todos ellos (Tabla 3).

1a y 1b). En relación a los ejes embrionarios, el incremento de peso alcanzó su mayor pendiente a partir de las 24 horas, llegando a aumentar aproximadamente en 21 veces a las 72 horas en comparación con el control (Fig. 1c). A las 0 horas (control), el peso de los cotiledones fue aproximadamente 54 veces superior al de los ejes embrionarios, mientras que a las 72 fue de 5 veces.

	<u>0 horas (control)</u> mgPS/semilla	<u>3 horas</u> mgPF/semilla	<u>24 horas</u> mgPF/semilla	<u>72 horas</u> mgPF/semilla
Semillas enteras	282.76 ± 17.51	518.57 ± 3.96	622.49 ± 10.10	721.62 ± 17.23
Cotiledones	273.68 ± 11.97	486.41 ± 11.45	586.79 ± 21.93	599.97 ± 9.80
Ejes embrionarios	5.73 ± 1.27	7.93 ± 2.44	11.93 ± 1.56	119.79 ± 14.20

Tabla 3. Pesos frescos de las semillas de garbanzo en los diferentes estadios evaluados

En relación al porcentaje de germinación, los valores fueron superiores al 80% tanto para las semillas evaluadas a 24 como a 72 horas (Tabla 4).

	24 horas	72 horas
% Germinación	84.29 ± 6.97	96.50 ± 1.0
Nº semillas germinadas	42.14 ± 3.48	48.25 ± 0.50

Tabla 4. Porcentaje de germinación y del número de semillas germinadas por bandeja.

En cuanto al peso de las semillas enteras y de los cotiledones, el mayor incremento se observó tras las 3 primeras horas en imbibición, momento en el que se obtuvo casi el doble de peso con respecto al control (Figs.

Por otro lado, las semillas mantenidas durante 24 y 72 horas para el estudio de la germinación tuvieron un porcentaje de éxito de más de un 80% (Tabla 4). En base al número de semillas germinadas, las bandejas analizadas a las 24 horas presentaron un rango amplio (38-48 semillas germinadas) mientras que a las 72 horas dicho rango fue muy estrecho (48-49 semillas germinadas).

Contenido de Proteínas.

Nuestros resultados revelaron un descenso en el contenido de proteínas durante la germinación tanto en los cotiledones como en

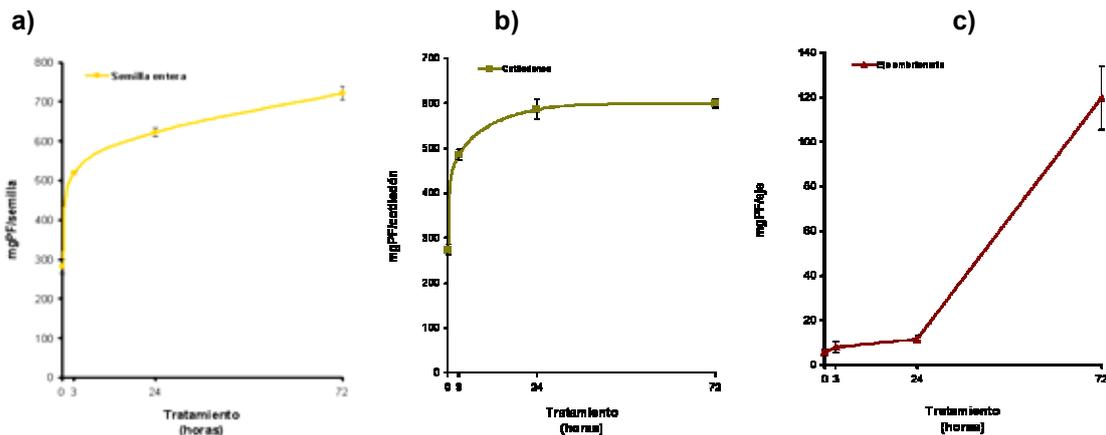


Figura 1. Variación de peso fresco (mgPF/semilla) de las semillas de garbanzo a 0, 3, 24 y 72 horas; a) Semilla entera; b) Cotiledón; c) Eje embrionario. Los resultados representados son producto de la media de cuatro réplicas. Las líneas verticales en cada punto se corresponden con la desviación típica.

	0 horas (control) mg proteína/gPS	3 horas mg proteína/gPF	24 horas mg proteína/gPF	72 horas mg proteína/gPF
Cotiledones	385.31 ± 112.72	61.07 ± 6.62	195.17 ± 8.66	1.78 ± 0.20
Ejes embrionarios	190.03 ± 31.42	62.14 ± 4.16	62.73 ± 1.71	50.24 ± 4.27

Tabla 5. Contenido de proteínas en las semillas de garbanzo en los tiempos analizados

los ejes embrionarios (Tabla 5, Fig. 3). Los mayores niveles se registraron en ambas estructuras a las 0 horas. En esta fase, además, los cotiledones presentaron el mayor contenido en proteínas siendo, incluso, más del doble respecto a los ejes embrionarios

(385.31 y 190.03 mg proteína/gPF, respectivamente). A las 3 horas post-imbibición, se produjo un descenso en el contenido de proteínas de cotiledones y ejes embrionarios llegando a presentar valores idénticos (61.07 mg/gPF y 62.73 mg/gPF, respectiva-

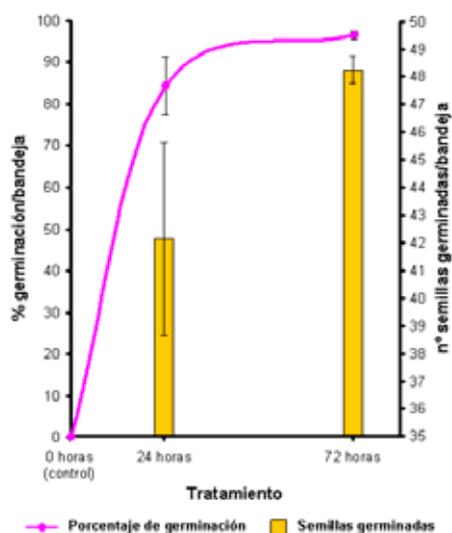


Figura 2. Porcentaje de germinación y número de semillas por bandeja a 24 y 72 horas de germinación. Los resultados representados son producto de la media de siete (24 horas) y cuatro (72 horas) réplicas. Las líneas verticales en cada punto se corresponden con la desviación típica.

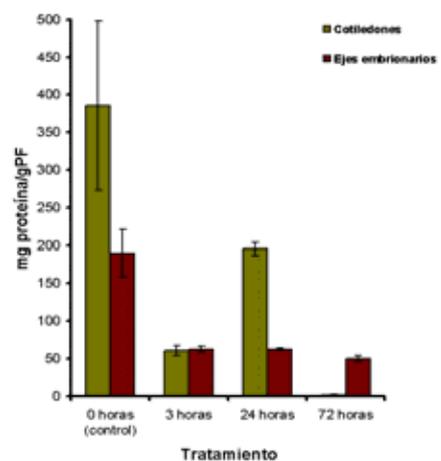


Figura 3. Contenido de proteínas (mg/gPF) en cotiledones y ejes embrionarios de garbanzo a 0, 3, 24 y 72 horas. Los resultados representados son producto de la media de tres réplicas. Las líneas verticales en cada punto se corresponden con la desviación típica.

	0 horas (control) mg azúcar/gPS	3 horas mg azúcar/gPF	24 horas mg azúcar/gPF	72 horas mg azúcar/gPF
Cotiledones	476.62 ± 3.90	37.25 ± 4.09	73.48 ± 1.36	22.75 ± 0.67
Ejes embrionarios	107.12 ± 4.24	36.61 ± 2.98	22.12 ± 2.28	55.79 ± 0.32

Tabla 6. Contenido de azúcares en las semillas de garbanzo en los estadios estudiados.

mente). A las 24 y 72 horas, la cantidad de proteínas en los cotiledones tuvo un incremento inesperado de sus niveles en 3 veces (24 horas) seguido de un descenso de 35 veces (72 horas) respecto a las 3 horas en imbibición. De esta manera, a las 24 horas, el contenido de proteínas en los cotiledones se triplicó respecto al de los ejes embrionarios y a las 72 horas dicha cantidad se redujo hasta prácticamente 0. En los ejes embrionarios, a partir de las 3 horas post-imbibición los valores obtenidos permanecieron más o menos constantes hasta la última fase analizada, ésta inclusive.

Por último, se calculó el contenido de proteínas en porcentaje de esta variedad de garbanzo (por semilla), que fue de 57.53%.

Contenido de Azúcares.

Durante el proceso de germinación, el contenido de azúcares totales disminuyó tanto en los cotiledones como en los ejes embrionarios (Tabla 6, Fig. 4). A las 0 horas, tanto los cotiledones como los ejes embrionarios presentaron los valores más altos, si bien los cotiledones superaron en más de 4 veces la cantidad respecto a la de los ejes embrionarios (476.62 y 107.12 mg/gPF, en cada caso). Tras las 3 horas en imbibición, la cantidad de azúcares en los cotiledones y en los ejes se redujeron 13 y 3 veces respectivamente hasta alcanzar valores similares entre sí (37.25 y 36.61 mg/gPF, respectivamente). A las 24 horas, el contenido de azúcares en los cotiledones se duplicó mientras que en los ejes los niveles disminu-

yeron 1.5 veces con respecto al estadio anterior. A las 72 horas, en los cotiledones se produjo un nuevo descenso en los niveles de azúcares de 3 veces y, en los ejes, su contenido casi se triplicó en relación a los valores obtenidos a las 24 horas.

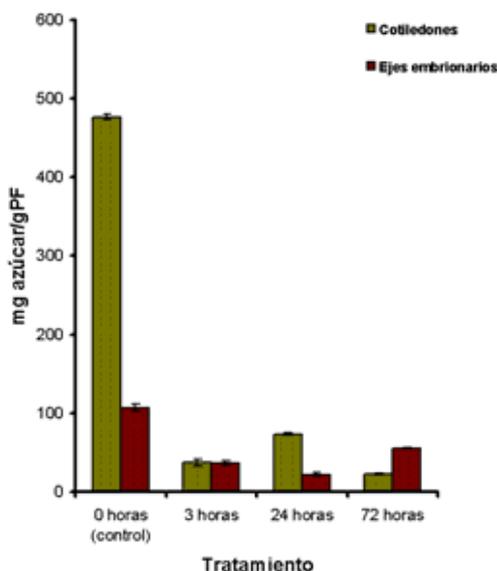


Figura 4. Contenido de azúcares (mg/gPF) en cotiledones y ejes embrionarios de garbanzo a 0, 3, 24 y 72 horas. Los resultados representados son producto de la media de tres réplicas. Las líneas verticales en cada punto se corresponden con la desviación típica.

INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Peso Fresco de las Semillas y Porcentaje de Germinación.

En nuestro estudio, durante el proceso de germinación se observaron una serie de cambios importantes en las semillas, producidos por la imbibición inicial, que implicaron un aumento de peso y la degradación de las reservas (Khattak *et al.*, 2007). Durante las primeras horas (T₁) absorbieron gran canti-

dad de agua debido a la gran diferencia de potencial hídrico y, a simple vista, esto se tradujo en un aumento significativo del tamaño y del peso hasta las etapas finales de la germinación, donde se redujo progresivamente hasta ser prácticamente nula (Tabla 3).

En cuanto al porcentaje de germinación, los resultados obtenidos son consecuentes con los de Iglesias y Babiano (1995) y Hernández-Nistal *et al.* (2006). Desde nuestro punto de vista, el tiempo óptimo para evaluar el mayor porcentaje de germinación con un rango de variación mínimo sería entre 48-72 horas post-imbibición (Tabla 4).

Contenido de Proteínas Totales.

