

## Tema 3. PROCESOS DE CAMBIO EN LAS SUPERFICIES AGRARIAS



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### ÍNDICE

#### 3.1. Ampliación de superficies

- a) La teoría de Malthus sobre la relación entre agricultura y población
- b) La roturación de tierras
- c) La desecación de terrenos anegados
- d) Las operaciones de colonización

#### 3.2. Intensificación productiva

- a) La teoría de Boserup sobre la relación entre agricultura y población
- b) La rotación de cultivos
- c) El regadío
- d) La Revolución Verde
- e) La agricultura transgénica

#### 3.3. Transformaciones productivas

- a) Relacionadas con la alimentación
- b) Relacionadas con el mercado
- c) Relacionadas con la sostenibilidad

#### 3.4. Efectos ambientales de las prácticas agrarias

- a) En el agua
- b) En los suelos
- c) En la biodiversidad
- d) En la atmósfera

Acompañan al tema:

- Archivo de Imágenes con 69 gráficos, mapas, cuadros y fotos.
- Textos de apoyo: 9 documentos

La necesidad de producir alimentos para una población creciente es la base de los nuevos poblamientos, la ocupación de tierras y la expansión de las superficies agrarias. ¿Pero qué

pasa cuando la población se multiplica y las tierras fértiles escasean? Históricamente se demuestra que también el avance técnico permitió alimentar a una cantidad de gente cada vez mayor, aun disponiendo de menos superficie agraria por persona. Es decir, el crecimiento de la producción agraria se ha debido tanto a la ocupación de tierras (ampliación de superficies) como a los avances técnicos que mejoran las condiciones de crecimiento de las plantas y los rendimientos de las tierras (intensificación productiva). ¿Influye la escasez de tierras fértiles en el crecimiento de la población y en las crisis alimentarias? ¿la presión demográfica y la necesidad de abastecimiento son los factores que impulsan las innovaciones técnicas en la agricultura? En este tema se estudia esta triple relación entre la producción agraria, la población y la tecnología, y las teorías explicativas que han tratado de dar respuesta a las incógnitas planteadas, tanto en el pasado como en la actualidad. Además, el desarrollo de la agricultura y la ganadería y sus efectos territoriales no sólo hay que ligarlos a las necesidades de alimentación de una población creciente y con mayor nivel adquisitivo, sino también a toda una serie de intereses que compiten con la función alimentaria, como las rentas que puede proporcionar el sector como actividad económica, o la toma de conciencia ambiental respecto a los efectos que las prácticas agrarias pueden producir sobre ciertos recursos vitales como el agua.

### 3.1. Ampliación de superficies

El crecimiento de la población y la consecuente ampliación de las superficies cultivadas y de pastoreo es la base de la deforestación histórica y la roturación de tierras, la colonización, la conquista de nuevos territorios, el acondicionamiento de terrenos poco aptos para la producción agraria, e incluso la creación de tierras en áreas ocupadas por las aguas marinas o continentales. Con el crecimiento de la población las tierras fértiles escasean y las poco productivas se ponen en cultivo, produciéndose un fenómeno de rendimientos decrecientes (ley de Turgot) ¿cómo afecta esto al desarrollo de la humanidad? ¿es esa la razón por la que todavía la reducción del hambre sigue siendo el objetivo prioritario de desarrollo en el actual milenio después del fracaso de no alcanzar su cumplimiento para el año 2015? A lo largo de la historia se han conocido diversas técnicas para facilitar y mejorar los trabajos de ampliación de tierras agrarias; con todo, parece que hemos alcanzado ya el techo de esta expansión y que la posibilidad de seguir aumentando las tierras agrarias se reduce.

#### a) *La teoría de Malthus sobre la relación entre agricultura y población*

Thomas Robert Malthus expuso su teoría en *“Ensayo sobre el principio de la población”*, editada en 1798 y revisada en 1817 (imagen, p. 1).

- Su teoría expresa la preocupación por dar alimento a una población en expansión en una época en la que las crisis de subsistencia eran frecuentes y el abastecimiento de la población una de las mayores preocupaciones de los gobiernos. Cuando la fórmula, todavía no se había demostrado la posibilidad de multiplicar la producción sin necesidad de ampliar la superficie.
- Defiende que la tierra es limitada (el planeta Tierra no aumenta de tamaño), luego la producción de alimentos y el crecimiento de la población también. Llegará un momento en el que la población comience a pasar hambre por falta de alimentos (límite de subsistencia) y se produzca un ascenso de la mortalidad que aliviará la presión demográfica sobre la tierra.

