

Tema 46. Otros recursos bióticos. Aprovechamiento medicinal, ornamental, agropecuario, avícola, pesquero. La biotecnología.

2º Bach. Biología. Bloque 2. Biología tecnología y sociedad. Bloque 5: Genética molecular y Bloque 6. Microbiología y tecnología.

2º Bach. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Bloque 1, Tema 2.

46.1. La pesca como recurso natural

46.1.1. Áreas pesqueras.

46.1.2. Reservas marinas.

46.1.3. Pesca continental.

46.1.4. Instrumentos utilizados en la pesca: (OPCIONAL)

46.1.5. La Acuicultura.

46.2. Recursos agropecuarios. La Ganadería.

46.2.1. Introducción. El pastoreo nómada, La trashumancia

46.2.2. La ganadería comercial

46.3. Recursos avícolas. Avicultura.

46.3.1. Cuidado y manejo de las aves domésticas.

46.4. Recursos vegetales

46.5. Biotecnología

46.5.1. Medicina y productos farmacéuticos

46.5.2. Transformación de alimentos

46.5.3. Agroindustria

46.5.4. Investigación y desarrollo tecnológico en España

46.1. La pesca como recurso natural

Desde tiempo inmemorial los hombres hemos utilizado a los océanos para la navegación y como fuentes de recursos alimenticios. La utilización de estos recursos ha sido, y es, variable entre los distintos habitantes del planeta. Para algunos pueblos como los irlandeses, corsos, sardos, argelinos, etc. su dependencia ha sido mínima, en cambio, para otros como los bretones, italianos, españoles, etc. esta dependencia es mayor.

El principal problema actual, con respecto a las capturas, es el de la sobreexplotación, sobre todo de mamíferos. En la pesca mundial, el 90 % de las capturas son de peces. El incremento de las capturas va en aumento debido a:

- a) Gran densidad de población;
- b) Tecnificación de los procesos de captura (radio, detectores de bancos, etc.);
- c) Mejora en los procesos de conservación, y
- d) Diversificación del uso del pescado, ya que además de utilizarse para la alimentación humana, el 30 % de las capturas se utiliza para la fabricación de pienso.

La tradición e iniciativa y más de 4.000 Km. de costa hacen de España la tercera potencia pesquera de Europa y la cuarta potencia congeladora del mundo. Pero todo ello con problemas cada vez mayores, por "nuestra potencia" se basa en recursos ajenos. En efecto, desde 1973 se han agravado las dificultades al imponerse, con el límite de las 200 millas, la propiedad sobre los recursos marinos, como respuesta al agotamiento generalizado.

No obstante la investigación en acuicultura puede considerarse una inversión con futuro, por la disminución de las capturas marinas, los aumentos de los costes energéticos y la creciente demanda.

En la Convención de Naciones Unidas de 1982, 159 países firmaron la Ley del Mar, un tratado por el que cada nación tiene derecho legal a gestionar su propia pesca y la de los extranjeros en su Zona de Exclusión Económica (ZEE), cuyo límite se fija a 200 millas de la costa. Veintidós países no la firmaron, entre ellos E.E.U.U., la antigua URSS, Gran Bretaña, Alemania, alegando que los recursos del mar deben ser patrimonio de la humanidad. En dicho tratado se fijaron además las técnicas pesqueras permitidas, suprimiéndose las de arrastre.

En cuanto a la conservación de especies en peligro de extinción o de parajes marinos especialmente singulares, resultan importantes las políticas de vedas (prohibición de pesca) y reservas marinas. Con un funcionamiento similar al de los espacios terrestres ocupados por parques naturales, destacan de nuestro país la isla de Tabarca (Alicante) o las islas Columbretes (frente a Castellón)

46.1.1. Áreas pesqueras.

De las zonas marinas, la más extensa se localiza en el océano Pacífico (supone el 53 % del total de las áreas). Le sigue, con el 40 %, el océano Atlántico, que produce más por unidad de superficie; el Índico sólo supone el 5 %, y el mar Mediterráneo el 2 %. En el Pacífico destacan las zonas de la costa chilena, Perú y Golfo de Thailandia. En el Pacífico norte, lo mismo que en el Atlántico norte, al producirse mezcla de aguas templadas y frías, se dan importantes zonas productoras, sobre todo de especies como atún, arenques, sardinas, salmones, etc.

Los elementos de clima acuático, los biotopos y las cadenas de nutrición de los peces dependen en parte de las condiciones del litoral y del relieve submarino, no excesivamente favorables en nuestro país. Todavía conserva importancia, extensiva no intensiva, la pesca litoral, en la que es fundamental el papel de la plataforma epicontinental, más estrecha que la media de 75 Km. Que ostenta a escala mundial.

Los contrastes entre el Mediterráneo y el Atlántico son patentes. Color de las aguas, salinidad, temperatura del agua, mareas, etc. son bastante diferentes. La plataforma se ensancha hasta un máximo de 60 Km. en el Cantábrico y supera los 40 Km. en las rías gallegas, que debido a su articulación, supera 15 veces en productividad al litoral de Castellón, uno de los sectores más ricos del Mediterráneo. Con todo, las costas atlánticas, pese a la generalizada estrechez de la plataforma, son más ricas en pesca, al contar con más de 100 gramos de fitoplancton por metro³/año. El Mediterráneo sólo contiene algo más de 50 gramos, no distribuido uniformemente. Predomina una explotación de tipo artesanal.

Las zonas de la plataforma africana entre el cabo Espartel y Gambia presentan isotermas e isohialinas paralelas a la costa, lo que da condiciones hidrológicas muy diversas sobre fondos muy favorables. Los pesqueros españoles capturan en el litoral africano especies afines a las del Hemisferio norte.

La fauna litoral española es rica y variada, con especies de alto valor por su abundancia o calidad (merluza, atún, anchoa, besugo, caballa, etc.), a las que pueden agregarse otras menos conocidas en el norte de España como la melva, dentón, pargo, mero, etc.

La regionalización estadística resulta difícil a causa de los desembarcos "de conveniencia". Así barcos de Almería, por ejemplo, desembarcan en Alicante.

No obstante el peso humano y económico de la costa atlántica es muy superior a la mediterránea. Podemos distinguir las siguientes regiones pesqueras:

1. **Región cantábrica.** Abarca, de acuerdo con la denominación oficial, desde la frontera francesa hasta Ribadeo y aporta el 10 % de la pesca desembarcada; antes era mayor por las capturas de bacalao que han disminuido.
2. **Región noroeste.** Comprende desde Ribadeo a la frontera portuguesa. Galicia aporta el 46 % del pescado (merluza-pescadilla, sardina, gallo, jurel, rape,...). destaca la flota congeladora de Vigo (más de cien barcos). La contribución de los pesqueros de base gallega a las pesquerías lejanas ha sido destacada, así como en la captura del bacalao.
3. **Región suratlántica.** Desde la desembocadura del Guadiana al estrecho de Gibraltar. La extensa plataforma epicontinental no llegaría a justificar el 12 % de las capturas españolas (20 % en valor) si no fuera por la salida lejana de sus pesqueros. Merluza, migraciones de túnidos, sardina, anchoa y caballa suponen capturas importantes, únicamente superadas por la importancia de las capturas de crustáceos en el Golfo de Cádiz y la costa marroquí.

Estas tres regiones proporcionan los 2/3 de la producción española.