En nuestro estudio hemos observado que la diferencia entre T_0 y T_1 es muy acusada en los cotiledones (Fig. 3). La explicación más plausible es por la metodología utilizada ya que el peso del material en un estadio y en otro, a pesar de ser idénticos, no lo fueron en el número de cotiledones y tampoco en su contenido en agua. En este aspecto, en la fase T_1 las proteínas estaban más diluidas a consecuencia de la imbibición. A las 24 horas, se produjo un aumento desorbitado del contenido de proteínas, quizá debido a un error metodológico por realizar diluciones diferentes a las demás horas de los estadios. A las 72 horas se observa una acusada disminución provocada por la dilución debido al contenido hídrico de los cotiledones. Sin embargo, la variación existente entre este tiempo y las 24 horas es muy acusada como para que se produjera dicha disminución de esta manera según nuestros resultados. Además, este estudio reveló que nuestras semillas se comprendían dentro del valor biológico de las proteínas estipula-

do por la FAO (52-78%) (Hernández y Sastre, 1999).

En relación a los ejes embrionarios, a las 0 horas el contenido en proteínas fue obviamente menor que en los cotiledones ya que estos últimos actúan como reservorio de estos compuestos cuando la semilla está "seca". En nuestro estudio, la extracción del eje embrionario en esta fase del ensayo fue dificultosa y, además de extraer el eje, pudimos cortar parte del cotiledón y la cubierta externa, pudiendo influir en los resultados de las proteínas totales de los susodichos ejes. A las 3 horas de imbibición (T_1) el contenido de proteínas de los ejes se redujo de forma menos drástica que en el caso de los cotiledones. Esto fue debido a que el cotiledón, proporcionalmente, tomó más cantidad de agua del exterior, diluyendo más su contenido en proteínas que las del eje en este estadio. En esta fase, la cantidad de proteínas en sí no se vio afectada porque a este tiempo las hormonas no ejercieron su función sobre las reservas del cotiledón (Matilla, 2000a). Tanto en T_1 , T_2 y T_3 , la cantidad de proteínas permaneció a niveles similares dado que la relación actividad biosintética/degradativa fueron más o menos idénticas. A partir de las 24 horas, coincidiendo con el fuerte incremento de peso de los ejes, la acción de distintas hormonas en el cotiledón refuerza la hipótesis de que a este tiempo sus reservas ya comenzaron a ser hidrolizadas y transportadas a los ejes dando como resultado el crecimiento de la radícula.

Contenido de Azúcares Totales.

Con respecto al contenido de azúcares, se observó una alta cantidad en el cotiledón "seco" (T_0), debido a la presencia de las re-

servas de almidón. Con el inicio de la imbibición, transcurridas 3 horas, se pudo apreciar una disminución significativa en el contenido inicial de azúcares en cotiledones, debido a la toma de agua (Fig. 4). A las 24 horas se constató una acumulación de azúcares en los cotiledones que se corresponde con la hidrólisis de las reservas previa al transporte de sus productos hacia el eje, proceso regulado fundamentalmente por giberelinas (Debeaujon y Koornneef, 2000; Matilla, 2000a). La disminución observada a las 72 horas se debió enteramente al transporte hacia el eje embrionario de estos nutrientes para facilitar su crecimiento. De hecho, si sólo se tiene en cuenta el peso seco (sin agua) y la cantidad obtenida de azúcares, se observaría un rápido pero continuo descenso del contenido de azúcares en los cotiledones (por el transporte hacia el eje) y un sustancial incremento en los ejes embrionarios a partir de las 24 horas y hasta el final del periodo estudiado, que coincide con la hidrólisis de las reservas y su transporte hasta el eje embrionario (Fig. 5).

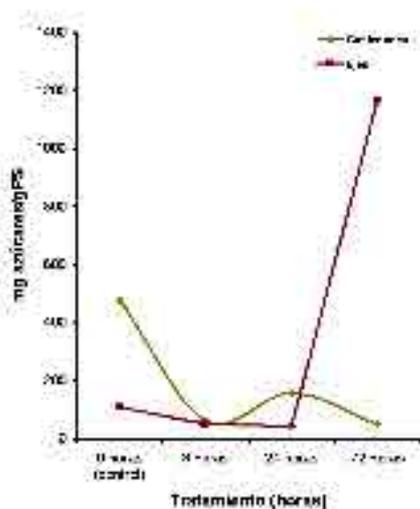


Figura 5. Contenido de azúcares (mg/gPS) en cotiledones y ejes embrionarios de garbanzo a 0, 3, 24 y 72 horas. Los resultados representados son la media de las tres réplicas de la tabla 4 descontando el peso del agua en cada tratamiento y órgano.

En los ejes, el contenido inicial de azúcares fue mucho más reducido a la espera de la reactivación metabólica que se produjo con la toma de agua para promover la movilización de reservas desde el cotiledón. Una cantidad mínima de polisacáridos en los ejes preexistió a pesar de estar en estado de letargia. En los ejes, como en los cotiledones, pudo producirse la dilución de estos azúcares tras la entrada de agua cuya activación metabólica posterior conllevó que en los estadíos posteriores estas reservas remanentes empezasen a ser utilizadas.

En conclusión, podemos afirmar que el proceso de germinación es muy eficaz en esta variedad de semillas de garbanzo y, además, la toma de agua en la fase de imbibición es de vital importancia para la ruptura de la testa, con el consecuente aumento de peso. En cuanto a las reservas, vemos que, en general, la cantidad de proteínas y azúcares en el cotiledón es alta al principio de la germinación y va disminuyendo a medida que el embrión crece. Esta eficacia presentada por el proceso germinativo demuestra estar sujeta a una estricta regulación, tanto hormonal como metabólica.

BIBLIOGRAFÍA

BEWLEY, J. 1997. Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell*, 9:1055-1066.

BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-254.

DEBEAUJON, I. & KOORNNEEF, M. 2000. Gibberellin requirement for *Arabidopsis* seed germination is determined both by testa characteristics and embryonic abscisic acid. *Plant Physiology*, 122:415-424.

DUBOIS, M., GUILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS, P. A. AND SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28:530.

GALLARDO, M., MUÑOZ DE RUEDA, P., MATILLA, A.J. & SÁNCHEZ-CALLE I.M. 1994. The relationship between ethylene production and germination of *Cicer arietinum* seeds. *Biologia Plantarum*, 36:201-207.

HERNÁNDEZ, M. & SASTRE, A. 1999. Tratado de nutrición. Ed. Díaz de Santos. In: <http://books.google.es>

HERNÁNDEZ-NISTAL, J., LABRADOR, E., MARTÍN, I., JIMÉNEZ, T. & DOPICO, B. 2006. Transcriptional profiling of cell wall protein genes in chickpea embryonic axes during germination and growth. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44:684–692.

IGLESIAS, R. & BABIANO, M. 1996. ABA levels in chick-pea seeds during the first twenty-four hours of germination. Effect of polyethylene-glycol. *Phytochemistry*, 41:681-683.

KHATTAK, A. B., ZEB, A., KHAN, M., BIBI, N., IHSANULLAH & KHATTAK, M. S. 2007. Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chemistry*, 103:115-120.

MATILLA, A. J. 2000a. Germinación y dormición de las semillas. In: Fundamentos de Fisiología Vegetal. AZCÓN BIETO, J. & TALÓN, M. Interamericana. McGraw-Hill.

MATILLA, A.J. 2000b. Ethylene in seed formation and germination. *Seed Science Research*, 10:111-126.

BIOLOGÍA GENERAL DE *Anisakis* sp.

Trabajo seleccionado de la 2ª R.A.P. internacional

A. ALONSO GARCÍA; M. ÁLVAREZ SATTÁ; L. GONZÁLEZ FILGUEIRA & I. GUTIÉRREZ DÍEZ

aalonso@alumnos.uvigo.es, mariaalvarezs@alumnos.uvigo.es, luciagonzalezfi@alumnos.uvigo.es
& igutierrez@alumnos.uvigo.es

Alumnos 2º Biología, Materia: Parasitología (2007-2008), Universidade de Vigo

Profesora: M^a Cristina Arias Fernández

Resumen: Debido a la importancia que ha cobrado *Anisakis* en la actualidad, se hace necesario el estudio general de su biología, incidiendo en los aspectos que más influyen en la salud humana. Por ello, este trabajo de revisión tiene como objetivo reflejar la repercusión económica y sanitaria de *Anisakis* en la sociedad actual.

Palabras clave: *Anisakis*, ventrículo, L3, anisakiosis, prevención.

Resumo: Debido á importancia que cobrou *Anisakis* na actualidade, faise preciso o estudo xeral da súa bioloxía, incidindo nos aspectos que máis inflúen na saúde humana. Por iso, este traballo de revisión ten como obxectivo reflectir a repercusión económica e sanitaria de *Anisakis* na sociedade actual.

Palabras chave: *Anisakis*, ventrículo, L3, anisakiase, prevención

RASGOS GENERALES

La palabra *Anisakis* deriva etimológicamente del griego *anisos* desigual, y *akis* punta. Este término fue acuñado por primera vez por Félix Dujardin en 1845, quien identificó los gusanos adultos y puso nombre al género.

Anisakis sp. es un nematodo de la familia Anisakidae. Como tal, posee características comunes a los nematodos: Presenta una forma cilíndrica y alargada, carece de cilios o flagelos móviles, presenta eutelia y carece de segmentación.

La epidermis segrega una cutícula flexible, acelular e inerte, compuesta fundamentalmente por colágeno, que le ayuda a protegerse de los jugos gástricos e intestinales del hospedador. Es pseudocelomado y el pseudoceloma actúa como órgano hidrostático, permitiéndole su movimiento. La musculatura es únicamente longitudinal.

Su sistema digestivo es completo (bocano). La boca se encuentra anteriormente, rodeada de labios, anfidios o deridios; el ano está en posición subterminal.

El sistema nervioso está compuesto por un anillo perifaríngeo, nervio dorsal, nervio ventral y nervios laterales.

Son dioicos. Las primeras fases larvianas (L1 y L2) presentan un esófago rabadiforme (bulbo esofágico) y a partir de la L3, el esófago ya es filariforme. En el caso de los anisákidos la faringe no es muscular, sino glandular y recibe el nombre de ventrículo.

Al igual que ocurre con todos los parásitos que tienen un ciclo de vida complejo que implica a varios hospedadores, los detalles de su morfología varían en función del hospedador y de la fase vital en la que se encuentre. Sin embargo, trataremos de dar

una visión general de la morfología del parásito, sobre todo en su etapa de larva L3, puesto que es la fase infectante para el ser humano.

En su tercer estado larvario L3, *Anisakis sp.* es robusto, fusiforme y presenta una estriación transversal más marcada en ambos extremos del cuerpo.

Presenta una boca con tres labios poco desarrollados, uno dorsal y dos ventrolaterales. El labio dorsal lleva un par de papilas (una lateral y una ventral). Entre los labios ventrolaterales está el diente quitinoso situado anteriormente. El poro excretor se abre en la base del diente (Fig. 1).

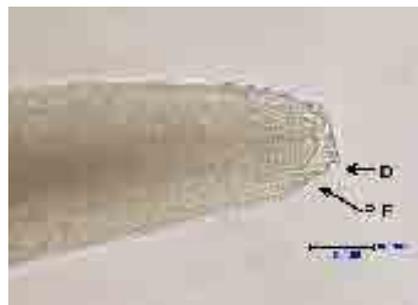


Fig.1. Vista microscópica del diente (D) y poro excretor en su base (P.E.).

La glándula excretora o ventrículo se sitúa ventralmente a lo largo del intestino, (Fig.2) con unión oblicua al mismo. Los deridios, aunque en la porción anterior, son posteriores al anillo nervioso.

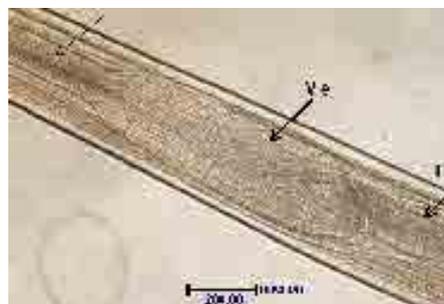


Fig.2. Ventrículo (Ve) e intestino (In) en corte longitudinal.