- De ahí su teoría, según la cual la población es la variable dependiente en la relación entre recursos alimenticios y población, y se comporta según una progresión geométrica que tiende a distanciarse de la progresión aritmética seguida por los alimentos.
- Se hace necesario, pues, controlar el crecimiento de la población. Existen ya mecanismos “naturales” de control como la guerra, la enfermedad, la miseria y el hambre; incluso temporalmente o a escala local también las migraciones. Pero, para Malthus, sería mejor interponer actuaciones políticas para evitar situaciones límite y de crisis, como la de control de la natalidad.
- Estas bases teóricas se renovaron en 1970-1980 para defender las tesis sobre los límites del planeta, la población límite y la sostenibilidad del sistema, pero ahora refiriéndose al crecimiento socioeconómico y la capacidad de consumo de recursos no renovables.

Desde que Malthus formuló su teoría, la población continuó aumentando y la superficie agrícola y los rendimientos también. Hoy la expansión agrícola todavía se manifiesta a escala local (soja, caña para biocombustibles) pero parece detenerse a escala mundial, mientras que la población no deja de crecer aunque haya reducido su ritmo (imágenes, pp. 2-3). Esto, unido a un menor crecimiento de los rendimientos y a la subida de los precios de los cereales en el mercado (temas que se verán más tarde), renueva la alarma mundial ante la escasez de alimentos (FAO, 2009: 141-145). Por eso la FAO recomienda a cada país tener una superficie agrícola mínima que le garantice la suficiencia o la seguridad alimentaria (concepto utilizado por la FAO desde los años 1980 que indica disponibilidad de alimentos en todo tiempo y lugar, y atiende a los criterios de cantidad, accesibilidad, salubridad y aceptabilidad).

## b) La roturación de tierras

La roturación es una técnica de ampliación de superficies que consiste en quitar la vegetación natural y romper o remover las tierras y prepararlas para su puesta en cultivo; Faucher (1975) describe varias técnicas primitivas todavía vigentes. Se acompaña del fuego como técnica de rotura y fertilización, y del cierre o vallado para evitar la intromisión o fuga de animales, para consolidar los derechos de uso, y para fijar los límites de la propiedad. Toda roturación inicia un proceso de ocupación, posesión y aprovechamiento que se traduce en relaciones sociales de producción diferentes. En el XIX, se asocia al proceso de institucionalización y consolidación jurídica del sistema de propiedad privada de la tierra.

Roturaciones en Cantabria: *“La medida más acertada para mejorar el estado agrícola del país sería, sin disputa, el reparto, o mejor la venta de las sierras... En la roturación de sierras creemos que el método mejor habría de ser la quema, para plantar luego patatas en los sitios muy poblados de árgoma...; pradear la tierra después de esta cosecha, y no dedicar al cultivo más que un espacio relativamente muy pequeño, en el cual pudiera acumularse mucho abono”*<sup>1</sup>. La roturación y cierre de los montes o “sierras bajas” fue la base de la expansión del prado, de la formación de grandes explotaciones comerciales, y de la consolidación de la pequeña propiedad campesina (Puente, 1992; Ortega, 1986).

<sup>1</sup> Augusto Lecanda Chaves (1873), *Elementos de agricultura y zootecnia*, p. 545.

El ejemplo de la *estancia* pampeana (Márquez, 1992: 103; imagen, p. 4). A comienzos del XIX, dominaban los espacios de pastoreo con alguna edificación (*estancia*) para vigilar el ganado salvaje, impedir su merma por robo, como efecto del activo mercado de pieles y de carne salada, y realizar el marcaje de las reses. A finales de ese siglo, la roturación de pastos fue promovida por una ley de 1885 promulgada para atraer y asentar colonos e impulsar el cultivo de cereales. De este modo una parte de la *estancia* se dividió en lotes y se cercó para facilitar la instalación de los aparceros, quienes, por medio de los contratos, contribuían también a la mejora de la alimentación del ganado de la *estancia*. Dichos contratos de aparcería eran cortos (3-5 años) y a su término solían renovarse, pero el último año los campesinos se comprometían a sembrar alfalfa para el estanciero.

Los avances tecnológicos y finalmente la mecanización favorecieron la ampliación de las superficies agrarias, tanto por facilitar la rotura como, sobre todo, por permitir el laboreo de tierras poco productivas. Esto ocurrió con el arado romano en la Antigüedad y el de vertedera en la Edad Media (Zárate y Rubio 2005: 292), y mucho más recientemente con el nuevo arado fabricado por John Deere, que permitió la puesta en cultivo de tierras hasta entonces vírgenes (Cubero 1993: 18), grandes extensiones poco fértiles en medios subáridos o con importantes carencias de agua, como las praderas del medio oeste americano, las llanuras australianas o la meseta castellana. Chaléard y Charvet (2004: 19) cuentan cómo la Champagne, recubierta de pino negro de Austria durante el XIX, se transformó a mediados del siglo XX en una rica comarca agraria de remolacha azucarera y cereales gracias a que las nuevas máquinas, más potentes, permitieron trabajar la capa de yeso de escasa fertilidad pero con mayor capacidad para la retención de agua (esto sin olvidar el papel de los abonos químicos).