4. **Región canaria.** Cercana al trópico, cuenta con la proximidad de los bancos saharianos y del África occidental, donde la flota española compite con otras (japonesa, soviética). La aportación al total español desembarcado es del 19 %.
5. **Región surmediterránea.** Desde el Estrecho al cabo de Gata (Almería), contribuye con el 4 % de los desembarcos. Dado lo reducido de su plataforma se ha optado por la pesca pelágica y no la de arrastre. Boquerón y jurel continúan siendo las primeras especies en volumen de capturas.
6. **Región de Levante.** Compreendida entre los cabos de Gata y de la Nao, su aportación apenas supone el 5%, con predominio de la sardina y la bacaladilla, la pescadilla corresponde a pesquerías lejanas.
7. **Región tramontana.** Abarca todo la costa al norte del cabo de la Nao, pero su aportación apenas supone el 7 %, con un buen contingente de sardina, anchoa, bacaladilla y moluscos de vivero.
8. **La región balear.** El 0,4 % del volumen nacional no llegaría a pesar en su conjunto, si no fuera por un mercado local muy ávido.
9. **La pesquería de onda larga.** Desde que el 1970 la congelación abrió nuevas perspectivas, casi el 60 % del peso de la pesca española procede del Noroeste del Atlántico.

Unos de los últimos episodios de las pesquerías lejanas (1961) tubo lugar cuando los primeros arrastreros-congeladores europeos (gallegos), se dirigieron al Atlántico austral. De las costas angoleñas y de África del suroeste se extrajo gran cantidad de pescado "blanco" (merluza, sobre todo).

A partir de 1973 el panorama ha cambiado totalmente. Los 2/3 de nuestra producción procedía de aguas exteriores (sobre todo de la CEE). Por lo que se buscaron y buscan caladeros más lejanos (Seychelles, Filipinas, Madagascar, etc.).

46.1.2. Reservas marinas.

De cada 100 peces capturados, 55 lo son a profundidades de menos de 500 m., solo 30 entre 500 y 1000 m, y muy pocos a más de 1.000 metros. Los grandes fondos constituyen un interrogante y una reserva.

La **sardina** es la especie más importante de la pesca de bajura, sujeta a crisis cíclicas que han hecho desplazar a menudo los caladeros. Las capturas suponen el 26 % de la pesca litoral y de altura, lo que le otorga el primer rango por especies. La región canaria proporciona más de la mitad de lo pescado.

Merluza y pescadilla están sujetas a un creciente consumo, la apetencia española por ellas no es compartida por los demás países europeos. Noroeste y Cantábrico acumulan, cada uno, el 25 % de los desembarcos ordinarios y casi todos los congelados.

El **bacalao** ya no es la primera especie, debido a las limitaciones jurisdiccionales en el norte del Atlántico. Los desembarcos son exclusivos del litoral norte y noroeste.

El **jurel** supone un 5-6 % de las capturas, cuyas 3/4 partes se localizan en Galicia y Cantábrico.

El **boquerón**, anchoa o bocarte, ha alcanzado un 7,5 %. Casi ha desaparecido del Cantábrico, mientras que más de la mitad es desembarcado en la costa meridional.

La décima parte de las capturas corresponden a los **Túnicos** (atún, bonito, caballa, albacora, etc.) del Norte y Noroeste.

El europeo medio consume poco menos de 20 Kg. de productos pesqueros al año, con grandes diferencias entre países interiores (Suiza, 3 Kg.) y marinos (Suecia 60). El consumo español de pescado fresco se acerca a los 23 Kg., contando con los congelados y conservas, cada día más importantes.

Las previsiones en gran altura son malas para el bacalao, por las restricciones de Noruega y Canadá. La merluza depende de Namibia. Los barcos más importantes (un centenar) participan en sociedades mixtas con Marruecos, Argentina, Ecuador, etc. La reducción progresiva de los caladeros repercute en las flotas. Andalucía ve bajar sus desembarcos, mientras Galicia y Euzkadí sobreviven mejor, apoyados en las bases canarias y del puerto de Santa María.

Si las capturas son menores que el diferencial nacimiento-muertes de las distintas especies, las reservas aumentarán, en caso contrario irán disminuyendo. Para poder mantener una producción estable sería preciso que las reservas no fluctúen, para lo que sólo deben pescarse adultos, hablándose de un **rendimiento sostenido**, si se respeta a las especies más jóvenes. Cuando las capturas son mayores que este rendimiento sostenido, van disminuyendo el tamaño de las especies, llegándose a una reducción acelerada de la producción (**overfishing o sobrepesca**). Esta situación se está dando en el Atlántico norte y el Pacífico con la sardina, o con la archoveta peruana (se ha pasado de 12 millones de Tm. de capturas a 4).

El éxito de la actividad pesquera se da cuando la concentración de peces, en el espacio y en el tiempo, es mayor que las reservas, y a los modernos sistemas de localización y congregación de especies. Las grandes reservas de peces pelágicos se dan en zonas de corrientes ascendentes (upwelling), con muchos elementos nutritivos (P y N inorgánico), ya que producen diez veces más fitoplancton que en otras zonas.

Hay **cuatro áreas de afloramientos** importantes: Perú, California, Costa del Sahara y costas del desierto de Kalahari. En Galicia y el Somalia hay otras de menor importancia. No obstante, este fenómeno es variable en estación y en años, y de gran heterogeneidad local (variaciones importantes en poco Km. y en horas). A las épocas de gran movilidad vertical, le suceden épocas de relajamiento y productividad más baja. En general podemos afirmar que cuando las cadenas tróficas son cortas, la productividad es grande. Ej. Diatomeas → copépodos → Peces (sardinas, anchoas). La tendencia a formar bancos de peces se debe a razones tales, como la supervivencia, la reproducción y la explotación, ya que los peces, cuando forman bancos, cometen menos errores de navegación.

La utilización del sonar y del radar para la localización de bancos, ha detectado un estrato reflector de sonidos, a mayor profundidad, en todos los océanos. No obstante, al ser las cadenas tróficas más largas, no son tan abundantes como en la zona pelágica.

46.1.3. Pesca continental.

De menor importancia que la pesca marina, no obstante se da desde las actividades puramente deportivas, hasta la instalación de importantes pesquerías. Con fines alimenticios, la pesca continental sólo se mantiene en países subdesarrollados.

Interesa más la producción industrial de pescado en las aguas continentales de los países desarrollados, mediante pesquerías. Son instalaciones frecuentes en lagos, estuarios o grandes marismas.

En España prácticamente interesa la pesca deportiva, que moviliza bastantes recursos, fundamentalmente turísticos (2.500 millones de pesetas en 1982). Para lograr una reserva abundante es conveniente.: 1) Respetar la época de veda, 2) Proteger adecuadamente los frezaderos (zonas de puesta), 3) Creación de pasos para peces, 4) Respetar el tamaño mínimo de las capturas, y 5) Mantener la salubridad del agua.

46.1.4. Instrumentos utilizados en la pesca: (OPCIONAL)

Frente a la variedad casi ilimitada de artes y aparejos en la pesca artesana y semiindustrial, la gran pesca utiliza pocas modalidades; en cuanto a sus capturas, dominan los arrastres remolcados, las redes de cerco y los palangres. El papel predominante del arrastre se debe a su alto rendimiento, mecanización y no exigencia de cebo; con todo, persisten otros artes para especies de calidad y migraciones gregarias.

- a) Entre los de **cebo** cuentan varios aparejos de cordel y anzuelos como el palangre, que puede medir kilómetros. Volantín, curricán son ingenios de análogo fundamento, bien que se diferencian del anterior en que son arrastrados y no calados. Destacan el atún (palangre), en cuya captura se utiliza también la caña con cebo vivo.
- b) Las artes de **cerco** se dedican a la pesca pelágica; el más utilizado es la traíña en la "pesca de luz" mediterránea, a medio camino entre industrial y artesanal. En noches sin luna, una docena de tripulantes en una barca grande y otro bote auxiliar provisto de luces que atrae al banco, al que luego acorralan.
- c) La pesca de **arrastre** más conocida y eficiente utiliza el bou (red en forma de embudo de dimensiones variables). Se barren fondos (de 100-800 m.) en caladas de una o dos horas. Con el aumento de tonelaje y autonomía de los barcos pesqueros, los arrastreros representan la mayor aportación a la captura de especies de fondo.
- d) Entre los artes de **deriva**, que pescan sin estar anclados ni arrastrados, entre dos aguas, destaca el sardinal o otros de enmalle que suelen calarse perpendicularmente a la corriente, formando barrera.
- e) El **trasmallo** es un arte fijo de fondo que consiste en una red que forma zigzag, dirigida o vigilada desde barcas de poco tonelaje, con dos o tres tripulantes. Fuera del Mediterráneo y del dominio artesano carece de interés. Aquí podrían incluirse soltas, almadrabas, antes de gran categoría y hoy en desuso.