Presentan un recto corto, oblicuo al ano y rodeado de tres glándulas rectales (una ven-

tral y dos dorsales). Tienen una cola cónica con mucrón.

Su longitud, en estado L3, oscila entre los 2 y los 3 cm. En los tejidos de su hospedador se presentan muy enrolladas sobre sí mismas. El adulto mide alrededor de unos 3-4 cm y su diámetro es de 0,1 mm. Comparte la mayoría de características con el tercer estado larvario. Las hembras pueden llegar a medir hasta 10 cm. La gran diferencia es que en el adulto el sistema reproductor ya está completamente desarrollado, mientras que en la larva L3 aún no está desarrollado.

CICLO BIOLÓGICO

La distribución geográfica del *Anisakis* es prácticamente universal, aunque la intensidad de parasitación puede ser variable. Las infecciones por estas larvas son usuales en escombriformes, gadiformes y peciformes en el Mediterráneo. En España, los estudios realizados indican que las larvas de anisákidos son muy frecuentes en los peces de consumo habitual, principalmente gadiformes, peciformes y pleuronectiformes, prácticamente en todo el mundo, independientemente del caladero de procedencia y de la época del año. También se han encontrado larvas de anisákidos en salmónidos y otros peces migradores. La prevalencia o porcentaje de peces infectados, así como la abundancia (número de parásitos por pez analizado), suelen aumentar con la talla y la edad del pez.

Las especies de *Anisakis* presentan un complejo ciclo biológico de tipo heteroxeno, que las conduce a través de varios hospedadores a lo largo de su vida.

Todas las especies de *Anisakis* son parásitas del tubo digestivo de mamíferos marinos, como ballenas, cachalotes, delfines,

marsopas y belugas, y algunas aves, que son los hospedadores definitivos. Allí, embebidos en la mucosa gástrica, se agrupan entre sí, produciendo una úlcera crateriforme muy característica.

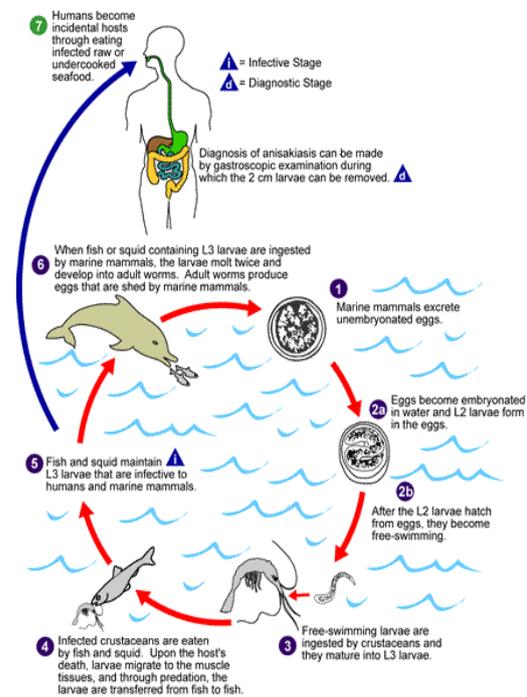


Fig. 3. Esquema del ciclo biológico

El ciclo biológico (Fig. 3) se inicia cuando las hembras ponen unos huevos, de pared relativamente gruesa, elipsoidales, de aproximadamente 46-58 µm x 41-53 µm, y que no están embrionados cuando son eliminados al agua en las heces del hospedador definitivo. Los huevos embrionan en el mar, formándose en su interior un primer estadio larvario (L1) y, posteriormente, un segundo estadio larvario (L2). Las larvas L2 quedan libres en el agua al romperse el huevo. Estas larvas de 0,3 a 0,4 mm, son ingeridas por el primer hospedador intermediario, por lo general pequeños crustáceos (principalmente eufásidos), donde crecen hasta alcanzar una longitud de 5 mm, y mudan a un tercer estadio larvario (L3). Cuando este hospedador es ingerido por un se-

gundo hospedador intermediario (peces normalmente, pero también cefalópodos), la L3 (que alcanza en esta fase unos 2 ó 3 cm de longitud) se encuentra habitualmente en el tubo digestivo cuando el segundo hospedador intermediario está vivo y dispone de dientes que le sirven para desgarrar los tejidos de los que se alimenta, y también para asegurarse la salida del hospedador en caso de que este muera. En el caso de que se produzca la muerte del hospedador, las larvas migran hasta la cavidad abdominal, vísceras (principalmente el hígado) y musculatura (algunos llegan a perforar la piel del hospedador).

El desarrollo continúa cuando los segundos hospedadores intermediarios son ingeridos por mamíferos marinos. La L3 llega al estómago de estos hospedadores, adhiriéndose a la pared gástrica y evolucionando al cuarto estadio larvario, L4, y después a adultos, que son los únicos sexualmente activos; completándose así el ciclo.

En el caso de que los peces y cefalópodos que albergan las larvas L3 sean devorados por otros peces y cefalópodos, el desarrollo de las larvas no continúa; sino que se reenquistan en músculos y vísceras, conservando su capacidad infectante; y actúan así como hospedadores paraténicos, portadores del parásito hasta el hospedador definitivo. Con ello se incrementa, de forma considerable, el número de especies capaces de pasar los anisákidos a sus hospedadores definitivos, o a los seres humanos que los consuman.

IMPLICACIONES PARA LA SALUD HUMANA

La zoonosis parasitaria causada por las especies del género *Anisakis* se denomina

anisakiosis. La especie infectante en el 90% de los casos es *A. simplex*; por lo que nos referiremos a ella durante todo el desarrollo.

La anisakiosis se adquiere por ingestión de larvas en fase L3 de *A. simplex*, fase infectante para el ser humano, que se encuentran encapsuladas en vísceras y musculatura de peces y cefalópodos consumidos en estado crudo o poco cocinado. Así, el ser humano se convierte en hospedador accidental del parásito, en el que las larvas de *A. simplex* pueden desarrollarse hasta el 4º estadio larvario; pero nunca alcanzan el estado adulto y la madurez sexual en él (esto sólo puede tener lugar en el hospedador definitivo). Finalmente, esas larvas mueren, si no son expulsadas antes; por lo que no pueden completar su ciclo biológico (Fig. 3).

La anisakiosis puede presentar varias formas clínicas en función de la localización en el hospedador de la larva L3 y de las lesiones histopatológicas producidas:

La FORMA LUMINAL (larvas no invasivas) es poco frecuente en el género *Anisakis*. En este caso, las larvas no pueden perforar la superficie mucosa del tubo digestivo y suelen ser expulsadas por medio de la tos o del vómito sin provocar mayores consecuencias. Mucho más frecuentes son las formas invasivas, que penetran en los tejidos: la FORMA GÁSTRICA y, en menor medida, la FORMA INTESTINAL. Aunque presentan varias diferencias entre ellas, algunos síntomas que comparten son: dolor gástrico o abdominal agudo por perforación de la mucosa de la pared gastrointestinal, inflamación y engrosamiento de la pared visceral por formación de edemas, náuseas, vómitos, diarreas con restos de sangre ocultos en las heces, hemorragias, etc. La anisakio-

sis gástrica, que afecta al estómago, es unas dos veces más frecuente que la intestinal, y sus primeros síntomas suelen presentarse a las 6-12 horas de la ingesta de las larvas de *Anisakis simplex*. Se caracteriza por niveles altos de eosinofilia y por que las larvas suelen estar embebidas en un denso granuloma eosinofílico. Si las larvas permanecen un periodo prolongado en el hospedador, la infección puede volverse crónica, con un cuadro clínico grave que abarca desde el desarrollo de tumores gástricos a una gastritis aguda o a la aparición de úlceras estomacales. La anisakiosis intestinal, localizada en el íleon principalmente, produce síntomas más graves que se manifiestan a los siete días de la ingestión del animal parasitado; siendo común el incremento en el número de todos los leucocitos salvo los eosinófilos (Fig.4).

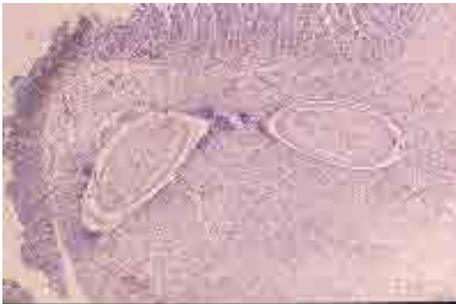


Fig. 4. Corte histológico de intestino delgado con *A. simplex*

La infección se complica habitualmente con apendicitis, peritonitis y obstrucción intestinal derivada del exudado fibrinoso que recubre la pared y del engrosamiento de la misma por desarrollo de edemas. En los peores casos, aparecen tumores cancerosos y otras enfermedades asociadas, como la enfermedad de Crohn. Ocasionalmente, las larvas de *A. simplex* migran hacia otros órganos, alcanzando los mesenterios, ganglios linfáticos, hígado, páncreas, bazo, pul-

món, órganos reproductores (pared testicular y ovarios), lengua y pared de la faringe... en cuyo caso, el diagnóstico se agrava considerablemente.

Además de las lesiones tisulares que puedan causar, se ha demostrado que ciertos productos metabólicos liberados por las larvas de *A. simplex* actúan como potentes alérgenos, provocando una reacción alérgica en el hospedador al actuar como antígenos que desencadenan una fuerte respuesta inmune. El cuadro alérgico, que aparece con gran rapidez tras el contacto con los antígenos, incluye síntomas cutáneos como prurito o urticaria, angioedemas y, en los casos más graves, puede llegar a producirse un choque anafiláctico como consecuencia de una reacción generalizada.

Aunque existen varios tipos de antígenos distintos en el parásito, los que provocan la respuesta inmune suelen ser los denominados **antígenos de excreción-secreción**: moléculas sintetizadas por la glándula esofágica de la larva, o por las células secretoras de su tubo digestivo, que son liberadas al medio para facilitar al parásito la penetración en la mucosa gastrointestinal del hospedador. El principal antígeno identificado de este tipo es la glucoproteína AniS1. Estas proteínas desencadenan una reacción inmunitaria mediada por anticuerpos tipo inmunoglobulinas E específicas para esos antígenos que se denomina respuesta de hipersensibilidad tipo I; es decir, de acción inmediata. Cuando el parásito consigue perforar la mucosa gástrica o intestinal del hospedador y entra en contacto con los vasos sanguíneos que irrigan la mucosa, las moléculas secretadas por la larva de *A. simplex* son identificadas como agentes extraños por

las células del sistema inmunitario; de modo que son reconocidas por inmunoglobulinas E específicas y se unen a ellas provocando la liberación de sustancias vasoactivas tales como la histamina.

Es importante indicar que los casos de alergia a *A. simplex* se producen en individuos previamente sensibilizados; es decir, que ya hayan tenido contacto con estos antígenos específicos sin que se haya desencadenado una reacción alérgica, pero sí la producción de una pequeña cantidad de inmunoglobulinas E específicas que reconocerán a esos antígenos en contactos posteriores. Un gran porcentaje de la población española presenta sensibilización a *A. simplex* sin desarrollo de sintomatología alguna; lo que es debido a la alta tasa de parasitación de este nematodo en casi todas las especies de pescado de consumo habitual, y al gran consumo de pescado en España. A esto también contribuye el fenómeno de **reactividad cruzada**: antígenos de características similares producidos por otros parásitos del mismo orden al que pertenece la familia Anisakidae (Orden Ascaridida), pertenecientes a los géneros *Toxocara* y *Ascaris* (familia Ascarididae) fundamentalmente, pueden provocar la producción de un pequeño número de Ig E; sensibilizando al individuo en cuestión frente a parásitos similares. Así, cuando se tenga contacto por primera vez con *Anisakis*, esos anticuerpos específicos producidos previamente reconocerán a los antígenos y se producirá una reacción alérgica.