### c) *La desecación de terrenos anegados*

La desecación es una técnica muy antigua de transformación de áreas anegadas en tierras agrarias. Implica un conjunto de obras hidráulicas (diques, canales, estaciones de bombeo, etc) que tienen un doble objetivo: la defensa y protección de inundaciones para la población, y la desecación y drenaje para creación de nuevas tierras agrarias. Suele formar parte de un sistema complejo de colonización y ordenación del territorio. El elevado coste de las operaciones explica que, ya desde antiguo, hayan tenido que ser impulsadas por potentes agentes económicos: la nobleza o la Corona, como en la laguna de Villena o en la de Salinas en Alicante (Molinero et al, coords., 2011: 111); los municipios, las comunidades de vecinos, la Iglesia, los grandes inversores capitalistas (como en el polder de Haarlem a finales del XIX) y, más recientemente, el Estado. Se practica en áreas pantanosas, arreicas, endorreicas, marismas o marinas (imagen, p. 5).

Algunos ejemplos históricos y actuales:

- La huerta de Orihuela en el bajo Segura se inicia en el siglo X y se extiende al delta en el siglo XVIII (6.300 ha) con un proyecto respaldado por la Iglesia y la Monarquía (Molinero et al, coords., 2011: 112) (texto 3.1.).
- El lago Chad: el retroceso de la cuenca por desecación y aprovechamiento de las aguas para la agricultura se estima en un tercio de su superficie (imagen, p. 6).
- Italia, la *Bonifica*. Los trabajos de saneamiento y defensa en el delta del río Po se iniciaron en el XVI-XVII, ampliándose la superficie unas 120.000 has; todavía en 1989 se pusieron en cultivo 20.000 has nuevas. La primera ley de bonificación de pantanos es de 1882, "Normas para la bonificación de pantanos y terrenos pantanosos", conocida

como Ley Baccarini; en 1962 se contabilizaban 355 áreas de bonificación que sumaban 13 Mha (Galvani, 2007; imagen, p. 7).

- España. Durante las operaciones de colonización y puesta en regadío citadas en el punto siguiente, se desecaron lagunas como la de Jandía en Cádiz, la de Nava en Valladolid o la de Antela en Orense, cuencas arreicas como en Badajoz fueron drenadas y otros proyectos fueron finalmente desechados (imágenes, pp. 8-16).

#### d) *Las operaciones de colonización*

La colonización es un sistema planificado de ocupación de tierras que requiere muchas operaciones de carácter técnico, jurídico y administrativo y que no sólo persigue la ampliación de tierras de cultivo aunque ésta sea inherente al proceso. Respecto a la agricultura, la colonización supone la roturación, la puesta en cultivo (muchas veces con desecación y regadío) y el desarrollo de un sistema de reparto de la tierra, independientemente de los motivos históricos que promuevan el asentamiento. Aunque inicialmente sea producto de la planificación, suele ir acompañado en paralelo de un proceso espontáneo de ocupación. La colonización requiere la confluencia, generalmente, de factores *push* y *pull*, es decir, una población que sobrevive en condiciones difíciles en sus lugares de origen, de donde se sienten expulsados, y que se ven impulsados a emigrar hacia tierras donde se les ofrece una oportunidad (alimentación, propiedad, condición de ciudadanía o libertad). Meynier (1970) dedica un capítulo a la colonización europea en el resto del mundo.

Ejemplos de colonización: la centuriación romana de la que todavía se conservan vestigios de su trazado en el parcelario, la expansión del siglo XIII al este del Elba, la colonización europea de los “países nuevos” en el XIX (América, Australia), las reformas agrarias en América Latina durante el XX, la política de colonización española o la contemporánea de la Amazonia (v. tema 2) (imagen, p. 17; textos 3.2., 3.3. y 3.4.).

La colonización en América del Norte siguió una dirección zonal en torno a las vías fluviales y de comunicación y después un sentido meridional (Molinero, 1990: 220-222; Zárate y Rubio, 2005: 311).