Las **especies pelágicas** se pescan con lienzos flotantes o arrastradas, redes fijas o derivadas y artes de cerco, mientras que las bénticas, propias del fondo, son recogidas "a ciegas" con arrastre, redes verticales (trasmallo), nasas, linzas de fondo, etc.

46.1.5. La Acuicultura.

Con esta denominación se incluyen todas las formas de cría más o menos intensiva de peces, crustáceos y moluscos, en agua dulce, salobre o marina. Son instalaciones que permiten el nacimiento, crecimiento y desarrollo de las distintas especies.

La Maricultura (acuicultura de mar) es muy antigua. Se practicaba la ostricultura, en Oriente, antes de la era cristiana. Hay un tratado de piscicultura chino de 735 años a. C. Desde hace mil años se practica la piscicultura de agua dulce. Era una práctica habitual en Europa oriental y el sudeste asiático, en los siglos XIII y XIV. A partir de 1965 se la considera una verdadera ciencia. En China y la India, el 40 % de los alimentos marinos que consumen, los obtienen de la piscicultura.

Ventajas de la acuicultura: cadenas tróficas y flujos de energía.

Unas 7×10^{11} Tm/año de fitoplancto, producen entre $7-14 \times 10^{10}$ Tm/año de zooplancton, boquerón y otros peces herbívoros; que a su vez mantendría entre $7-14 \times 10^9$ Tm/año de especies carnívoras. Es decir que, 100 Kg. de fitoplancton, producirían entre 10-20 Kg. de herbívoros, que, a su vez, mantendrían entre 1-2 Kg. de carnívoros primarios; y estos a 0,1 - 0,2 Kg. de carnívoros secundarios.

De manera que con 7×10^{11} Tm/año de fitoplancton podríamos conseguir más de 60 millones de Tm. de peces (0'01 %), en total; teniendo en cuenta que el boquerón (herbívoro) ocupa el nivel trófico 1, el arenque el 2, el bacalao pequeño el 3, el grande el 4, etc.

Estas cifras son indicativas de que, recortando las cadenas tróficas, mediante la acuicultura, podemos obtener proteínas animales más económicas. Además, podemos seleccionar especies cuya eficiencia de bioconversión sea elevada.

Condiciones para una producción óptima en acuicultura.

La acuicultura puede consistir:

- 1) Criar **alevines**, para después repoblar o colonizar nuevas zonas. El engorde de alevines se realiza en estanques repoblados adecuados.
- 2) Establecer estanques o jaulas sumergidas, a partir de huevos de progenitores cautivos, el desarrollo de las larvas, de los jóvenes e incluso, de los adultos. Esto es lo que llama la **acuicultura intensiva**.
- 3) Otra modalidad es la de favorecer la entrada de formas juveniles, en estanques de agua salobre o d marina, en lagunas o fondos de bahías cerradas, para que puedan crecer en condiciones naturales. Se ha de procurar eliminar las especies concurrentes. Es lo que se llama la **acuicultura extensiva**.

Los factores que determinan una explotación adecuada, son los siguientes;

- a) Las **condiciones de nutrición**. En las especies de acuicultura intensiva (salmón) se utiliza alimentación artificial (harina de pescado). Por ser un procedimiento caro, solo se emplea con especies rentables.
- b) **Modalidad de reproducción**. Hay especies que no frezan en cautividad; con el esturión y el salmón es posible la fecundación artificial. Una de las experiencias mejor conocidas es la cría de la trucha-arco iris; tras 40 años de investigación se consiguen especies de 1-5 Kg. Los ensayos con salmónidos, retardando su madurez sexual, han resultado muy eficaces para obtener especies de gran tamaño. También se han desarrollado experiencias de hibridación.
- c) **Patología de las especies**. Muchos peces son susceptibles de ser parasitados o infectados por virus, bacterias y hongos. Esto se evita añadiendo sustancias quimioprolácticas, vacunas, mezclando antibióticos con alimentos, etc. Todo esto encarece el proceso.

Por todo esto las piscifactorías, dado el costo de las instalaciones, la inversión y la amortización, sólo se aplican con especies rentables. Es raro encontrarlas con dimensiones superiores a las dos Ha.

Las instalaciones mínimas de una piscifactoría completa varían según los fines de la explotación. Si es completa consta de: Estanque de reproductores; nave de incubación y manutención; nave de alevinaje; estanque de engorde, y estanques secundarios de estabulación. Si se trata, únicamente, de repoblar se precisan menos instalaciones.

Modalidades de acuicultura

Si tenemos en cuenta las zonas en que se ubican los cultivos acuícolas, ya hemos visto que la acuicultura puede ser marina o continental. Otros criterios atienden al tipo de especies que se cultivan, en cuyo caso tendremos: cultivo de peces o piscicultura (rodaballo, salmónidos, carpas, lenguados, etc.), el cultivo de moluscos (almejas, ostras, mejillones, etc.) y el cultivo de crustáceos (langostino, cangrejo de mar, cangrejo de río, etc.) principalmente.

Los establecimientos dedicados al cultivo de especies piscícolas son las piscifactorías. Según las etapas del ciclo que cubren, las piscifactorías se clasifican:

- **Piscifactorías de producción:** se parte del huevo o del alevín, y se obtiene el individuo adulto.
- **Piscifactorías de reproducción:** Se parte de reproductores adultos, se comercializan los huevos o alevines, o bien se repuebla con ellos.
- **Piscifactorías mixtas, integrales o completas.** Realizan completo el ciclo de cultivo.

Según el régimen en el que se realiza el cultivo:

- Piscifactorías de **régimen intensivo**. Alimentación artificial (piensos compuestos), aunque no es posible para todas las especies.
- Piscifactorías en **régimen extensivo**. No hay aporte alimenticio externo. Los peces se alimentan de lo que van encontrando.

En general, los principales grupos de especies que se cultivan por todo el mundo en agua dulce son salmones y truchas (salmónidos); las carpas, tencas y carpines (ciprinicultura) y los lucios (exocicultura); mientras que en las aguas salobres destacan la cría de lenguados, doradas, rodaballos, lubinas, mújiles, besugos, etc., regiones como Galicia, Huelva y Cádiz presentan especiales condiciones para este tipo de cultivo.

Inconvenientes y perspectivas de futuro.

Del total de capturas de peces en 1975 (70 millones de Tm.), 60 correspondían a especies marinas y, el resto, a especies de agua dulce. La Acuicultura proporciona el 40 % de las especies de agua dulce y el 3 % de las de agua del mar.

Entre las razones que justifican su creciente interés, están:

- La progresiva disminución de capturas de la pesca de altura y de abjura, dada la superexplotación y la creciente contaminación marina.
- Es más fácil el control de las aguas continentales y salobres, que las marinas.
- Su gestión puede ser planificada y controlada.

Existen unos 400 millones de Ha, de marismas costeras. Si sólo se dedicaran un 10 % a la acuicultura, podrían producirse unas 100 Tm. de biomasa/año. Datos del zoólogo Ryther, del Instituto Oceanográfico de Massachusetts.