Esta respuesta alérgica a *A. simplex* puede tener dos causas: en primer lugar, puede estar asociada a las alteraciones gastrointestinales provocadas por un parasitismo

digestivo agudo, tras el consumo de larvas vivas presentes en pescado o cefalópodos crudos o poco cocinados. En segundo lugar, y mucho menos frecuente, la sintomatología alérgica aparece tras consumir pescado bien cocinado, sin que aparezca ninguna patología digestiva causada típicamente por las larvas de *A. simplex* ("hipersensibilidad a *Anisakis*"). En este caso, la reacción alérgica es inducida por antígenos termoestables inalterados pese al tratamiento de congelación previo o a las altas temperaturas (de hasta 70° C) de cocinado. Los antígenos producidos por el parásito no pierden la capacidad de unirse a Ig E; incluso cuando el pescado o los cefalópodos se someten a ebullición (aunque esa afinidad disminuye).

PREVENCIÓN, ELIMINACIÓN Y DIAGNÓSTICO.

Actualmente los métodos de eliminación del *A. simplex* van dirigidos más hacia la prevención antes de la comercialización que a la detección. Unos de los más tradicionales, muy conocidos y criticados por los profesionales del mundo de la restauración, serían aquellos que se basan en métodos térmicos.

Para que las distintas temperaturas empleadas alcancen las larvas, especialmente en peces de gran tamaño, se recomienda tenerlas entre unos 10-12 minutos a temperaturas superiores a 60° C. También se pueden hacer preparaciones en microondas que son especialmente eficaces en el centro del pescado, siempre que estas sean a 77° C o mayores, o bien mediante ahumado a una temperatura de 62'8° C, para que el interior del pescado alcance un valor de temperatura próximo a los 60° C. En el caso de querer emplear sobre el pescado trata-

mientos con frío, este debería congelarse a temperaturas inferiores a los 20° C bajo cero, y habría que mantenerlo entre 48-72 horas, según lo estimado. Se sabe que este método destruye la cutícula de *A. simplex*, provocando su muerte.

Todas estas medidas tienen un alto grado de eficacia, pero presentan el inconveniente de perjudicar en gran medida la calidad de la materia prima; ya que cuanto más se alargue el tiempo de congelación, más disminuirá la calidad del pescado. Por ello, se han llegado a utilizar medidas como la congelación criogénica o la congelación asistida por alta presión; ya que su rapidez evita la formación de cristales de hielo de tamaño suficiente como para dañar la musculatura. Su utilización ha tenido gran éxito pero todavía no resulta una medida viable debido a la gran inversión que se necesitaría.

Además de todas las citados anteriormente, existen otras alternativas novedosas y eficaces como el tratamiento del pescado con alta presión hidrostática, que consiste en someter al pescado a una elevada presión durante un tiempo determinado en una cámara de presurización sumergida en un medio líquido, que por lo general es agua. Otro sería la inactivación de las larvas por electrocución: se somete al espécimen recién capturado a una corriente eléctrica de intensidad variable, dependiendo del tamaño y características que este tenga.

Y por último, otras técnicas utilizadas serían: la irradiación, la utilización de ciertos principios activos como la fórmula de Salmuera, la utilización de jengibre o la de algunos aceites esenciales, y la succión por vacío. Esta última consistiría en succionar los restos de vísceras con parásitos del interior

del pescado, y una vez realizado, se destruirían térmicamente o mediante trituración para evitar su propagación.

Respecto al diagnóstico de la anisakiosis, hay que tener en cuenta que debido a que las manifestaciones clínicas son variables y fáciles de confundir con la sintomatología de otras enfermedades; es difícil establecer un diagnóstico claro. Por ello, la endoscopia es el mejor método para su identificación. Esta se realiza poco tiempo después de la aparición de los primeros síntomas. También puede hacerse un diagnóstico radiológico de las infecciones gástricas, intestinales o de colon, y realizar estudios inmunológicos que permitan orientar el diagnóstico a una posible anisakiosis.

En el tratamiento, se utiliza como medida principal la extracción de las larvas por endoscopia, que produce muy buenos resultados ya que, tras la extracción, los síntomas desaparecen inmediatamente y la curación se produce en poco más de 24 horas. A pesar de todo ello, se recomienda la administración de antiácidos para reparar la mucosa gástrica dañada.

El tratamiento farmacológico específico es inexistente; siendo la ivermectina el único medicamento genérico que se ha mostrado realmente eficaz frente a larvas y adultos de *Anisakis*. Sin embargo, su aplicación se restringe a los mamíferos marinos hospedadores del parásito, principalmente en focas.

BIBLIOGRAFÍA

- BAEZA, M.L. & SAN MARTÍN M.S. (2000). Heat stability of *Anisakis simplex* allergens. *Alergología e Inmunología Clínica*, 15: 240-246.
- BOGITSH, B.J., CARTER, C.E. & OELTMANN, T.N. (2005) Human

parasitology (3ª ed.) Elsevier Academic Press
CORDERO DEL CAMPILLO, M. & ROJO, F.A. (1999). Parasitología veterinaria (1ª ed.). McGraw-Hill Interamericana, Madrid.

CORDERO DEL CAMPILLO, M. & ROJO, F.A. (2007) Parasitología general (1ª ed.) McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U. Madrid.

DARWIN, K. & FRIED, B. (2007). World Class Parasites volume 11: Food-borne parasitic zoonoses (1ª ed.). Springer, USA.

DASCHNER, A., CUÉLLAR, C., SÁNCHEZ-PASTOR, S., PASCUAL, C.Y. & MARTÍN-ESTEBAN, M. (2002). Gastro-allergic anisakiasis as a consequence of simultaneous primary and secondary response. *Parasite Immunology*, 24: 243-251.

HICKMAN, C.P.Jr. & ROBERTS, L.S. & LARSON, A. & L'ANSON, H. & EISENHOUR, D.J. (2006) Principios integrales de Zoología (13ª ed.) McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U. Madrid

IGLESIAS, R. & UBEIRA, F.M. (2008). Riesgos y medidas preventivas en relación con el consumo de pescado parasitado por *Anisakis*. *Alimentaria Dic2007*: 62-68

PEÑA, J. (2001). Inmunología Clínica. Bases moleculares y celulares (2ª ed.). Arán ediciones, España.

TSIEH SUN, M.D. (1999). Parasitic disorders: Pathology, Diagnosis, and Management (2ª ed.). Williams & Wilkins.

PÁGINAS WEB:

BERECIARTUA ACHAGA, J.A. (Patente de invención) (2005) Procedimiento para eliminar parásitos del pescado.

http://www.observatorio-alimentario.org/patentes/archivos/2213486_b1.pdf

CUÉLLAR, C. Biología de *Anisakis simplex*

y estudios experimentales

<http://www.medynet.com/mclm/nueva/sesiones/pdfibro96/259-263.pdf>

GAGO, L., GARCÍA, E., FERNÁNDEZ, J.L. & GONZÁLEZ, J.M. Métodos para la detección e inactivación de *Anisakis simplex* y patologías que produce.

www.madrimasd.org/biotecnologia/Informes/Downloads_GetFile.aspx?id=6751

GÓMEZ, B., LASA, E., ARROABARREN, E., GARRIDO, S., ANDA, M. & TABAR, A.I. (2003). Alergia a *Anisakis simplex*.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113766272003000400004&lng=pt&nrm

MADRID, V. (UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN-CHILE) (2004) Anisakidosis

<http://www.gastroenterologia.co.cl/pdf/anisakidos.pdf>
MUÑOZ, C. (SERVICIO DE MICROBIOLOGÍA, HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU). Anisakiosis y Anisakidosis. http://www.seimc.org/control/revi_Para/Anisakiosis.htm

NEGRO, J.M. (UNIVERSIDAD DE MURCIA) (2004). Alergia *Anisakis simplex*.

<http://www.alergomurcia.com/pdf/ANISAKIS.pdf>
RITTER, J. A. *simplex*. (on line) Animal Diversity Web (2008)

http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Anisakis_simplex.html

ROJIDO, G.M. Resumen del artículo: ORTEGA, E., BOOTELLO, I. & GONZÁLEZ-PORQUÉ, P. (2000). Aislamiento y caracterización de antígenos principales *IN Anisakis simplex*. *Alergología e Inmunología Clínica*, 15: 262-266.

<http://www.redalergia.com.ar/profesionales/contenidos/bibliodi/trabajos/anisakisaisl.htm>

ROSALES, M.J. et al. Acute Intestinal Anisakiasis in Spain: a Fourth-stage *Anisakis simplex* Larva (2008) (Fundação Oswaldo Cruz, Brasil)

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0074-02761999000600020

NEUROBIOLOGÍA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DEL ALZHEIMER.

G. POUSADA FERNÁNDEZ

gupousada@alumnos.uvigo.es

Alumno 4º Bioloxía, Materia: Neurofisioloxía (2008-2009), Universidade de Vigo

Profesor: José Antonio Lamas

Resumen: El Alzheimer es el resultado de la acumulación progresiva de un material proteico específico en el parénquima cerebral, en forma de depósitos amiloides. Los depósitos amiloides en el Alzheimer son el resultado de factores genéticos y ambientales que alteran el metabolismo de la proteína precursora del amiloide beta. La acumulación de este material en el tejido cerebral desencadena procesos tóxicos que se traducen en pérdida sináptica y muerte neuronal.

Palabras clave: *Alzheimer, Neuropatología, β -amiloide, Placas neuríticas, Ovillos neurofibrilares, Proteína TAU, Presenilina, Apolipoproteína.*

Resumo: O Alzheimer é o resultado da acumulación progresiva dun material proteico específico no parénquima cerebral, en forma de depósitos amiloides. Os depósitos amiloides no Alzheimer son o resultado de factores xenéticos e ambientais que alteran o metabolismo da proteína precursora do amiloide beta. A acumulación deste material no tecido cerebral desencadea procesos tóxicos que se traducen na perda sináptica e morte neuronal.

Palabras chave: *Alzheimer, Neuropatoloxía, β -amiloide, Placas neuríticas, Ovillos neurofibrilares, Proteína TAU, Presenilina, Apolipoproteína.*

INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es la causa más común de los trastornos amnésicos en adultos. Esta enfermedad puede afectar hasta a un 10% de la población mayor de 65 años.

Existe una variedad de factores genéticos y ambientales que pueden producir las manifestaciones neuropatológicas características del Alzheimer. Dichos factores estimularían una cascada de cambios patológicos en el cerebro que, eventualmente, llevaría al desarrollo del Alzheimer.

Los cambios neuropatológicos y bioquímicos que ocurren en el Alzheimer se refieren a cambios estructurales y alteraciones de los neurotransmisores, respectivamente. Los primeros se caracterizan por la presencia de ovillos neurofibrilares, placas seniles, alteraciones en el metabolismo amiloideo, pérdida de sinapsis y muerte neuronal. Los segundos están estrechamente asociadas a los cambios patológicos y estructurales que ocurren en el Alzheimer. Estos cambios están relacionados con la muerte neuronal.

CAMBIOS ESTRUCTURALES

Degeneración Neurofibrilar.

Los microtúbulos están estabilizados por la proteína Tau, que interacciona con las subunidades de tubulina y promueve su ensamblaje (Fig. 1).

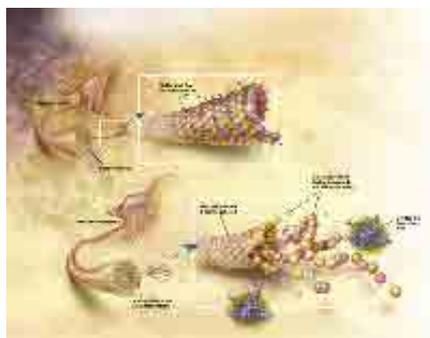


Fig. 1. En la enfermedad de Alzheimer los cambios en la proteína Tau producen la desintegración de los microtúbulos en las células cerebrales.

En el cerebro de los enfermos con Alzheimer, la proteína Tau aparece en un estado hiperfosforilado que favorece su deposición en forma de ovillos neurofibrilares (Fig. 2). A pesar de la gran variedad de procesos que contribuyen a la muerte neuronal, la deposición intracelular insoluble de esta proteína y su correspondiente efecto debilitante sobre la arquitectura citoesquelética normal es uno de los factores clave en la patofisiología del Alzheimer. Debido al alto grado de insolubilidad de los ovillos neurofibrilares, es poco probable que su proceso de formación pueda revertirse con medicamentos.