- Se conocen dos modelos de parcelación: el *township* fue dominante, se extendió a raíz de la Independencia (1783), y consistía en una red ortogonal de 36 secciones de 259 ha cada una, que componían un cuadrado de 9.200 ha; el *rang* procedía de un trazado de parcelas alargadas de 20 ha, fue llevado por los colonos franceses y se extendió por Canadá (imágenes, pp. 18-20).
- En 1864 se promulgó la Ley para la distribución gratuita de tierras (lotes de 64 has) de la que se beneficiaron las compañías ferroviarias que después vendieron las tierras una vez deforestadas.
- Colonización de Estados Unidos: se ocuparon 8 millones de km<sup>2</sup>, pasando de 2 a 5,7 millones las explotaciones agrarias formadas entre 1860 y 1900.

La política de colonización y puesta en regadío de nuevas tierras en España (Ortega Cantero, 1979; Sáenz Lorite, 1988; Molinero et al, coords., 2011: 133; imágenes, pp. 8-13 y 21-22).

- El Instituto Nacional de Colonización se creó en 1939 y en 1971 fue sustituido por el IRYDA (Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario) que reunió el INC, el Servicio Nacional de Concentración Parcelaria y la Ordenación Rural, lo que da idea de la

complejidad de las operaciones. Se trató de aunar la desecación, el regadío, el reparto de tierras, la concentración parcelaria, la mejora técnica y productiva y la construcción de nuevos pueblos.

- Objetivos: facilitar el acceso a la tierra de pequeños campesinos y jornaleros, incrementar la producción y dotar de avances técnicos. Desde 1949 se primó la puesta en regadío, lo que se consideró su principal logro (1 Mha, de las que 1/5 en el Plan Badajoz), especialmente en los años 1960.
- 500.000 ha fueron repartidas entre 60.000 familias. La propiedad del lote de tierra se adquiriría a los 25-30 años de explotación.

Desecación y colonización (*polderización*) en los Países Bajos (Sevrin, 1969; Ploeg, 1987; González Ortiz, 1990; Paniagua y Tarancón 1990; imágenes, pp. 23-26).

- En el XIII se inicia la conquista de tierras al mar aprovechando la deposición natural de arena y lúgamo que se producía en las bajamares. El avance y perfeccionamiento en las técnicas de bombeo del agua permitió finalmente la desecación por debajo del nivel del mar y la desecación de áreas cada vez más extensas.
- Las obras requieren una inversión importante de capital y una organización empresarial compleja: para organizar el polder, preservar los diques, administrar las aguas, controlar la navegación y establecer los derechos de uso.
- En 1798, con la creación del Servicio Estatal de Aguas, la participación del Estado va cobrando protagonismo; aún así la desecación del lago de Haarlem fue obra de particulares (1862).
- Sectores en los que se trabajó durante el XX: el Delta, el Zuiderzee, el mar de Wadden, y Lauwerszee.

Obras en el Zuiderzee (cuadro 1). La primera idea sobre su desecación se traza ya en 1667; en 1893 Cornelio Lely concibe el proyecto, y en 1918-20 comienzan las obras, que aún no han concluido. En este sector se distinguen varios pólderes:

Cuadro 1. Obras en el Zuiderzee

Pólderes	Reparto de tierras	Fechas fin de obra
Wieringer 20.000 has	500 granjas 20 a 100 has Arrendamiento	1930
Noreste 48.000 has	1.600 explot. (300 hortícolas) 12 – 24 – 48 has Arrendamiento	1942
Flevoland-Este	8 a 72 has Arrendamiento hereditario	1957 desecado 1973 fin del reparto de tierras
Flevoland-Sur 13.300 has	737 granjas 20 a 95 has Propiedad	1967 finalización diques (datos de repartos hasta 1991)
Marker		1975 finalización dique principal 1985 recuperación frustrada del proyecto

Fuente: elaboración propia.

Los trabajos de puesta en cultivo en los pólderes y de creación de tierras fértiles pueden verse en el tema 1.

### 3.2. Intensificación productiva

La intensificación productiva tiene como objetivo aumentar la producción contando con la misma cantidad de superficie, lo que lleva al aumento de los rendimientos o productividad de la tierra<sup>2</sup>. Las técnicas de intensificación se relacionan fundamentalmente con los avances en el campo de la Biología y los cambios en las condiciones de crecimiento de las plantas, asociándose todo ello a importantes transformaciones económicas y sociales que reciben el nombre de revoluciones agrícolas: desde la domesticación de las plantas y la inauguración del Neolítico con el nacimiento de la agricultura, hasta la revolución agrícola industrial y la rotación continua de cultivos que favoreció la integración entre agricultura y ganadería, y más recientemente la revolución verde y la multiplicación de los rendimientos que aseguró la provisión de alimentos en la India y el sudeste asiático. La selección de las semillas, el riego y el abonado han sido siempre los aliados de la intensificación agraria, pero la diversidad de técnicas es amplia y se halla en constante evolución (Sancho, 1982: 68-74), siendo *La agricultura del siglo XXI*, libro dirigido por Cubero y Moreno (1993), un buen referente para entender la complejidad y dirección de las investigaciones.