Otros científicos son menos optimistas. Afirman que la acuicultura puede contribuir a solucionar problemas socioeconómicos de zonas costeras, pero para especies de lujo. En todo caso podrían resolver el déficit de algunos países, teniendo más interés para los que están en vías de desarrollo.

Uno de los inconvenientes que plantean estas explotaciones, es el de la **contaminación**. Esta puede deberse a:

- 1) La alimentación. Las deyecciones y los alimentos no consumidos. Es el principal factor contaminante, ya que los elementos en suspensión, enturbian el agua y, su oxidación consume oxígeno.
- 2) Los tratamientos sanitarios incorporados al medio acuático.
- 3) Los agentes patógenos de las especies (virus, bacterias, hongos, etc.).
- 4) La eutrofización (producción de algas y plantas) de los estanques.

No obstante la investigación en acuicultura puede considerarse una inversión con futuro, por la disminución de las capturas marinas, los aumentos de los costes energéticos y la creciente demanda.

46.2. Recursos agropecuarios. La Ganadería.

Como hemos indicado en la taxonomía, la ganadería se refiere, fundamentalmente a los Órdenes Perisodáctilos (Fam. Équidos) y al de los Artiodáctilos (fundamentalmente la familia de los Bóvidos). Son los mamíferos domésticos más importantes.

Como productores de **carne** destacan el ganado vacuno, porcino, lanar, conejos y, en menor medida los équidos, jabalí, liebre, y otros animales salvajes. Un buen productor de carne debe tener tronco ancho, buen desarrollo muscular, extremidades y cuello cortos y ganar rápidamente peso.

Los productores de **leche** son la vaca, en primer lugar, y oveja y cabra a distancia. Algunas razas vacunas pueden proporcionar 40-50 litros diarios (raza frisona). Los derivados lácteos como la mantequilla, queso, yogurt, etc. constituye una industria derivada de interés.

La producción de **lana** es exclusiva del ganado ovino (raza merina).

La producción de **pieles y cueros**, además de los animales de peletería (visón, marta, zorro, etc.) está el vacuno, cabrío y el conejo.

El **estiércol** es una producción fundamental dada su gran aplicación como fertilizante de diversos cultivos.

Los animales de compañía y los de laboratorio constituyen también una importante utilidad de los mamíferos. Así como otros (caballo, etc.) utilizados en modalidades deportivas.

46.2.1. Introducción. El pastoreo nómada, La trashumancia

La trashumancia es un fenómeno casi universal; se ha dado y se da en la actualidad, según el grado de desarrollo de los diferentes países. Consiste en el traslado del ganado (normalmente ovino), junto con los pastores, para aprovechar los pastos cuando se agostan los suyos. Habitualmente, durante el verano, se buscan los pastos de montaña y, durante el invierno, los de llanura. El recorrido anual suele ser idéntico. Este procedimiento ha sido muy habitual en los países ribereños del Mediterráneo. Actualmente los traslados se realizan en vehículos especiales o en ferrocarril.

Las rutas que seguían reciben distintos nombres: cañadas (España); tratturi (Apeninos); trazzere (Sicilia). Según el itinerario seguido se distinguen varios tipos: **Vertical** (en altura), **Horizontal**. En otros casos (Trópicos) los pastores se guían por aspectos climatológicos, al alternarse una estación seca con otra húmeda (verano).

El avance de la agricultura, sobre todo de la intensiva, ha ido acabando con los pastos y desplazando, por tanto, esta modalidad que se ha ido sustituyendo, paulatinamente, por la estabulación del ganado total o parcial.

46.2.2. La ganadería comercial

La ganadería, antes, era una fuente de recursos adicional para el agricultor. Se apreciaba al ganado para trabajar, y como productor de lácteos, carne, abonos (estiércol) y, posteriormente, de productos más elaborados (cueros, conservas cárnicas, etc.). La demanda creciente de carne, lana y cuero han sido, entre otros, los factores determinantes del desarrollo de la ganadería comercial. El avance en técnicas de conservación de alimentos (transportes frigoríficos,...) ha abierto posibilidades insospechadas.

La **ganadería extensiva** ha permitido abastecer a los grandes mercados mundiales; requieren grandes extensiones de pastos (praderas y pampas americanas) y no son el resultado de formas primitivas de ganadería. Está muy desarrollada en casi todos los continentes, excepto en Europa. Requieren los climas secos (ovino) o húmedos (bovino) de praderas, estepas o sabanas, como por ejemplo: los "llanos" venezolanos, los "campos" brasileños o las "pampas" argentinas. Las extensas praderas de USA permiten un gran desarrollo de una ganadería muy tecnificada. Australia y Nueva Zelanda dominan el mercado de la lana.

Las especies fundamentales son la ovina (carne y lana), la bovina (leche y carne) y otras de menor importancia (búfalo, cabra, reno, camello,...). El cerdo ha surgido, a veces con fuerza, como accesorio en otros países. La ganadería del reno, no obstante, es muy importante en Escandinavia, Laponia, Canadá y Alaska. El caballo en USA, Canadá, países que formaban la antigua URSS, Brasil y Argentina.

El oeste peninsular, constituido en buena parte por dehesas de encinas, es un claro ejemplo de explotación extensiva de ganado porcino de razas autóctonas. Actualmente se apuesta por el mantenimiento de explotaciones sostenibles de este tipo.

Diversos factores van haciendo que, la **ganadería intensiva** vaya desplazando, poco a poco, a la extensiva. Entre otros, podemos señalar, que los regadíos permiten cultivar forrajes que mejoran el redimiento, evitan largos desplazamientos, permiten seleccionar la calidad, que va primando cada vez más y, suponen un considerable ahorro de mano de obra.

La ganadería intensiva está muy tecnificada (**estabulación**). La estabulación, por lo menos invernada, permite la producción y recolección rápida, de leche, productos lácteos derivados, así como de otros productos zootécnicos. Para los animales jóvenes no es aconsejable la estabulación permanente. La estabulación puede ser libre (el establo está abierto, al aire libre y los animales se desplazan por él), o permanente. En cualquier caso, los establos, se suelen localizar próximos a las grandes ciudades. Las especies empleadas son bovinos, cerda y aves de corral. En Europa estas explotaciones suelen ser reducidas (no mayores de 15 Ha.), por la carencia de pastos.

46.3. Recursos avícolas. Avicultura.

En términos generales el concepto de recursos avícolas se circunscribe a las llamadas aves domésticas: Pollos, pavos y patos, y, en menor medida, gansos, faisanes, gallinas de Guinea, pavos reales, etc. Se trata, por tanto, de especies que no pueden mantenerse mucho tiempo en vuelo sostenido, realizan vuelos cortos. Desde tiempo inmemorial, la Avicultura es un auxiliar de la producción rural. Actualmente ha emergido una próspera industria productora de carnes y huevos de estas aves.

Entre las principales razas de gallinas (*Gallus gallus*) que se emplean en la avicultura destacan:

Mediterráneas: La Leghorn blanca como productora de numerosos huevos blancos y grandes. No interrumpen su ciclo de puesta con la incubación. Otras razas de menos favor son la Leghorn negra, Ancona, Minorca, andaluza, Prat, etc.

La raza castellana, de origen español, ha dado lugar a otras razas, como la Minorca, que tiene una carne blanca y pone numerosos huevos. La andaluza, que alcanza un peso medio entre 2,5 y 3 Kg. Y también es buena ponedora; por último, la catalana Prat, que tiene un plumaje leonado, produce abundantes huevos de cáscara oscura y que, sometidas a cebo, producen una carne muy estimada por su finura.

Americanas. Destaca la raza Plymouth Rock que produce unos huevos, de color tostado, y menores que los que produce la Leghorn. Cuando no rinde como ponedora se la somete a cebo. Otras razas son la Wyandotte, la Rhode Island red, que es buena ponedora en invierno; la New Hampshire roja, utilizada para cebo.