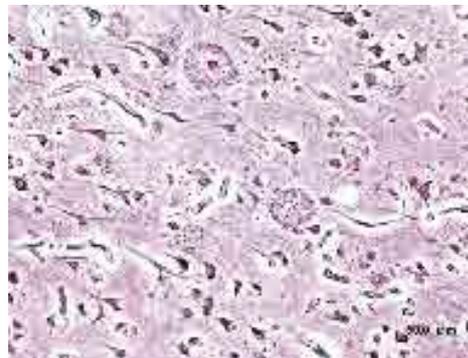


Fig. 2. Imagen histopatológica de los ovillos neurofibrilares y de las placas seniles apreciables en la corteza cerebral de un paciente con la enfermedad de Alzheimer. Impregnación con plata.

Placas Seniles: Proteína Precursora del Amiloide y el Metabolismo β -amiloideo.

El péptido denominado β -amiloideo se acumula en el parénquima cerebral en forma de depósitos conocidos como placas seniles (Fig. 2), así como en la pared de los vasos cerebrales.

Este péptido proviene de una proteína llamada proteína precursora del amiloide (Amyloid Precursor Protein, APP). Formando parte del metabolismo normal de la APP humana, una proteasa celular corta la porción extracelular de la molécula en un sitio cercano a la superficie de la membrana, pro-

duciendo un producto soluble que abarca prácticamente toda la porción extracelular de la molécula. Este péptido recibe el nombre de porción α soluble de la proteína precursora del amiloide, el cual tiene efectos positivos en cultivos. La enzima que realiza esta acción se conoce como α -secretasa debido a que produce la secreción de la porción α soluble.

El metabolismo anormal del amiloide, conducente a su deposición en forma de placas seniles, requiere un procesamiento enzimático diferente que se realiza en pasos: primero, una secretasa (β -secretasa) realiza un corte distal dentro de la molécula de la proteína precursora del amiloide y, en segundo lugar, otra enzima (γ -secretasa) efectúa el corte en la porción intramembranosa, del que resulta la formación del péptido β -amiloide ($A\beta$) (Fig. 3). En el Alzheimer se produce un aumento de la producción de fragmentos $A\beta$ y una disminución de la producción de la porción α soluble. En este sentido, todas las mutaciones genéticas conocidas hasta ahora en pacientes con Alzheimer familiar aumentan la producción de $A\beta$.

Reacción Inflamatoria y Transformación del Amiloide Difuso a la Placa Senil.

En los cerebros de pacientes con Alzheimer sobreviene un proceso inflamatorio, asociado a la activación de la microglía, que ocurre especialmente en la región que rodea

la placa senil. La inflamación parece estar asociada a diversos procesos metabólicos como la formación de radicales libres, el estrés oxidativo y los trastornos de la homeostasis del calcio, así como a trastornos en la membrana mitocondrial, que pueden influir en el depósito de amiloide.

Pérdida de Neuronas.

El Alzheimer es una enfermedad sistémica que afecta sobre todo a las áreas de asociación y a parte del sistema límbico. La corteza cerebral sufre una gran pérdida de neuronas piramidales grandes con una relativa pérdida de neuronas pequeñas (Fig. 4).

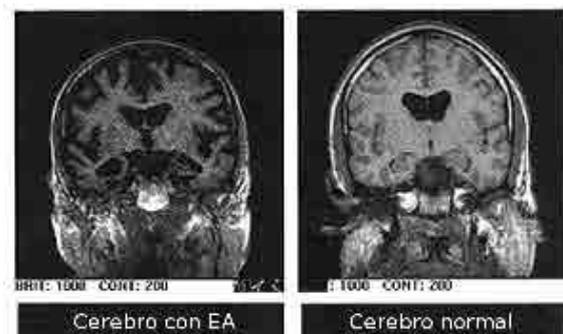


Fig. 4. Cerebro de enfermo de Alzheimer comparado con uno normal en imágenes capturadas por RMN.

No todas las regiones cerebrales responden de la misma manera a los cambios patológicos del Alzheimer ya que, por ejemplo, el péptido β -amiloide se deposita en todo el parénquima cerebral, pero solamente en las áreas de asociación y regiones límbicas causa una respuesta inflamatoria que conduce a la destrucción del neuropilo y a la formación de placas neuríticas. El Alzheimer

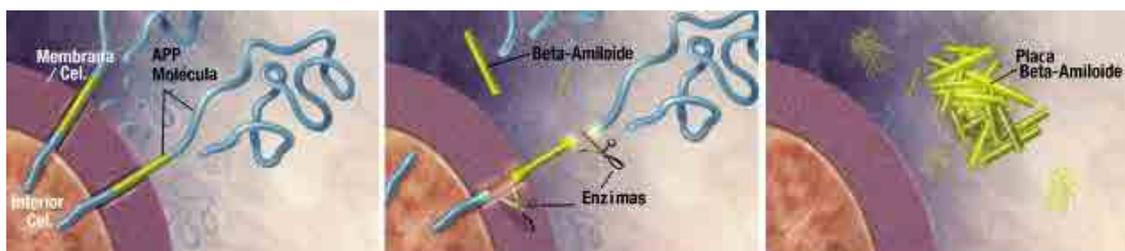


Fig. 3. Procesamiento enzimático de la proteína precursora del amiloide (APP). El péptido beta-amiloide resultante es indispensable para la formación de las placas seniles características del Alzheimer.

comienza con la afectación de la zona media del lóbulo temporal en la corteza entorrinal, lugar en el que ocurren los primeros cambios neuropatológicos.

Pérdida de las Sinapsis.

Esta pérdida es significativa en las regiones del cerebro afectadas por el Alzheimer. El número de sinapsis que se pierde es el correlato estructural más importante de la gravedad y de la progresión del síndrome demencial. La pérdida sináptica es el último paso del proceso fisiopatológico del Alzheimer y está estrechamente relacionada con la muerte neuronal, la pérdida de axones secundaria a las aberraciones citoesqueléticas que interrumpen el flujo axonal, la toxicidad directa de las anomalías mitocondriales en el botón sináptico y, posiblemente, el metabolismo anormal de la acetilcolina en los terminales colinérgicos del nervio.

ETIOLOGÍA GENÉTICA

Genética Implicada en el Alzheimer de Tipo Familiar

El descubrimiento de las mutaciones génicas que causan Alzheimer siguiendo un patrón autosómico dominante ha sido un paso muy importante. El primer descubrimiento fue una mutación en el propio gen de la APP. Las mutaciones de la APP sólo se encontraron en unos pocos casos de Alzheimer familiar. Posteriormente se encontraron mutaciones adicionales en el cromosoma 14 y en el cromosoma 1. Los productos proteicos de los genes de los cromosomas 1 y 14 eran similares, aproximadamente un 60% de homología, y se denominaron presenilinas (PS), porque estaban asociados con el Alzheimer presenil (de aparición temprana).

La producción del péptido A β en cantidades mayores de las normales se relaciona

con el origen de la enfermedad. Los ovillos neurofibrilares aparecerían como consecuencia del daño infligido a la neurona por el péptido A β . Otra corriente sugiere que es la hiperfosforilación de la proteína Tau y su posterior deposición la responsable última de la enfermedad. No obstante, se tiende a aceptar un papel central para la producción de cantidades excesivas del péptido amiloide entre las causas primarias de la enfermedad.

La estructura de la presenilina 1 (PS1, cromosoma 14) se dedujo mediante el uso de programas de modelado, que determinaron las probabilidades de que diferentes sectores de la proteína estuvieran integrados en membranas o fueran solubles. Su homología con proteínas de la familia Notch/lin-12 indica que desempeña un papel importante en la transducción de señales. Interviene también en procesos de apoptosis. La producción de ratones nulos puso en evidencia que se trataba de un gen fundamental durante el desarrollo.

En el gen de la PS1 se han descrito mutaciones en todos los dominios de la proteína (más de 50 diferentes en diversas familias). La mayor parte de ellas provocan un cambio en la estructura primaria de la proteína. Hay dos excepciones a esta regla; por un lado, la mutación conocida como $\Delta 9$ y, por otro lado, la mutación que provoca la aparición de un codón de parada prematura. Una característica notable de la variante $\Delta 9$ es la aparición de paraparesis espástica, un fenómeno que no se da con ninguna otra mutación. Otra particularidad de esta mutación es la aparición de depósitos de amiloide diferentes de los clásicos.

La presenilina 2 (PS2) fue descubierta po-

co después que la PS1. Provoca el Alzheimer a través del mismo mecanismo que lo hace la proteína precursora del amiloide y la PS1, mediante el aumento de la concentración de A β . El número de mutaciones descrito en este gen es mucho menor que en el de la PS1.

Todas las mutaciones de PS1 y PS2 que causan Alzheimer afectan a residuos conservados entre las dos proteínas y que también se conservan entre diferentes especies animales. Las presenilinas no parecen tener una relación directa con la proteína precursora de amiloide; aunque, sin embargo, es posible que intervengan en el destino de las vesículas que transportan la proteína precursora de amiloide recientemente sintetizada en el retículo endoplasmático.

Genética de los Casos Esporádicos de Alzheimer: Genes de Riesgo

La apolipoproteína E es el primer gen asociado a las formas tardías de la enfermedad. Su principal función es el transporte de colesterol entre órganos y dentro de un mismo órgano. Se sintetiza principalmente en el hígado, aunque el cerebro es el segundo centro de síntesis. En éste se sintetiza en las células gliales. El alelo de la apolipoproteína E ϵ 4 se asocia con el comienzo temprano del Alzheimer, pero no con una progresión más rápida del deterioro de la consciencia. Por el contrario, ϵ 2 no es frecuente en individuos con Alzheimer y se cree, por ello, que puede tener un efecto protector.

Existen varias hipótesis sobre cómo el alelo ϵ 4 influye en la enfermedad. Se piensa que la variante ϵ 4 puede actuar como un chaperón patológico que facilita la deposición amiloidea. Dicha variante podría llevar a la conversión de un A β difuso a una con-

formación plisada del A β por adherencia directa de la apolipoproteína. La variante ϵ 4 parece adherirse de forma diferente al A β y podría, por tanto, conducir al fragmento amiloide en una dirección diferente a la que ocurre en el metabolismo cerebral normal.

Se han identificado otros genes de riesgo como resultado de la aplicación de las técnicas de genética molecular al Alzheimer, aunque no se ha conseguido comprender aún cómo se vinculan con la enfermedad.

NEUROTRANSMISORES

Sistema Colinérgico.

El sistema cerebrobasal anterior está constituido por los núcleos del prosoencéfalo basal, núcleos de rafe, *locus coeruleus* y sustancia negra, y la llamada sustancia innominada, situada caudalmente al globo pálido. Estos núcleos reciben proyecciones dopaminérgicas, serotoninérgicas y noradrenérgicas de otras estructuras cerebrales. Las neuronas encargadas de la transmisión colinérgica proyectan sus axones para dar inervación al hipocampo, a la amígdala y al córtex frontal, parietal, temporal y occipital (Fig. 5). Estas neuronas contienen colina acetiltransferasa y acetilcolinesterasa, enzimas encargadas de la síntesis e hidrólisis de la acetilcolina.

El sistema cerebrobasal es el encargado de mantener operativa la corteza cerebral y desempeña un papel decisivo en los procesos de memoria y de atención selectiva. El bucle corticoestriatal controla los procesos de percepción, aprendizaje, conocimiento, afectividad, juicio y sueño REM. Los axones colinérgicos ejercen sus efectos a través de dos tipos de receptores colinérgicos: los receptores muscarínicos (M) y los receptores nicotínicos (N).

La acetilcolina es un neurotransmisor modulador muy importante del cerebro. La neurona presináptica colinérgica se encarga de sintetizar la acetilcolina a partir de colina por acción de la colina acetiltransferasa. Tras ser liberada en la hendidura sináptica se liga a los receptores M y N presinápticos y postsinápticos. La enzima encargada del metabolismo de la acetilcolina es la butiril colinesterasa, que se sintetiza en la glía y participa en la degradación de la acetilcolina en colina y acetato.