Las técnicas de intensificación productiva permiten contrarrestar los efectos de la presión demográfica sobre la tierra, ya se deba ésta al crecimiento de la población ya a la escasez de tierras fértiles. En cualquier caso su disponibilidad altera la relación entre recursos alimenticios y población que planteaba Malthus (García Ramón et al, 1995), lo que ha llevado a solicitar, desde la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992, una política de transferencia de tecnología de los países desarrollados a los menos desarrollados como estrategia para la reducción de la malnutrición y la erradicación del hambre.

#### a) *La teoría de Boserup sobre la relación entre agricultura y población*

Frente a los postulados maltusianos, Ester Boserup demostró, en *Las condiciones del desarrollo en la agricultura. La economía del cambio agrario bajo la presión demográfica* (1967), que la presión demográfica sobre la tierra agrícola y los recursos alimenticios disponibles, lejos de conducir a la población a una catástrofe alimentaria la obligaba a estar alerta e idear técnicas de intensificación productiva para poder dar abasto a las necesidades crecientes. Es decir, en la relación población/alimentos, la primera es la variable independiente y la segunda se comporta en función de la primera; en definitiva, la innovación técnica para el aumento de la producción es función del crecimiento de la población y de la demanda (imagen, p. 27). Y esto es así porque –dice– los individuos no buscan el mayor rendimiento de sus tierras sino la mejor productividad del trabajo (en tiempo y esfuerzo).

Algunos ejemplos de este aumento de los rendimientos: en el mundo, la producción de carne se ha duplicado entre 1990 y 2005 aproximadamente, incrementándose la producción de aves a un ritmo del 7 % anual, líder de este sector; en España el sector

<sup>2</sup> De forma expresiva, los agrónomos egipcios denominan “extensión vertical” de la agricultura a la intensificación productiva, frente a la “extensión horizontal” que hace referencia a la puesta en cultivo de nuevas tierras (Mutin, 2000: 50-51).

hortícola, con una superficie inferior a la de 1986, consiguió en 2007 un 40 % más de producción que en aquella fecha. Sin embargo se está llegando a un techo en la capacidad productiva del suelo, ya que los rendimientos siguen creciendo pero a un ritmo cada vez más lento (*Informe*, 2008: 55; imágenes, pp. 28-29); esto, unido a la idea de que también estamos ante un techo en la ampliación de superficies, lleva a plantearse de nuevo la actualidad de la teoría malthusiana; el Banco Mundial y la Cumbre de Seguridad Alimentaria no desechan sus enseñanzas (texto 3.5.).

## b) *La rotación de cultivos*

Por rotación de cultivos se entiende la sucesión de cosechas sobre la misma superficie en un ciclo anual. El sistema más extensivo, el de la agricultura de rozas cíclica, se caracteriza porque una parcela que se rotura y se pone en cultivo un año puede permanecer después en erial, sin trabajar, más de 20 años, hasta que de nuevo se siembra (texto 3.6.). La simple reducción del tiempo de permanencia en erial supone ya un proceso de intensificación productiva que se puede mejorar hasta conseguir un cultivo continuo todos los años y varias cosechas cada año, que es lo que finalmente se consigue en el sistema conocido como *Norfolk system*, estrella de la revolución agrícola industrial (imágenes, pp. 30-31).

Boserup, que había elaborado su teoría partiendo del estudio de los pueblos africanos en épocas recientes, estableció un modelo de intensificación productiva con técnicas preindustriales que seguía 5 fases: en las tres primeras el barbecho de ciclo largo se reduce de 20-25 años a tan solo 1 ó 2; en las dos siguientes se pasa de un cultivo anual a un policultivo de cosechas escalonadas a lo largo del año. Efectivamente se comprueba cómo en África, entre 1960 y 1990, se produjo un intenso fenómeno de sedentarización de los pueblos nómadas que, junto al crecimiento de la población, supuso una explotación más intensiva de la tierra que contribuyó al crecimiento de la producción (Molinero, 1990: 134). Sin embargo, este fenómeno no tuvo continuidad, serios obstáculos se opusieron a la mejora productiva, cayendo así en un proceso continuado de agotamiento de los suelos y de rendimientos decrecientes, debido a la falta de apoyo para la incorporación de abono y otras mejoras técnicas y científicas, a la débil integración de la ganadería, y a la fragilidad del ecosistema (*Informe*, 2008: 55, imágenes, pp. 32-34).