Entre otras razas inglesas destaca la popular Orpington, buena ponedora invernada.

Los pollos utilizados para cebo, se seleccionan a edad temprana. Para su selección se suelen cruzar individuos de razas pesadas o híbridos, con otros de la misma raza o, en su caso, con otros individuos de otras razas menos pesados, pero de más rápido crecimiento. Como por ejemplo se hace entre las Rhode Island y las Leghorn; o la de Cornish con la White rock, con las que se consiguen pollos de un Kg. en seis semanas, consumiendo menos cantidad de pienso que otras razas.

Otras aves utilizadas son:

Pavo (*Meleagris gallopavo*). Constituye una industria muy especializada; la raza más utilizada es la Bronze, que tiene un pecho muy ancho, y alcanza hasta 16 Kg. los machos y 13 Kg. las hembras.

Patos (*Anas*). También constituye una industria muy especializada. Requiere unos cuidados higiénicos y preventivos, muy minuciosos. Destaca la variedad Pekin para la producción de carne y la Indian Runner como ponedora.

La cría del faisán va en aumento, así como la de la codorniz, etc.

46.3.1. Cuidado y manejo de las aves domésticas.

Se trata de una industria, la avicultura, en continua evolución, que precisa de periódicas actualizaciones para los granjeros. Es fundamental el equilibrio entre las raciones alimenticias, el agua potable, la higiene, la temperatura (evitar tanto el calor como el frío) y el alojamiento idóneo. Los pasos a seguir, esquemáticamente expuestos, son los siguientes:

Selección de las razas en función de los objetivos previstos. Las hibridaciones continuadas pueden dar lugar a un heterogéneo conjunto de razas mestizas, inaprovechables tanto para la producción de huevos como para el cebo.

Incubación natural y artificial.

Para la natural se seleccionan los huevos frescos, y se colocan las gallinas en lugares en los que la luz no las ofenda, con agua fresca y renovándole la alimentación cada mañana y cada noche. En muchas granjas, la renovación se lleva a cabo prescindiendo de la incubación, reponiendo con polluelos de un día. La artificial, mecánica e intensiva permite un considerable ahorro de tiempo y trabajo.

Para los polluelos es conveniente controlar la temperatura, humedad, alimento e higiene (debido a su baja inmunidad). Deben tener calefacción en las paredes, en el suelo, los comederos y las fuentes. Los comederos han de estar muy limpios antes de la llegada de los polluelos, conviene limpiarlos con solución antiséptica. El papel de periódico (diez o doce hojas superpuestas) constituye una excelente cama para ellos. Para evitar el contagio de diferentes enfermedades, es conveniente mantenerlos aislados de los adultos, para que no se mezclen.

El empollado de pavos se lleva a cabo en incubadoras, de donde salen los pavipollos que se crían sobre un alambre para protegerlos de los parásitos. Cuando pasan al suelo, hay que cambiarlos de sitio, al principio, cada dos días. Nunca deben mezclarse con otras aves.

El incubado de los huevos de los patos suele durar unas cuatro semanas. A los patitos se les alimenta con una masa especial a base de trigo, harina de alfalfa, leche desnatada en polvo, restos de carne, avena preparada y sal.

Alimentación.

De lo dicho antes se desprende que, ésta, depende de la etapa en la que se encuentre el ave. Normalmente ya existen en el comercio, alimentos preparados que proporcionan mejores resultados, que las mezclas caseras. No obstante, los granjeros precisan de un especial conocimiento de la dietética avícola.

Se sabe que necesitan de la vitamina B₁₂; la adición de antibióticos (penicilina y aureomicina) acelera, en un 10%, el crecimiento de los pollos y en un 20 % el de los pavos. Determinadas sustancias adelantan la puesta y disminuyen la mortalidad.

La ración de los pollos requiere de granos de arena y trigo triturados, más una masa compuesta por trigo aplastado, avena y cebada, mezclados con restos de carne, leche desnatada en polvo, harina de alfalfa, sal y aceite de hígado de bacalao. La comida vegetal más habitual es a base de legumbres o hierbas, desbroce de césped, berza y remolacha, con un poco de arena.

Para los patos la ración de engorde (cuando han emplumado), es a base de trigo molido, salvado, harina, carne, avena molida, leche desnatada en polvo y harina de alfalfa. Este alimento debe estar continuamente a disposición de las aves, para que entre 9 y 11 semanas alcancen 1,5 Kg. de peso.

Alojamiento.

Ya nos hemos referido a él, al hablar de la incubación. En términos generales podemos decir que cuanto mayor sea la limpieza mejor. Con frecuencia, a los polluelos y, a veces, a las gallinas se les aloja en gallineros portátiles durante el invierno. Los gallineros deben orientarse en dirección Sur o SE en el hemisferio Norte, y Norte o NE en el hemisferio Sur, para que estén recibiendo la mayor cantidad posible

de sol. La conseguir una deseable desecación rápida y un buen desagüe, es aconsejable que el suelo sea arenoso y poroso. El interior del gallinero debe estar seco, ventilado, pero fuera de corrientes de aire. Luego cada especie requiere unos cuidados específicos.

Incremento de la producción.

Además de la alimentación y el alojamiento, hay otra serie de factores que contribuyen a un mejor desarrollo y crecimiento; tales son:

Tener encendida la luz eléctrica, al menos, doce horas diarias. Distribuyéndolas temprano por la mañana y tarde por la noche, incrementan la producción en invierno, al menos en el Hemisferio Norte.

En los ponedores registradores, las gallinas quedan encerradas tras la puesta. Se numeran los huevos y se sigue su evolución.

46.4. Recursos vegetales

➤ . Plantas medicinales

Desde tiempos remotos los vegetales han sido utilizados como remedios de males, por el hombre. En sus comienzos la Botánica estaba relacionada con la Medicina. Esta práctica de siglos ha conducido a una amplia selección de plantas a las que se atribuyen determinadas acciones o virtudes curativas (analgésicas, balsámicas, astringentes, antiespasmódica, diuréticas, hipnóticas, etc.). Podemos citar entre otras: del quino se obtiene la quinina (antimalaria), opio (amapola blanca), cocaína (coca), belladona (se obtiene el dilatador ocular atropina), curare (control muscular), estroscina, digital (digitalina para enfermedades circulatorias), Ricino (purgante), marihuana, estramonio (Datura), beleño, heléboro, mandrágora (se extrae el anestésico hiosciamina). Venenosas existen muchas plantas como la cicuta, adelfa, lechetreznas, hiedra, etc.

El avance de la ciencia química y farmacológica ha ido sustituyendo los productos naturales por otros elaborados o sintéticos, con la enorme ventaja de que todos sus componentes están controlados y, sobre todo, de que se conocen las concentraciones y, por tanto, se pueden aplicar las dosis necesarias.

De todas formas, gran número de plantas constituyen materias primas de la industria farmacéutica y otras muchas se utilizan como infusiones (manzanilla, tila, poleo, menta), etc.

También es una práctica generalizada la consideración del valor medicinal de los alimentos. Así, por ejemplo, se toman como astringentes la manzana, el membrillo, el agua de arroz, la zanahoria, o como laxantes las ciruelas, tomates, zumo de naranja,...

Los científicos han interpretado los usos medicinales de las plantas en función de los agentes biológicamente activos que éstas contienen. Se pueden utilizar directamente como fármaco, como fuente de producto farmacéutico (la efedrina extraída de la Ephedra), como fuentes de materiales de partida en la síntesis de fármacos, como complementos farmacéuticos (colorantes, saborizantes, disolventes, etc.) y, finalmente, como modelos o ideas para nuevos fármacos sintéticos.

El efecto curativo de las plantas se debe a los principios activos que contienen que tienen diversa naturaleza química (azúcares, ácidos grasos, ácido cítrico, resinas, sustancias aromáticas, alcaloides, etc). En ocasiones la actividad puede deberse a una sola sustancia pero en otros casos los efectos sinérgicos de varias sustancias presentes en las plantas refuerzan la actividad de las mismas.