Desde el punto de vista cuantitativo se ha comprobado que el número de receptores postsinápticos de acetilcolina está moderadamente disminuido y que existe una reducción selectiva de receptores presinápticos en los pacientes con Alzheimer. Se ha apreciado una marcada reducción de la actividad de la colina acetiltransferasa en la amígdala, el hipocampo y el córtex de forma equivalente a la reducción de la acetilcolinesterasa. Diferentes trabajos han mostrado que la butirilcolinesterasa está aumentada.

Sistema Serotoninérgico.

Sólo un 1-2% de la serotonina se encuentra en el cerebro. El resto se sitúa en las plaquetas, los mastocitos y las células cromafines. La serotonina cerebral se sintetiza por hidroxilación del triptófano y posterior descarboxilación de éste. Las neuronas que contienen este neurotransmisor se disponen cerca de la línea media del tronco cerebral, fundamentalmente en la protuberancia (Fig. 5). Los mapas serotoninérgicos corticales tienen patrones poco definidos, y el principal efecto de la serotonina es la inhibición. Se ha observado la reducción de la actividad serotoninérgica en el Alzheimer.

Sistema Noradrenérgico.

La 2,3-norepinefrina se sintetiza en el cerebro, en las células cromafines y en los ganglios y nervios simpáticos a partir de un precursor llamado tirosina, por la acción de la enzima tirosina hidroxilasa, formando la 3,4-dihidroxifenilalanina. Los cuerpos neuronales noradrenérgicos se localizan en el locus coeruleus y en el tegmento lateral. Desde aquí se forman tres tractos que inervan la corteza cerebral y que tienen como principal efecto el inhibidor. Las neuronas noradrenérgicas del sistema tegmental lateral inervan sobre todo el septo y la amígdala (Fig. 5). Se sabe que existe una alteración del sistema noradrenérgico en el Alzheimer. Existe una pérdida neuronal tanto en el locus coeruleus como en los núcleos del rafe, en los cuales se observan alteraciones anatómicas como los ovillos neurofibrilares. Se piensa que la alteración noradrenérgica podría ser un cambio tardío en el Alzheimer.

Sistema Dopaminérgico

La dopamina interviene en la actividad motora, en la emoción y en la motivación. Participa en las vías largas, además de en las intermedias o cortas y en las ultracortas. Las alteraciones dopaminérgicas no son tan constantes ni consistentes como en los otros sistemas monoaminérgicos (Fig. 5). Las modificaciones descritas en el Alzheimer resultan escasas y aparecen en pacientes con sintomatología extrapiramidal asociada y no claramente relacionados con la sintomatología cognitiva.

Neuropéptidos.

La neurona somatostatínérgica recibe aferencias directas de la neurona colinérgica, que hace sinapsis sobre ésta en la corteza

cerebral. El sistema colinérgico actúa en la liberación de la hormona de crecimiento. Entre los neurotransmisores que influyen en la liberación de esta hormona, se conoce que la dopamina favorece su liberación. Por otro lado, el estímulo de los receptores adrenérgicos disminuye sus niveles, la acetilcolina inhibe su secreción y la serotonina la aumenta.

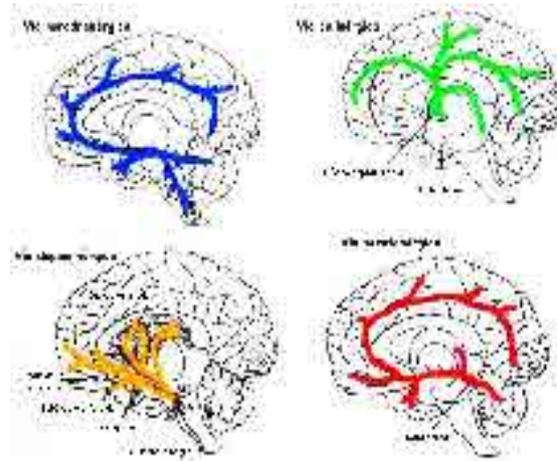


Fig. 5. Vías características del sistema noradrenérgico (azul), colinérgico (verde), dopaminérgico (amarillo) y serotoninérgico (rojo).

TRATAMIENTOS

Terapia Farmacológica para la Mejora de la Cognición.

Se han sugerido compuestos que pueden modular el procesamiento de la proteína β -amiloide por medio de la inhibición de la actividad de las secretasas o la prevención de la agregación del amiloide, o que pueden inhibir las quinasas/fosfatasa que participan en la hiperfosforilación de las proteínas Tau. Un enfoque nuevo de interés son los anticuerpos administrados periféricamente contra la proteína β -amiloide en el sistema nervioso central.

– Inflamación: El empleo de esteroides y de fármacos antiinflamatorios no esteroideos reduce el riesgo de Alzheimer. Las citocinas inflamatorias, las proteínas

que forman parte de la cascada del complemento, la α -1-antiquimotripsina, así como las células gliales activadas, se asocian a la presencia de las presenilinas y el proceso inflamatorio necesario para el metabolismo de la placa amiloide.

– Estrógenos: Los esteroides ováricos desempeñan un papel crítico en los procesos de la memoria de los individuos sanos. En el Alzheimer se ha demostrado que los estrógenos y las progestinas estimulan la sinaptogénesis en el hipocampo de los modelos animales y modulan el sistema colinérgico, que la ovariectomía y los niveles de $17\text{-}\beta$ -estradiol modulan los niveles de β -amiloide en el cerebro humano y que los estrógenos aumentan la activación de los lóbulos parietales inferiores y del lóbulo frontal derecho durante el almacenamiento de material no oral en los estudios de exploración por neuroimágenes funcionales.

– Factores de crecimiento neuronal: En el Alzheimer estas moléculas están disminuidas en las neuronas del núcleo basal de Meynert, lo que sugiere una falta de sustento trófico para esta población neuronal específica. En este sentido, se ha comprobado que se puede reducir el daño en el hipocampo de los modelos animales mediante la administración de factores de crecimiento neuronal.

– Compuestos que modulan el estrés oxidativo: Hay una gran cantidad de mecanismos que protegen el cuerpo humano del daño causado por los radicales libres, como la superóxido dismutasa,

las catalasas y el glutatión reducido. Cuando se pierde el equilibrio entre estos mecanismos se producen daños en los tejidos. El daño por radicales libres aumenta con la edad. Existe alguna evidencia del aumento de la peroxidación de los lípidos en los casos de Alzheimer.

Medicina alternativa basada en hierbas.

Hay un aumento considerable del uso en la neuropsiquiatría de medicinas basadas en hierbas. La que se utiliza en mayor medida para este propósito es *Ginkgo biloba*, cuyos componentes principales son los flavonoides y los terpenoides. Estudios experimentales en animales de laboratorio han mostrado que estos compuestos actúan como scavengers, son antagonistas del factor de activación de plaquetas, proporcionan protección a las membranas, aumentan los niveles de ácido γ -aminobutírico y de descarboxilasa glutámica, y aumentan la población de receptores muscarínicos.

Otros Tratamientos.

Prácticamente todos los mecanismos sospechosos de desencadenar la cascada patológica del Alzheimer han sido explorados con tratamientos específicos e inespecíficos. Los primeros enfoques del tratamiento de la demencia, por ejemplo, se basaron en la premisa de que ésta era una forma de enfermedad vascular, por lo que se propusieron varios vasodilatadores cerebrales para su tratamiento.

Debido a que los neuropéptidos y las enzimas dependientes de tiamina se ven reducidos en los cerebros de los pacientes con Alzheimer, se propuso, asimismo, el empleo de estos compuestos en su tratamiento. También se ha probado la naloxona, un antagonista opioide que tiene el efecto de faci-

litar las tareas de la memoria. Todos estos enfoques han cosechado resultados negativos y han fracasado como alternativas terapéuticas para el Alzheimer.

Si bien se han sucedido avances significativos en el tratamiento de la enfermedad a lo largo de los últimos 20 años, en la actualidad sólo se dispone de tratamientos farmacológicos capaces de frenar el proceso durante un periodo de tiempo indeterminado. No obstante, la comunidad médica y la industria farmacéutica realizan un esfuerzo significativo por desarrollar antiinflamatorios, agentes antioxidantes y fármacos que, limitando la producción de placas neuríticas y de ovillos neurofibrilares, abran nuevas vías para el tratamiento de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA GOMEZ, J. A. 2000. Interferón alfa y enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 30: 54-60.

CORIA BALANZAT, F. 2006. Avances en la patología molecular de la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 306-309.

DEKOSKY, S. T., LÓPEZ, O. L. 2008. Neurobiología y biología molecular de la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 27: 16-24.

GAZULLA, J., CAVERO-NAGORE, M. 2006. Glutamato y enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 427-432.

GRAU VECIANA, J. M. 2006. Tratamiento de los síntomas no cognitivos de la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 482-488.

HOENICKA, J. 2006. Genes de la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 302-305.

JIMENEZ JIMENEZ, F. J., ALONSO NAVARRO, H. 2006. Estrés oxidativo y enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 419-427.

KAUFER, D. I. 2003. Demencia y cuerpos de Lewy. *Rev. Neurol.* 37: 127-130.

LÓPEZ POUSA, S., GARRE OLMO, J. 2007. Galantamina frente a donepecilo en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 44: 677-684.

LÓPEZ, O. L., BECKER, J. T. 2002. Tratamiento de la enfermedad Alzheimer. *Rev. Neurol.* 35: 850-859.

LÓPEZ, O. L., DEKOSKY, S. T. 2003. Neuropatología de la enfermedad de Alzheimer y del deterioro cognitivo leve. *Rev. Neurol.* 37: 155-163.

MANZANO PALOMO. S., DE LA MORENA VICENTE. M. A., BARQUERO, M. S. 2006. Neurotransmisores en la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 42: 350-353.

MASDEU, J. 2004. La neuroimagen en la enfermedad de Alzheimer: perspectiva actual. *Rev. Neurol.* 38: 1156-1165.

ORTEGA AZNAR, A., DE LA TORRE, J., CASTELLVI, J. 2000. Amiloide en el sistema nervioso central. *Rev. Neurol.* 30: 1175-1180.

PÉREZ TUR, J. 2000. La genética y la enfermedad de Alzheimer. *Rev. Neurol.* 30: 161-169.

PÉREZ TUR, J. 2001. Presenilinas en la génesis de la enfermedad Alzheimer. *Rev. Neurol.* 33: 967-972.

ZARRANZ, J. 2004. Del empirismo a la neurociencia en el Alzheimer. *Rev. Neurol.* 39: 576-582.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (OGM).