Este esquema es muy parecido al seguido en la historia de Europa occidental: los sistemas de cultivo por rozas en monte alto del Neolítico dieron paso a los de rotación bienal o de año y vez –incluso con barbecho semillado– para seguir con un sistema de rotación trienal con división en tres campos en el que un tercio del área se dejaba sin cultivar cada año, y desembocar en los sistemas de cultivo ininterrumpido y variedad de cosechas del *Norfolk system* (Faucher, 1975). Este sistema, iniciado a mediados del XVIII, se basaba en la división de la tierra en 4 hojas y en una sucesión de cereales y forrajes, entre los cuales las leguminosas –como la alfalfa– aportaban nitrógeno al suelo; de esta forma se establecía una sólida integración entre agricultura y ganado mayor que aumentaba el abonado, aprovechaba mejor los recursos de explotación y diversificaba el producto, mejoraba la alimentación humana y ampliaba la oferta de animales de trabajo. La disponibilidad de fertilizantes y minerales, tanto por la ampliación del mercado internacional (revolución de los transportes) como por los avances químicos, facilitó el aumento de los rendimientos. Este proceso histórico de intensificación no debe ocultar, sin embargo, la coexistencia de numerosos sistemas de cultivo con grados de intensificación muy diferente, como confirma Slicher van Bath (1974: 360s) para la Europa del XVII y XVIII.

## c) El regadío

El regadío es una técnica de aportación de agua al cultivo para asegurar la cosecha durante la estación cálida y seca, de forma que no sólo actúa sobre los rendimientos, sino que también permite la diversificación de la producción y el cultivo de tierras poco fértiles e incluso marginales (ampliación de superficies y obtención de cosechas fuera de estación o cultivos extratempranos) (Márquez, 1992). El uso del agua en regadío conlleva una fuerte inversión de capital en infraestructuras, una compleja organización social para la gestión del agua (en España, el Tribunal de las Aguas de la huerta de Valencia constituye un ejemplo histórico), una gran variedad de técnicas de explotación (Mutin, 2000: 16s) y la planificación del espacio (cuadro 2, imagen, p. 35).

Cuadro 2. Variedad de sistemas de regadío, tradicionales y nuevos.

	Regadíos tradicionales	Nuevos regadíos
África	Valles del Nilo y Níger Cultivo de márgenes fluviales Cultivo de llanuras inundables Aterrazamiento de uadis Oasis	Países mediterráneos Sudáfrica Regadíos en el desierto (Libia) La presa de Assuam Sudán y el Nilo Blanco y Azul
	Medios áridos	Excavación de pozos y galerías y caída del agua por gravedad ( <i>qanat, foggara</i> )
Asia	Sistemas de inundación (arroz) Vertientes montañosas abancaladas y caída del agua por gravedad Valles de grandes ríos Deltas	Asociados a la Revolución Verde Grandes infraestructuras chinas (recientes y con tradición)
América	Infraestructuras hidráulicas de los pueblos precolombinos	Asociación de agua y abrigos bajo cristal o plástico Bombeo de acuíferos y pozos Embalses y canales
Europa	Huertas mediterráneas y sus infraestructuras Huertos domésticos atlánticos	

Fuente: elaboración propia; (imágenes, pp. 36-45).

En el relato de su viaje a los montes Zagros, realizado en 1927, Vita Sackville-West describía los regadíos y señalaba su potencial productivo para la superación del hambre: *“No existe motivo alguno que impida que en Persia se cultiven cosechas suficientes para abastecer a la totalidad de los habitantes, siempre y cuando todas las poblaciones estén rodeadas de cultivos, cosa que en muy grande medida ya sucede... La gran dificultad en este momento son las deficiencias en cuanto al riego, pero, si bien entre una aldea y otra puede haber inmensos trechos de desierto árido y pedregoso, Persia no es en absoluto un país sin agua: la mayoría de las poblaciones se han levantado junto a un río o un arroyo, y el agua también se distribuye por canales subterráneos desde las inagotables reservas montañosas, un sistema de canalización que, en caso de simplificarse y ampliarse, podría*

*transformar todo y cada uno de los oasis agrícolas en una tierra tan fértil como la del valle del Nilo*<sup>3</sup>.

Durante el siglo XX la superficie regada pasó de 40 a 275 Mha. En la actualidad representa aproximadamente una quinta parte de la superficie cultivada, aporta el 40 % de la producción agrícola mundial y consume un 70 % del agua dulce (un 80 % en los países en desarrollo)<sup>4</sup> (Cubero, 1993; Cháleard y Charvet 2004: 64; UNESCO, 2012: 443, 451; imágenes, pp. 46-49).