Atendiendo a la localización anatómica y funcional de la actividad de la planta y los principios que contienen se puede distinguir:

- a) **Sustancias que actúan sobre el sistema nervioso central:** Anestésicos generales (escopolamina de algunas Solanáceas), hipnóticas y sedantes (como la valeriana), analgésicos (codeína, colquicina o la quinina) y excitantes (cafeína, estroscina o el acónito). Suelen ser principios que deben usarse únicamente bajo supervisión médica muy cualificada.

- b) **Sustancias que actúan sobre el sistema nervioso periférico:** A nivel del parasimpático actúan excitantes (como ,arecolina) y paralizantes (hiosciamina, atropina y escopolamina de la belladona, el estramonio o beleño), pilocarpina). A nivel del simpático: excitantes (efedrina) y paralizantes (yohimbina o el cornezuelo del centeno). La nicotina actúa sobre ambos sistemas. La cocaína y otras actúa también sobre el SNC. Las recomendaciones son idénticas a las anteriores.
- c) **Sustancias que actúan sobre el aparato excretor:** Entre los diuréticos destacan: frutos del enebro, perejil, hinojo, etc., se utilizan en productos adelgazantes y como hipotensores.
- d) **Sustancias que actúan sobre el aparato digestivo:** purgantes y laxantes: agar-, jalapa, mercurial, etc.; antidiarréicos: derivados del opio, hojas y tallos de salicaria, etc.; colagogos que estimulan la secreción de bilis: alcachofa, achicoria, etc. Se puede excitar el apetito mediante sustancias amargas que contiene la raíz de la genciana y la corteza de quina o las hojas de salvia. La digestión puede estimularse con manzanilla, tila, menta, anís, verbena, etc.
Algunas plantas se utilizan como biocidas: antihelmínticos contra las lombrices intestinales (esencia de tomillo, raíz de granado, etc.).
- e) **Sustancias que actúan sobre el aparato respiratorio:** Modificadores del ritmo respiratorio y de la tos: malva, amapola, laurel-cerezo, etc.; modificadoras del tono muscular de los bronquios: papaverina de las amapolas o la atropina de algunas solanáceas; modificadoras de las secreciones bronquiales: Viola, Polygala, regaliz, trementina del lentisco, cornicabra, etc.
- f) **Sustancias que actúan sobre el aparato circulatorio:** Modificadores cardiovasculares: glucósidos de Digitalis, Convallaria, Unginea. El castaño de Indias y las amapolas se utilizan como modificadores de la circulación venosa. Por tratarse de sustancias extremadamente tóxicas deben usarse bajo riguroso control médico.

Algunas plantas son repelentes de insectos: laurel y sabina para las polillas, albahaca contra los mosquitos. Como antisépticos se usan el aceite esencial de tomillo y eucalipto.

Hay plantas que pueden ser utilizadas en estado fresco y otras que deben ser puestas a secar antes de su uso. La preparación más sencilla es la maceración sumergiendo la planta en agua algunas horas con el fin de que se liberen los principios solubles en agua o los mucílagos de hojas y semillas. La infusión permite liberar los principios volátiles de hojas, flores, etc. Las tisanas son macerados, cocimientos o infusiones preparados con mucha agua y reducidas proporciones de la planta.

Con frecuencia se trabaja con **extractos vegetales** mediante escaldado y prensado; en otros casos, para principios activos insolubles en agua, se recurre al uso de disolventes orgánicos. Los jarabes son soluciones azucaradas o con miel de sustancias medicinales. Los aceites (aceite de ricino) pueden usarse directamente (purgantes) o como soporte de otros productos medicinales. Pomadas, cremas y el resto de técnicas farmacéuticas y alimentarias son utilizadas, cada vez más, con éxito para prolongar la actividad y eliminar aspectos negativos (olor).

La **toxicidad** de algunas plantas se manifiesta por ingestión o, a veces, por mero contacto (dermatitis). El envenenamiento depende de la parte de la planta consumida, cantidad y peculiaridades fisiológicas del que las consume.

En el libro Introducción al mundo de las plantas medicinales en Murcia, de Diego Rivera y otros, publicado por el Ayuntamiento de Murcia, aparece a partir de la página 17 un completo catálogo de las plantas tóxicas de la Región de Murcia indicando su nivel de toxicidad. También contiene un catálogo provisional de las plantas medicinales exóticas que se pueden encontrar en los mercados (página 32), otro sobre las plantas medicinales tradicionales de la región (página 38), y una referencia a las plantas medicinales de otras culturas (página 85).

➤ Plantas ornamentales

Desde siempre uno de las principales aplicaciones de las Fanerógamas (plantas con flores) ha sido la de la ornamentación. La demanda de zonas verdes, sobre todo en las ciudades, ha permitido e impulsado un gran desarrollo de la **jardinería paisajística o urbana**. Ayuntamientos y urbanistas se preocupan de abordar estos aspectos desde el ámbito de su competencia.

Los **cultivos de invernadero** han supuesto un gran desarrollo para una "floreciente" rama de la Agricultura, la floristería; su importancia económica es cada vez mayor. La rapidez del transporte permite que el mercado de flores frescas se haya internacionalizado, sobre todo en los países del primer mundo. La aplicación de sofisticadas técnicas de mejoras genéticas ha permitido el desarrollo de múltiples variedades de flores silvestres (color, olor, nº de pétalos, etc.).

La simple enumeración de las especies que tienen importancia desde el punto de vista de la ornamentación, haría esta exposición demasiado amplia. Desde los árboles y arbustos empleados en la ornamentación de los jardines públicos, a las especies usuales en las floristerías, pasando por las utilizadas en la "jardinería doméstica". Sin ánimo, por tanto, de ser exhaustivos, citamos:

Para **flores**: Rosal (*Rosa* sp.), camelia, clavel (*Dianthus* sp.), Alhelí, Crisantemo, Dalia, Margarita, Pensamientos, Violeta. Las Monocotiledóneas: Tulipanes, Jacintos, Azucenas, Narcisos, Gladiolos, Lirio, Orquídeas, etc.

Son numerosas las especies de **árboles y arbustos**, no siempre autóctonas; es frecuente que se hayan logrado aclimataciones de árboles exóticos de otras latitudes. Entre los arbustos y árboles, cabe citar: Acebo, Madreselva, Majuelo, Rododendro, Madroño, Boj, Hortensia, Hiedra, Jazmín, Fresno, Olivo, Lila, Aligustre, Buganvilla, Almez, Tilo, Morera, Ficus, Plátano de paseo, Catalpa, Árbol del amor (*Cercis silicuastrum*), Falsa acacia, Arce, Álamo, Chopo, Sauce, Cerezo, Serbal, Castaño de indias, Árbol del paraíso, etc. Entre las Monocotiledóneas: Palmitos, Palmeras, Dragos, etc. Así como distintas Gimnospermas (pinos, ciprés, abeto, Cycas, Ginkgos,...). De tradición china, asumida por Europa, de forma creciente es digno de citar la técnica de los bonsai.

Por último podríamos citar otra serie de plantas, no citadas en los grupos anteriores, y que, mayoritariamente, son especies utilizadas en, lo que podríamos llamar, **jardinería doméstica**: gran variedad de cactus, Begonia, Geranios, Nenúfares, Flor de pasión, Ciclamen, Primavera, Azaleas, Vinca, Fucsia, Crotón, Flor de pascua, Potos, Hibiscos, Alegrías, etc.

46.5. Biotecnología

La consolidación teórica de la Bioquímica, la biología y, sobre todo, de la genética molecular durante los años 70, en procesos científicos tales como la recombinación, clonación, etc., ha culminado recientemente con la incorporación definitiva de la tecnología del ADN a la producción industrial.