P. ABAL CAMAÑO; I. ALONSO SALGUEIRO; D. AMOEDO LOUZAO; F. ARTACHO CORDÓN; L. BARRAL CAGIAO; S. BARROSO LORENZO; N. CARBALLEDA SANGIAO; C. CARBALLO DE DIOS; R. A. CID FORMOSO; E. CORTÉS PEREIRA; M. A. FERNÁNDEZ DE DIOS; S. FERNÁNDEZ MOJÓN; A. FERNÁNDEZ OTERO; V. FRANCO RODRÍGUEZ; L. GIRAUDO DIEGO; C. GONÇALVES FERNÁNDEZ; M. GONZÁLEZ MEIJIDE; M. R. GONZÁLEZ PÉREZ; J. IRISARRI CAL; A. LABRADOR QUINTÁNS; A. LOPEZ NOGUEIRA; E. LÓPEZ SENRA; N. LOUREIRO ÁLVAREZ; D. MALLO ADÁN; M. MARTÍNEZ AMORÍN; L. MARTÍNEZ DARRIBA; O. MARTÍNEZ TRONCOSO; M. MÍGUEZ GONZÁLEZ; A. PÉREZ PAZ; S. PIÑEIRO HERMIDA; L. POL AIRA; A. RAMOS LOSADA; M. REGUERA FERNÁNDEZ; A. M. VILAS ESPAÑOL & M. J. VILLANUEVA MILLÁN.

wiccayo@gmail.com, iriaalonsos@alumnos.uvigo.es, damoedo@alumnos.uvigo.es, ohketrompah@hotmail.com, laurabc111@hotmail.com, sandrablorenzo@gmail.com; noeliacarba@hotmail.com, crisc25.03@gmail.com, rocid@alumnos.uvigo.es, escortes@alumnos.uvigo.es, mariaangfernandez@alumnos.uvigo.es, sarandongafm@hotmail.com, angelafernandezo@alumnos.uvigo.es, verofranco20@hotmail.com, lgirauado@alumnos.uvigo.es, vallesh_1@hotmail.com, mariagonzalezme@alumnos.uvigo.es, reichel.bichito@hotmail.com, surfermermaid@hotmail.com, alabrador@alumnos.uvigo.es, tonionogueira@gmail.com, eslopez@alumnos.uvigo.es, nloureiro@alumnos.uvigo.es, dmallo@alumnos.uvigo.es, atenea_mma@yahoo.es, oclusivo@hotmail.com, oscarmartinez@alumnos.uvigo.es, mmiguezgonzalez@hotmail.com, grefu@hotmail.com, sergiopineiro@wanadoo.es, litapol@hotmail.com, angramos@alumnos.uvigo.es, mareguera@alumnos.uvigo.es, ana_vilas86@hotmail.com, mavillanueva@alumnos.uvigo.es.

Alumnos 4º Biología, Materia: Xenética Molecular (2007-2008), Universidade de Vigo

. Profesores: Paloma Morán Martínez y Emilio Rolán Álvarez

Resumen: En este trabajo se realiza una encuesta sobre la opinión y uso de organismos genéticamente modificados. Se toma como muestra, mayoritariamente la comunidad universitaria de Vigo, aunque se toman también datos de estudiantes de primaria y secundaria y público en general a ciertos intervalos de edades.

Palabras clave: Alimentos transgénicos, encuesta, análisis estadísticos.

Resumo: Neste traballo realizouse unha enquisa sobre a opinión e o uso dos organismos xeneticamente modificados. A mostra foron maioritariamente a comunidade universitaria de vigo, tamén estudantes de primaria e secundaria e público en xeral a deferentes intervalos de idades.

Palabras chave: Alimentos transxénicos, enquisa, análises estadísticos.

INTRODUCCIÓN

La IV Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2008 elaborada por la fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) revela el creciente interés de los españoles en las materias relacionadas con la ciencia y la tecnología. Los diarios, no deportivos, de mayor difusión: El País, El Mundo, El Periódico, La Vanguardia, el ABC, La Voz de Galicia, El Correo, etc., incluyen una sección diaria relacionada con la investigación, ciencia y tecnología.

Uno de los temas recurrentes entre las noticias publicadas es el de los organismos transgénicos y/o organismos genéticamente modificados (OGM) que incluyen desde virus y bacterias hasta plantas y animales, los cuales pueden ser modificados con diferentes fines, desde la utilización de microorganismos para la producción de antibióticos, hasta la modificación de plantas ornamentales, pasando por uno de los temas que genera una gran controversia social: las plantas genéticamente modificadas destinadas al consumo humano. Son frecuentes no sólo los artículos relacionados con nuevos descubrimientos sino también artículos de opinión acerca de la conveniencia o no de su consumo. Sirva de ejemplo el reciente manifiesto de investigadores y representantes de la sociedad civil en contra de los organismos transgénicos (www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire_1)

Las plantas transgénicas autorizadas en Europa (http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm) incluyen diferentes variedades de algodón, maíz, soja, remolacha azucarera y colza. Muchas de ellas están actualmente en proceso de renova-

ción de dicha autorización.

Las leyes comunitarias son muy estrictas en lo que respecta a las plantas transgénicas autorizadas para consumo humano y animal. Los productos transgénicos deben cumplir los criterios establecidos por la directiva europea de 1997: "que sea necesario y útil, seguro para la salud humana y el medio ambiente, que sus características sean las declaradas y que, además, se mantengan con el tiempo" (http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/authorisation/index_en.htm). El cultivo de OGM está también estrictamente regulado (http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/gmfood/legisl_en.htm), al igual que su etiquetado, siendo necesario declarar la presencia de OGM cuando su contenido es superior al 1% (http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/etiquetage/index_en.htm).

Pese a esta regulación parece que los alimentos elaborados con plantas transgénicas generan rechazo social (observatorio Eroski 2007). La red de regiones de la Unión Europea contra los transgénicos, de la que en España forman parte el País Vasco, Baleares y Asturias, afirma que el 80% de los consumidores europeos rechaza los alimentos fabricados con transgénicos. Grandes cadenas de distribución como la Británica Mark and Spencer se publicitan indicando que sus productos están libres de OGM. En España es difícil encontrar en los supermercados productos que indiquen en su etiqueta que están elaborados con OGM. Por otro lado, es frecuente que las plantas genéticamente modificadas aparezcan entre los compuestos de los piensos para animales (observaciones de los autores).

Con el objetivo de conocer cuál es la per-

cepción por parte de la sociedad de los alimentos genéticamente modificados, cuyo estudio científico es parte del programa docente de la materia Genética Molecular, se diseñó una encuesta que incluye preguntas sobre organismos genéticamente modificados destinada al público en general, pero que hace especial hincapié en la comunidad universitaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección de Preguntas

Los alumnos formularon las preguntas que consideraron oportunas a través de la herramienta wiki de la plataforma de teledocencia TEMA. Todas las preguntas se recogieron en un formulario y cada alumno votó las diez que consideró más apropiadas. Las diez más votadas fueron las que se utilizaron en la encuesta (ver tabla 1).

La primera pregunta es general sobre el conocimiento de OGM, la última pregunta es sobre el conocimiento de productos no ali-

menticios derivados de organismos transgénicos, y de las 8 restantes, siete son cuestiones relacionadas con los alimentos transgénicos, menos la pregunta número 5, que es una “pregunta trampa” sobre el consumo de pimientos amarillos, poco frecuentes en los mercados. Las preguntas están formuladas de forma que sus respuestas sean sí, no o no sabe/no contesta.

Encuestados

Se establecieron “a priori” nueve grupos de población. El grupo 1 corresponde a estudiantes de la licenciatura de Biología, el grupo 2 a estudiantes del Campus excluidos los de las licenciaturas de Ciencias, el grupo 3 profesores universitarios, el grupo 4 personal de administración y servicios del Campus de Vigo, el grupo 5 estudiantes de primaria (de 6 a 12 años), el grupo 6 estudiantes de secundaria (de 13 a 18 años) el grupo 7 personas de 19 a 30 años, el grupo 8 personas de 31 a 60 años y el grupo 9 per-

Preguntas:	Si	No	NS/NC	Regresión Logística (test de verosimilitud))	
				Sexo	Grupo
P1 ¿SABE USTED QUÉ ES UN ORGANISMO TRANSGÉNICO?	66.2%	26.7%	7.1%	1,7	153,2***
P2 ¿SABE USTED SI CONSUME ALIMENTOS TRANSGÉNICOS?	33.3%	47.3%	19.3%	2,7	72,1***
P3 ¿SABRÍA USTED DIFERENCIAR UN ALIMENTO TRANSGÉNICO DE OTRO QUE NO LO ES?	21.65 %	63.1 %	15.3%	9,8**	59,3***
P4 ¿CREE QUE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS PUEDEN PRODUCIR NUEVAS ENFERMEDADES?	31.1%	33.3%	35.6%	4,1	29,6*
P5 ¿COMERÍA USTED PIMIENTOS AMARILLOS?	51.3%	38.2%	10.4%	3,4	61,3***
P6 ¿CREE QUE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS PUEDEN PRODUCIR CAMBIOS EN SUS GENES?	20.4%	43.8%	35.8%	3,5	59,2***
P7 ¿CONSIDERA QUE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS SON UNA SOLUCIÓN PARA EL HAMBRE EN EL MUNDO?	34.2%	33.1%	32.7%	1,5	36,6**
P8 ¿LE PREOCUPAN MÁS LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS QUE LAS FLORES ORNAMENTALES TRANSGÉNICAS?	40.9%	25.8%	33.3%	0,8	29,5*
P9 ¿CREE QUE EN EL FUTURO LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS SUSTITUIRÁN A LOS ALIMENTOS NATURALES?	28.2%	45.6%	26.2%	3,4	33,7**
P10 ¿SABÍA QUE MUCHAS SUSTANCIAS (VACUNAS, HORMONAS, MEDICAMENTOS) DE USO Y CONSUMO COMÚN ESTÁN PRODUCIDAS POR ORGANISMOS TRANSGÉNICOS?	35.8%	54.9%	9.3%	0,4	96,4***

Tabla 1. Preguntas y repuestas, en porcentajes globales. Ns/Nc: no sabe/no contesta. Se presentan los resultados de la prueba de verosimilitud para el análisis de regresión logística multinomial con los factores sexo y grupo (ver texto).

sonas de más de 60 años. Las encuestas las realizaron personalmente los autores y se distribuyeron de forma que el número de encuestados fue de 50 personas para cada uno de los 9 grupos establecidos.

Análisis Estadísticos

Se realizó un análisis de regresión logística multinomial para cada una de las preguntas y sus respuestas (0, 1 y 2 referentes a ns/nc, sí y no respectivamente), con los factores sexo (varones y mujeres) y grupo (G1-G9, ver apartado anterior). La significación de cada factor indica un efecto no aleatorio (del factor) sobre la distribución de respuestas, y se utilizó como primer criterio para una posterior identificación de la magnitud y el sentido de los efectos, mediante pruebas chi-cuadrado y gráficos de barras. Los análisis se realizaron con el programa SPSS v. 16.

RESULTADOS

Se realizaron un total de 450 entrevistas, 50 para cada una de los 9 grupos establecidos. El porcentaje de hombres entrevistados no fue significativamente diferente al de mujeres (hombres = 51,6 %; mujeres = 48,4 %; $\chi^2 = 0,436$; gl = 1; p = 0.5093). Los resultados globales para cada una de las preguntas y los resultados del análisis de regresión logística se muestran en la tabla 1. El factor sexo sólo fue significativo en la pregunta 3, sugiriendo, en general, respuestas similares de hombres y mujeres. Las diferencias entre hombres y mujeres en la pregunta 3 se deben a un aumento de las respuestas negativas en las mujeres respecto a la de los varones. Por otra parte, el factor Grupo fue significativo en todas las preguntas, sugiriendo patrones de respuesta diferentes en algunos de los grupos y respuestas. Los resultados

desglosados por pregunta y grupo pueden verse en la figura 1. Por ejemplo el grupo 5, da un patrón con un número bajo de respuestas afirmativas en prácticamente todas las preguntas. Un patrón de respuestas similar es observado para el grupo 4 en las preguntas 1, 2, 4, 6 y 7, y para el grupo 9 en las preguntas 1, 6, 7, 9 y 10. Con lo cual podemos sugerir que los grupos 4, 5 y 9 parecen dar un patrón parecido de respuestas en bastantes de las preguntas realizadas. Por otra parte, el grupo 3 también da un patrón de respuestas diferenciado (en este caso con alto número de respuestas afirmativas) en las preguntas 3, 5 y 6. El grupo 1 dio un alto número de respuestas afirmativas en la última pregunta.

DISCUSIÓN

Existen numerosos estudios sobre de la opinión que tienen los consumidores acerca de los organismos genéticamente modificados. Algunos de estos estudios están financiados por la Unión Europea, otros por las agencias de seguridad alimentaria y otros por uniones de consumidores y ONGs (Revista Consumer y Observatorio Eroski 2007). Pese al diferente objetivo de las encuestas y los sesgos que cada una de ellas pueda tener según el organismo que la financia, todas tienen algo en común, indican el poco conocimiento de los consumidores acerca de los OGM y las frecuentes contradicciones entre preguntas de naturaleza similar. Así, por ejemplo, un estudio de la unión de consumidores andaluces (www.uniondeconsumidores.com) revela el poco conocimiento que los entrevistados tienen de los alimentos transgénicos y es de destacar el resultado de la baja asociación entre la palabra transgénico y la expresión

“organismo modificado genéticamente”. Este último resultado es, sin duda, consecuencia de la utilización habitual de la palabra transgénico para los organismos genéticamente modificados mientras que en los países anglosajones únicamente se utiliza la denominación GMO, “genetically modified organisms”.