En España, la superficie regada a comienzos del siglo XX ascendía a 1,2 Mha y hoy es uno de los países europeos que destacan por la superficie regada (v. texto 1.3.). Entre 1950 y 1995 se duplicó la superficie, pasando de 1,5 a 3,2 Mha, especialmente a partir de 1960; en 2013 la superficie regada alcanzó los 3,5 Mha. Las situaciones han sido diversas: así por ejemplo, en Castilla-La Mancha el ritmo de expansión fue superior al del conjunto del país, y los cultivos que se han visto beneficiados en mayor medida han sido el viñedo y el olivar -en proporción mucho mayor que en España- además de las legumbres y los frutales (Ruiz, 2007: 99-107); en cambio, en las superficies de regadío de Aragón, el cereal -especialmente la cebada y el maíz- la alfalfa y los frutales se han visto beneficiados, mientras que los cultivos industriales -especialmente la remolacha azucarera- el viñedo y el olivo han reducido su presencia y participación (Frutos, 1993). El reto actual está en la modernización y eficacia de los sistemas (ahorro, mejor aprovechamiento, depurado, uso de aguas residuales, no contaminación) más que en la ampliación de superficies regadas. En las cuencas del Guadiana, Guadalquivir y ríos atlánticos andaluces la capacidad de embalse supone un aporte en regadío que supera en un 20 % la aportación anual media natural (Molinero et al, coords., 2011: 60).

#### d) *La Revolución Verde*

La RV se ha apoyado en tres pilares: el uso de variedades de semillas de alto rendimiento, el riego y el aporte de fertilizantes (imagen, p. 50). Este término fue acuñado en 1968 para designar el fenómeno productivo, técnico, comercial y social que desencadenó, especialmente en países no desarrollados, fuera del mundo occidental, lo que explica también el reconocimiento a Norman Borlaug con el Premio Nobel de la Paz en 1970, por conseguir las variedades de trigo de alto rendimiento que podrían acabar por fin con el hambre en el mundo.

Se trata de un proceso desarrollado en Asia (India y SE), donde la superficie así cultivada pasó, en el período 1970-2000, del 10% al 80%, y donde el consumo de fertilizantes se duplicó, siendo hoy la aportación por hectárea superior a la de los países desarrollados. *“A mediados de la década de 1980, los rendimientos en los cereales eran comparativamente bajos y la pobreza era elevada. Quince años más tarde, en Asia meridional los rendimientos se vieron incrementados en más del 50% y la pobreza había declinado en 30%”* (Informe, 2008: 20). En cambio no se llevó a cabo en África, donde todavía en el año 2000 las semillas mejoradas se aplicaban al 22 % de la superficie de cereal, siendo el aporte de fertilizantes muy deficiente (texto 3.7.).

<sup>3</sup> V. Sackville-West [1926-28] (2010): *Pasajera a Teherán*. C. Mayor (trad.). Barcelona, Editorial Minúscula (col. “Paisajes narrados”, 40).

<sup>4</sup> A título de ejemplo, en Egipto, sobre un consumo anual de 62 mil millones de m<sup>3</sup> de agua, el regadío absorbía el 83 %; en Israel, el uso de técnicas cada vez más eficaces ha permitido que dicho consumo se redujera del 83 % en 1962 al 62 % en 1992 (Mutin, 2000: 54, 98).

India es el paradigma de la Revolución Verde (Winkelmann, 1993; Dorin y Landy, 2002; Chaléard y Charvet, 2004: 72; *Informe*, 2008: 20, 42-43; imágenes, pp. 51-53):

- Se inicia en los años sesenta del siglo XX junto a una política estatal de garantía de precios, que aseguraba las compras a los productores por parte del Estado si los precios agrícolas bajaban demasiado, y también la seguridad alimentaria a toda la población gracias a la distribución de productos alimenticios subvencionados. A ello se unió una reforma agraria.
- El 65 % de los 43 Mha de cultivos nuevos en regadío, realizados en el período 1960-1995, se destinó a trigo y arroz.
- En 20 años se dobló la producción de cereales, consiguiendo exportar a precios más bajos que los del mercado mundial. En 2001 se disponía de 60 Mtm de stocks públicos en trigo y arroz, de forma que la India dejó de ser la imagen del hambre y se convirtió en un país exportador y donante.

En India se iniciaron otras dos revoluciones asociadas a la intensificación productiva. La revolución blanca llevó a la India al primer puesto en la producción mundial de leche de vaca. La revolución amarilla, basada en la producción de plantas oleaginosas y proteaginosas, experimentó un fuerte crecimiento que duró muy poco tiempo, de forma que a finales de los años 1990 el país tuvo que importar.