El enorme potencial aplicativo de esta tecnología ya había llevado anteriormente a diferentes empresas a interesarse por el **sector biotecnológico**, pero las cautelas en torno a experimentos de recombinación del ADN ralentizaron el despegue comercial. El reciente impulso dado al sector lo ha llevado a su consolidación definitiva, produciéndose el salto de la investigación estrictamente teórica y experimental a la aplicación industrial. Así, en la última década hemos sido testigos del paso irreversible de la investigación del ADN a la instauración de la era industrial de la biotecnología. Este paso del trabajo de laboratorio a la producción industrial masiva no se está dando sin cierta resistencia social, debida sobre todo al control y seguimiento de su utilización.

Gracias a la biotecnología se han alcanzado tales niveles de conocimiento y de capacitación técnica para la investigación biológica que todo el mundo vivo, incluida la especie humana, puede resultar afectado. El potencial revolucionario de estos procedimientos puede ofrecer vías de desarrollo y bienestar humanos. Pero, la inevitabilidad de tales conocimientos una vez obtenidos y su aplicabilidad instrumentalizable desde distintos criterios les hace traspasar las esferas estrictamente científicas. Surgen necesariamente dudas relacionadas con la gestión de los resultados de tal "ciencia" y se suscitan cuestiones de índole política.

Normalmente se considera que la biotecnología es de origen reciente, se la relaciona con el considerable avance de la ciencia y la tecnología desde la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, las biotecnologías datan de tiempos antiguos y se remontan, incluso, a tiempos prehistóricos. La fabricación de cerveza, la

fermentación del yogur o la elaboración de vino, por citar algunos ejemplos, son formas de biotecnología si la definimos como: *"la aplicación de los principios científicos y de ingeniería a los tratamientos de los materiales con agentes biológicos para producir bienes y servicios"*.

Las primeras biotecnologías se ocupaban básicamente del tratamiento y la transformación de ciertos alimentos en estado primario o crudo (queso a partir de leche, pan a partir de harina), aunque la mayoría de los ciudadanos los cree productos naturales; sólo el experto los identifica estos procesos como biotecnología.

La preparación de **vacunas** contra una amplia gama de microorganismos, en el siglo XIX, supuso un notable avance de la biotecnología aplicada a la medicina.

El ritmo de producción e innovación tecnológica se aceleró tras la Segunda Guerra Mundial. Su creciente desarrollo se evidencia en muchos productos comercializados en el mercado. Entre estas aplicaciones pueden mencionarse las hormonas humanas producidas mediante ingeniería genética (insulina sintética para tratamiento de la diabetes y hormona del crecimiento), los interferones, la tecnología de anticuerpos monoclonales como base de nuevos productos para el diagnóstico médico (marcadores para localizar cánceres y de diversas enfermedades infecciosas o pruebas de embarazo, entre otros) y la muy polémica terapia de genes.

En el campo agropecuario el desarrollo biotecnológico también ha sido considerable. El uso del ADN recombinante, por ejemplo, se ha venido utilizando en la creación de organismos modificados en su estructura genética, para obtener nuevas variantes, más productivas y/o resistentes.

46.5.1. Medicina y productos farmacéuticos

Uno de los ejemplos más ilustrativos respecto al impacto potencial de estas tecnologías es el ya citado de las hormonas humanas. La insulina sintética comenzó a comercializarse en 1982, hasta entonces se obtenía del páncreas de cerdos y vacas, con lo que su uso producía efectos secundarios no deseados; actualmente su consumo se ha desarrollado considerablemente.

Existe, además de la insulina, una variedad de proteínas recombinantes para usos médicos, si bien algunas comportan problemas para su comercialización. Se han obtenido por clonación. Por ejemplo:

- Hormona del crecimiento humano
- Interferones α , β y γ
- Eritropoyetina

Productos destinados al diagnóstico médico y analítica clínica: test de embarazo, test de identificación de ciertos tipos de tumores.

Otro apartado de creciente relevancia es el del diagnóstico precoz de enfermedades hereditarias (mediante el uso de sondas de ADN se pueden detectar errores o defectos en el código genético); lo que permite la aplicación de una terapia prenatal y, en cualquier caso, constituye un elemento determinante para decidir la continuación o interrupción del embarazo.

Tales avances, en combinación con otras tecnologías reproductivas complementarias (congelación de gametos y embriones, fertilización in vitro e implantación de embriones) hacen posible el recurso a un amplio abanico de posibilidades de selección y programación en el mundo animal. Su traslación al campo humano ha levantado grandes polémicas en la opinión pública.

Las técnicas más elementales de reproducción humana asistida han empezado a obtener un cierto grado de legitimación y consenso social que se ha plasmado, incluso, en la jurisprudencia vigente. Bien diferente es lo referido al **Proyecto Genoma Humano** y la manipulación genética de gametos y embriones humanos. Es éste un tema que sigue concitando el escepticismo, y aún el rechazo activo, de amplios sectores sociales y de los propios científicos.

Dicho proyecto pretende reconstruir todo el ADN humano, es decir identificar las secuencias de ADN de los genes que conforman el patrimonio genético humano y determinar sus principales funciones de síntesis proteica. En Europa, tanto Francia, como Italia y el Reino Unido han destinado fondos para el proyecto.

Su justificación fue la de poder aislar los genes defectuosos con fines de terapia y diagnóstico médico. Los temores asociados a la aplicación de las técnicas de ingeniería genética en el campo humano se centran en cuatro temas:

- 1) la aceptabilidad de los usos médicos de diagnóstico y terapia;
- 2) los posibles abusos del procedimiento de identificación por ADN,
- 3) el riesgo de aparición de nuevas formas de eugenesia práctica y
- 4) el temor básico ante cualquier posible modificación del patrimonio genético humano.

46.5.2. Transformación de alimentos

Ya hemos señalado cómo la transformación de materias primas orgánicas en productos alimenticios acabados, mediante la incorporación de agentes biológicos, posee una larga tradición en la historia de la civilización humana. En la actualidad, sin embargo, la industria de la transformación de alimentos experimenta un crecimiento sin precedentes.

El tratamiento de alimentos conforma una industria altamente competitiva, en la que un volumen considerable de la actividad investigadora y del desarrollo (I + D) se dedica a **acelerar procesos de fermentaciones**, utilizando bacterias genéticamente manipuladas (queso, yogur, cerveza), lo que no impide la aparición de algún efecto no deseado (alteración del sabor, etc.).

En el Reino Unido se trabaja en el cultivo de nutrientes de ciertos hongos formadores de proteínas aparentemente equiparables a las de la carne.

Cada vez es mayor la insistencia para que aparezca en el etiquetado de los productos una mayor información respecto a los tratamientos biotecnológicos. En un contexto mundial abocado a una creciente escasez de carne, resta por saber si la aceptación de estos productos se generalizará en las regiones económicamente más desarrolladas del planeta, si los mismos serán comercializados en los mercados secundarios o, simplemente, si su potencial rechazo social los inhabilitará para el consumo humano.

PECES GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Se investiga la posibilidad de modificar genéticamente algunas especies en piscifactorías. El caso de los huevos de salmón es el más conocido. Se trata de introducirles el gen de la hormona del crecimiento con el fin de aumentar el tamaño del pez. Así mismo se realizan experiencias tendentes a elevar el umbral de tolerancia al estrés y al hacinamiento o a aumentar la resistencia a enfermedades endémicas típicas de los piscicultivos. También se intenta retrasar la edad de maduración sexual para incrementar su tamaño y su peso.

Es evidente que así se logra aumentar la producción y se reducen los costes de producción. Entre los posibles riesgos se señalan: pérdida de la diversidad genética si los peces manipulados logran cruzarse con las especies silvestres, y el pez modificado tendría mayores necesidades alimenticias, compitiendo con el alimento disponible en su entorno y, en consecuencia, afectando a la supervivencia de las especies silvestres (caso de la introducción del conejo en Australia, o del eucalipto en Europa).