En un reciente proyecto denominado CO-SUMERCHOICE (<http://www.kcl.ac.uk/schools/biohealth/research/nutritional/consumerchoice>) financiado dentro de VI Programa Marco, se realizó uno de los estudios más detallados sobre los hábitos de consumo de los europeos incluyendo el número de productos en el mercado que contienen OGM, ventas reales de estos productos y opiniones de los encargados de supermercados y de los consumidores. Dentro de este proyecto, las preguntas realizadas a los consumidores españoles estaban principalmente enfocadas al etiquetado correcto y al consumo de alimentos que contienen OGM. Los resultados revelaron que el 73,7 % de los encuestados conocía qué es un producto que contiene OGM, pero un 79,6 % no sabía como reconocer un producto que lleve OGM, pese a que el 53,8 % afirmaba leer la lista de ingredientes antes de comprar. Este mismo estudio revela que el 44 % de los entrevistados tenía una mala opinión de los alimentos modificados genéticamente. Pese a la opinión más bien negativa sobre OGM el estudio del proyecto COMSUMERCHOICE indicó que, aunque el 62,5 % de los europeos encuestados afirma que no compraría productos que contengan OGM mientras que los datos de mercado indican que el 67,3 % de los consumidores compraron productos que contenían OGM.

En la encuesta realizada por los alumnos, que se detalla en este trabajo, el 66 % de los encuestados afirma saber qué es un organismo transgénico, pero sólo un 33,3 % sabe que consume organismos transgénicos. Además, un 21,65 % de los encuestados afirma que sabría reconocer un organismo transgénico del que no lo es. Aunque existen diferencias significativas entre grupos, en general, y al igual que en otras encuestas, podemos decir que el conocimiento de los organismos transgénicos es bajo. Este desconocimiento es más acusado en niños y personas mayores de 60 años. Sobre todo, la encuesta revela que hay un gran desconocimiento de los organismos transgénicos no destinados al consumo humano y a la vez una gran despreocupación a este respecto. La pregunta acerca de los pimientos amarillos utilizada como trampa no parece que pueda ser utilizada como control ya que muchos de los entrevistados manifestaron que no comerían pimientos de ningún tipo, especialmente los niños (observaciones de los encuestadores). Es de destacar también que el grupo con más repuestas afirmativas a la pregunta 6, sobre la posibilidad de que los alimentos transgénicos puedan producir cambios en los genes, pregunta 6, es el grupo de los profesores universitarios.

De la encuesta realizada se podría concluir que los consumidores tienen un somero conocimiento de los OGM, lo que parece contradictorio con la alta preocupación por la posibilidad de que los alimentos que los contienen puedan ser perjudiciales para la salud. Preocupa más que los alimentos destinados a consumo humano contengan OGMs frente a otros posibles usos que tengan o puedan tener los OGMs. En compara-

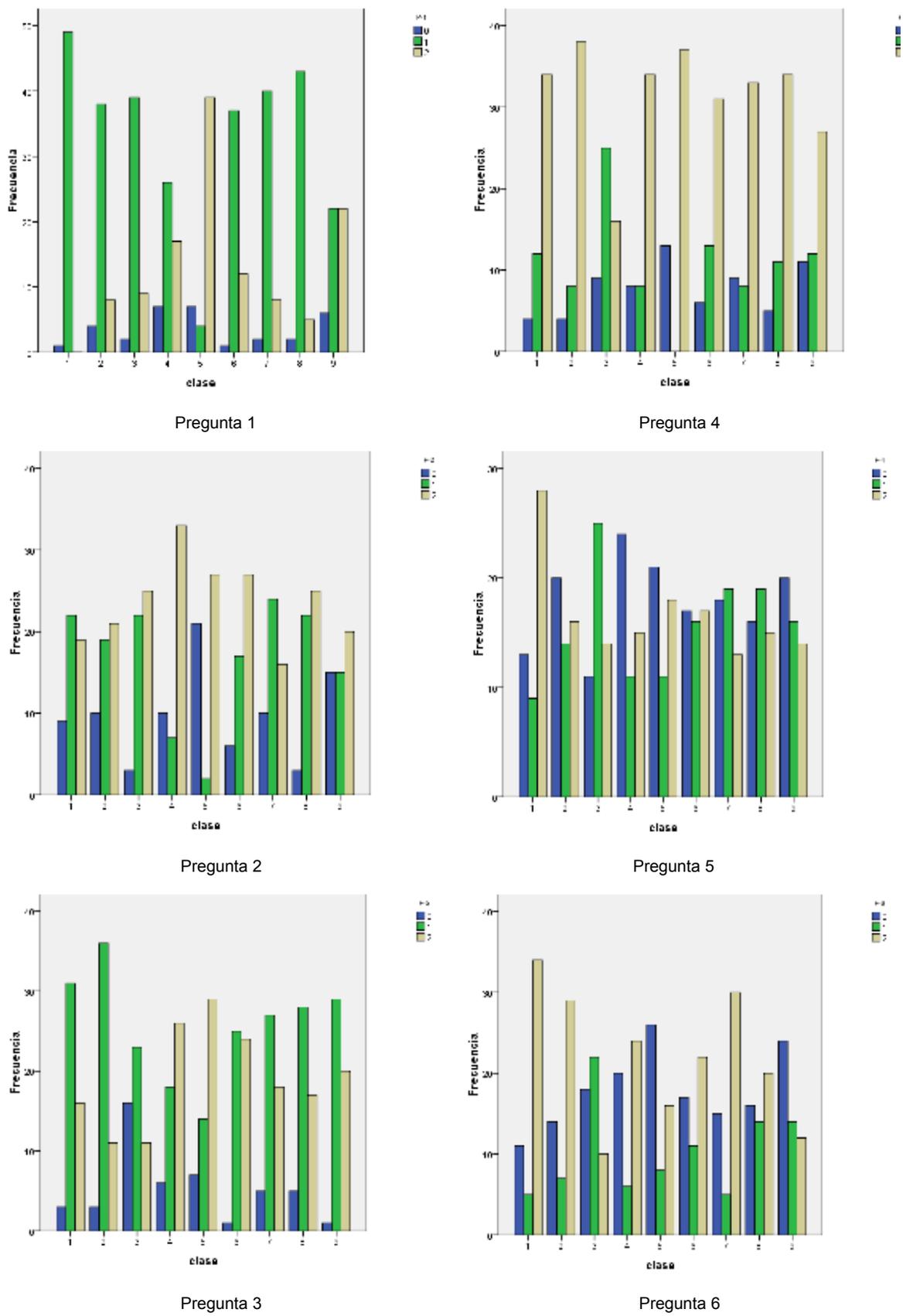
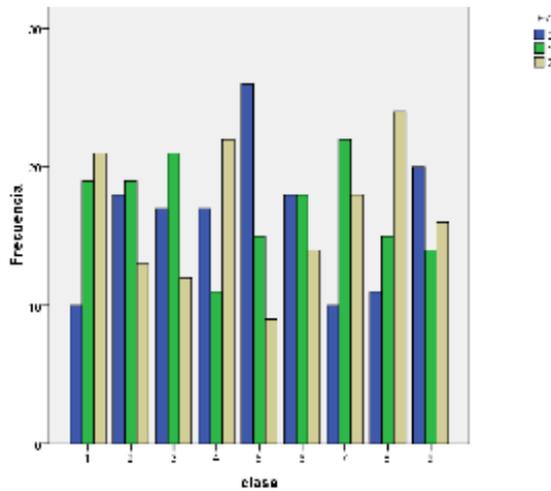


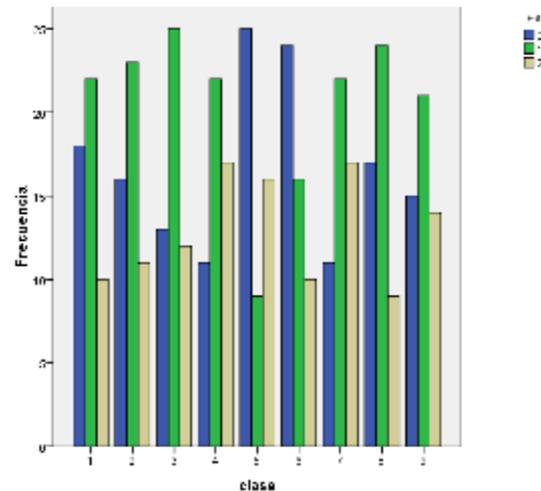
Fig. 1. Respuestas a cada una de las preguntas desglosadas por clase (ver texto) y respuesta. 0 = ns/nc, 1 = si, 2 = no (continúa en pág. siguiente)

ción a otros países (Knight y col., 2007) pa-
76

rece que no existe una excesiva preocupa-



Pregunta 7



Pregunta 8

ción por el consumo de alimentos que contienen OGM y los entrevistados se muestran confiados en que el futuro de la agricultura sea el cultivo de plantas transgénicas.

BIBLIOGRAFÍA

Eroski. Barómetro de Consumo 2007. Revista Consumer (www.consumer.es)

FECYT (2009). Segunda Encuesta Nacional de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Federación Española de Ciencia y Tecnología.

KNIGHT, J.G., MATHER, D.W., HOLDERSWORTH, D.K. & ERMEN, D.F. (2007)

Acceptance of GM food – an experiment in six countries. Nature Biotechnology, Vol. 25 (5) pp 507-508 (<http://www.nature.com/nbt/journal/v25/n5/full/nbt0507-507.html>).

Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed. EUR-Lex (22.9.2003) (http://eurlex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexdoc!prod!CELEXnumdoc&numdoc=32003R1829&model=lex&lg=en)

REVBI O

Etnobotánica y cultura popular. L. Cerdeira Torres; D. da Silva Fernández; N. de Melo Fernández; P. Domínguez Guerra & O. Estévez Martínez-----	11
Flora alóctona de Galicia. V. Franco Rodríguez; I. Fuentes Pérez & N. Socorro Piñeiro -----	19
Plantas parásitas. S. Silva Cagiao & M. Souto Maquieira -----	27
Consecuencias biológicas provocadas por el hombre. A. Puerta Patiño; J. Rodríguez Parra; A. Torres Crigna & P. Veiga Andre -----	35
Estudio sobre la germinación en semillas de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L. cv Castellana). M. Graña González; F. Juncal Juncal; X. López Goldar; E. Pérez García & L. Vázquez Bugallo -----	43
Biología funcional de <i>Anisakis</i> sp. A. Alonso García; M. Álvarez Satta; L. González Filgueira & I. Gutiérrez Díez -----	53
Neurobiología y biología molecular del Alzheimer. G. Pousada Fernández-----	61
Encuesta de percepción de organismos genéticamente modificados. P. Abal Camaño; I. Alonso Salgueiro; D. Amoedo Louzao; F. Artacho Cordón; L. Barral Cagiao; S. Barroso Lorenzo; N. Carballeda Sangiao; C. Carballo de Dios; R. A. Cid Formoso; E. Cortés Pereira; M. A. Fernández de Dios; S. Fernández Mojón; A. Fernández Otero; V. Franco Rodríguez; L. Girauda Diego; C. Gonçalves Fernández; M. González Meijide; M. R. González Pérez; J. Irisarri Cal; A. Labrador Quintáns; A. Lopez Nogueira; E. López Senra; N. Loureiro Álvarez; D. Mallo Adán; M. Martínez Amorín; L. Martínez Darriba; O. Martínez Troncoso; M. Míguez González; A. Pérez Paz; S. Piñeiro Hermida; L. Pol Aira; A. Ramos Losada; M. Reguera Fernández; A. M. Vilas Español & M. J. Villanueva Millán -----	71

2009