Otras aplicaciones, no faltas de polémica, son las del uso en la ganadería de la hormona bovina somatotropina (BST) que incrementa la producción lechera. Se especula sobre la trascendencia en la salud humana.

46.5.3. Agroindustria

En el campo de la agricultura, las biotécnicas se han ocupado tradicionalmente de la mejora genética de las especies de uso humano. La biotecnología moderna concentra su acción en la adecuación de células germinales o semillas mediante la introducción de nuevos genes.

Las técnicas empleadas en la mejora de la producción comprenden desde la hibridación, hasta las técnicas más recientes que conllevan la creación ab novo de especies mediante la introducción de genes.

La primera modificación genética de plantas de la que tenemos noticias data de 1982. Actualmente existe una amplia gama de cultivos transformados que incluye productos como el arroz, la naranja, la patata, el tomate, la uva o el maíz. Tales técnicas han permitido la transformación de bacterias, organismos y animales, ampliando un horizonte múltiple de aplicaciones. Analizamos, a modo de ejemplo, tres tipos de aplicaciones en este campo, que sirven de referencia para ejemplificar algunos de los temores y de las ventajas inherentes a la puesta en vigor de la mayor parte de los avances biotecnológicos.

Actualmente se consiguen variedades de plantas de cultivo que pueden dar buenas cosechas en lugares en los que anteriormente, debido a la climatología, no eran muy productivos. Son plantas transgénicas, contienen ADN extraño, portador de un determinado carácter que se quiere transmitir (genes de interés), y tienen diverso origen (plantas, bacterias, etc.).

BIOPESTICIDAS PT

Este biopesticida es el resultado de modificar el material genético de una bacteria a la que se le ha añadido un bacilo tóxico (*Bacillus thuringiensis*) con el fin de combatir ciertas especies de insectos. El organismo resultante se mezcla con agua y se rocía sobre las plantas (hortalizas). El insecto ingiere la toxina BT que ataca su aparato digestivo y le provoca la muerte en pocos días.

La bacteria BT que tiene incorporado el gen productor de toxina es un microorganismo natural y ya se había empleado antes como pesticida. Sin embargo, no sobrevive bien en el campo y su espectro de actuación es reducido. La ingeniería genética posibilita la introducción del gen tóxico en una bacteria más resistente. Obviamente, pueden desarrollarse otros tipos de toxina con capacidad de atacar a una mayor variedad de insectos, ampliando, así, la eficacia de este bioproducto.

Entre las ventajas de los biopesticidas destacamos: no contaminante y mayor efectividad que los pesticidas tradicionales. Entre los inconvenientes destacamos: se desconoce las repercusiones micro y macroecológicas (competencia con otras bacterias, efecto sobre insectos beneficiosos, efectos de carácter evolutivo de difícil evaluación, perturbaciones en la cadena alimentaria, etc.). Se desconoce hasta el momento posibles perjuicios en el hombre.

PLANTAS RESISTENTES (TOLERANTES) A LOS HERBICIDAS

Se trata de plantas, hortalizas, flores o árboles, que han sido modificados para ser resistentes o tolerantes a los herbicidas químicos que, en condiciones normales, les matarían. Uno de los casos más conocidos es el de la planta del tomate, a la que se le ha incorporado un gen resistente a los herbicidas. Así sobrevive la planta del tomate y las plantas de su alrededor sucumben bajo el efecto de los herbicidas químicos.

Hasta la fecha, la investigación en este campo se ha extendido a cerca de 30 cultivos y a algunas especies forestales. Entre los productos biotecnológicos del mercado ya se dispone de las semillas de estas plantas. Preocupa que los genes resistentes puedan ser diseminados por polinización, lo que podría hacer resistentes a otras plantas y, que la introducción de nuevas plantas resistentes al herbicida puede incrementar el requerimiento de su uso, con lo que el problema medioambiental se vería incrementado.

Especies con interés en **AGROENERGÉTICA**: Algas (*Botryococcus braunii*); Leguminosas (*Copaifera multijuga*); Euforbiáceas (*Euphorbia lathyris*, *Calotropis procera*); Pittosporáceas (*Pittosporum resiniferum*), y otras como la caña de azúcar, etc.

46.5.4. Investigación y desarrollo tecnológico en España

El análisis de la situación de la biotecnología en España se ve condicionado por la escasa fiabilidad de los datos estadísticos. No se conoce, por ejemplo, el número exacto de empresas biotecnológicas que existen ya que, algunas, se autodenominan así en busca de subvenciones estatales.

Falta investigación básica y los pocos grupos relacionados con la industria biotecnológica están ligados a empresas multinacionales. En 1989, de los 15 solicitantes españoles de patentes, casi la mitad correspondían al CSIC repartiéndose los restantes entre compañías privadas (4 en Antibióticos). La dependencia tecnológica exterior de las empresas españolas es alarmante en algunos campos (agrícola).

Algunas líneas de investigación según patentes concedidas en España

- **Sector agroalimentario:** patatas resistentes a virus, biopesticidas, mejora en la producción de quesos.
- **Sector de la salud:** Anticuerpos monoclonales (interferón, contra el virus de la gastroenteritis porcina, neutrófilos, *Pseudomonas aeruginosa*); Enfermedades cardiovasculares (agentes trombolíticos y fibrinolíticos, fibrinógeno, trombina); Diagnóstico (virus HIV del SIDA, Hepatitis, cáncer); Hormonas

(Insulina, Somatostatina, hormona del crecimiento); Inmunomodulares (Interleuquinas, granulocitos, factores estimulantes de colonias de macrófagos); y Vacunas (malaria, Bordetella bronchiseptica)

- **Plurisectorial:** Cultivos (mohos y levaduras, algas); Enzimas (amilasas, dismutasas); Fermentación (Etanol, Riboflavina, antibióticos, ciclosporinas); Ingeniería genética (sondas de ADN, levaduras como vectores de expresión), y obtención biotecnológica (aminoácidos, péptidos y proteínas).

En 1985 se publica por la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación el Programa Movilizador de Biotecnología, creándose el centro Nacional de Biotecnología en el seno del CSIC, siendo los campos prioritarios los de:

1. **Agricultura y alimentación:** Mejora genética de especies vegetales, fijación de nitrógeno, mejora de procesos de fermentación, mejora de cultivos de arranque, bioconversión de materiales lignocelulósicos, plaguicidas.
2. **Sanidad:** antibióticos de nueva generación, derivados de la inmunología (vacunas, reactivos, diagnósticos, antígenos y alérgenos), proteínas de la sangre, Péptidos, proteínas y enzimas.
3. **Industria:** sales metálicas obtenidas por lixiviación, recuperación de metales pesados, ácidos orgánicos, aminoácidos y Bioconversión.
4. **Biodegradación y control de contaminación:** Bioconversión de residuos y efluentes, lagunación para biodepuración de agua, eliminación de metales pesados y tratamiento de vertidos industriales.
5. **General:** desarrollo de sistemas de manipulación genética en organismos de interés biotecnológico.

El impulso científico ha sido notable desde que España se incorporó a la CEE. Desde 1983 la CEE emprende acciones prioritarias implantando planes específicos que han beneficiado mucho a la comunidad científica y técnica española. Entre ellos destacamos:

- Programas de acción Biotecnológica (BAP).
- Investigación e Innovación en Biotecnología para el Desarrollo y Crecimiento de Europa (BRIDGE).
- EUREKA, de desarrollo tecnológico industrial.
- El ECLAIR (Colaboración Europea entre Agricultura e Industria mediante la Investigación).
- El FLAIR, o programa de colaboración de la investigación europea en el campo de la alimentación.