Luces y sombras de la Revolución Verde (Bennet y George, 1988: 39-41; Molinero, 1990: 300s; Declaración de Barcelona, 1992: 44; Winkelmann, 1993: 39-42; *Informe*, 2008: 8, 117, 130):

- Contribución al crecimiento económico: aumento de la producción, del empleo y de los salarios, autoabastecimiento y seguridad alimentaria. Pero también dependencia de los agricultores indios de las empresas suministradoras de fertilizantes y semillas (imagen, p. 54); y, a escala mundial, cambios y adaptación en los mercados alimentarios, que afectaron a algunos países tradicionalmente exportadores.
- Contribución al desarrollo social: mejora de la alimentación y reducción de la pobreza, con efectos positivos en la sanidad y la educación. Pero también nuevas pautas de consumo alimenticio, toxicidad en los alimentos y diferenciación social promovida por el crecimiento y las nuevas actividades económicas.
- Reestructuración de la propiedad de la tierra y expulsión del campesinado ¿Un problema técnico o de modelo productivo inherente éste al proceso de desarrollo de la agricultura (aumento de la productividad, reestructuración de explotaciones)? (v. temas 4 y 5).
- Problemas ambientales derivados, sobre todo, del consumo (riego) y de la contaminación de las aguas (productos químicos), que muchas veces consideran como los de mayor entidad.
- El éxito de la RV produjo una creciente toma de conciencia de la rentabilidad del gasto público en la investigación agrícola, lo que impulsó las inversiones de Estado en los países menos desarrollados entre 1960 y 1980 y la ampliación de la RV a otros países asiáticos. Desde la formulación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y sobre todo desde la crisis alimentaria anunciada por la elevación de los precios agrarios de 2006-2008, esta propuesta vuelve a cobrar actualidad, incidiendo ahora en la investigación en Biología molecular, el ensayo con variedades de secano, o la búsqueda de insumos de segunda generación (ahorradores de energía, agua y fertilizantes) (*Informe*, 2008: 141s).

## e) La agricultura “transgénica”

(Información basada en: *El País*, 1999 (días 18, 19 y 20 de febrero, 24 de octubre, 1 y 6 de noviembre); webs de Greenpace y LaRed21 (diario digital, Montevideo); Chaléard y Charvet, 2004: 20, 22, 72; *Informe*, 2008: 138).

La agricultura con organismos genéticamente modificados (OGM), conocida también como agricultura “transgénica”, es producto de la aplicación de los avances del conocimiento en Biología molecular. Consiste en el uso de variedades modificadas genéticamente para asegurar la producción y facilitar y abaratar la gestión del cultivo en lo que se refiere a la incorporación de otros *inputs* como los tratamientos fitosanitarios o el agua. Se presentan como alternativa innovadora dirigida al ahorro de insumos y recursos, a la reducción de problemas ambientales y a la seguridad de la cosecha.

Los primeros ensayos se realizaron en EEUU con el tabaco y el tomate. Este país reúne la mayor superficie mundial, le siguen Brasil y Argentina y, a mayor distancia, India, Canadá y China (cuadro 3). La UE aprobó dos directivas para su desarrollo en 1990, y 10 años más tarde se habían autorizado 20.000 ensayos con 60 especies de plantas. En Europa, España siempre ha sido el país con mayor superficie cultivada, seguido hoy de la República Checa, Rumanía, Portugal, Polonia y Eslovaquia, a los que se unen Suecia y Alemania. En 2010 se aprobó el cultivo de una variedad de patata para producción industrial y energética, no apta para el consumo humano.

Cuadro 3. Superficies con OGM (Mha)

Superficie mundial		Por cultivos	2002	2010
1996	1,5	Soja	36,5	73,3
2000	44,0	Maíz	12,5	46,8
2010	148,0	Algodón	6,8	21,0
EEUU 2010	66,8	Colza	3,0	7,0

Fuentes: Chaléard y Charvet, 2004: 22; <http://www.lr21.com> [28.02.2011], elaboración propia.

### 3.3. Transformaciones productivas

Todo proceso de ampliación de superficies y de intensificación productiva responde a la necesidad de aumentar la producción, lleva inherente un cambio de uso o de productos, e incide necesariamente en el comportamiento del mercado. Pero existen además transformaciones productivas de los sistemas agrarios que son inducidas por cambios en la sociedad, en el mercado o en las mentalidades.

#### a) Relacionadas con la alimentación

- Introducción de nuevos cultivos que históricamente han mejorado la alimentación por haberse aclimatado bien, experimentando así una rápida expansión. Recordemos el papel del maíz y de la patata en el crecimiento demográfico europeo. Hoy los tres

cereales básicos (trigo, arroz, maíz) se extienden por todo el mundo, en detrimento de la variedad de las producciones locales.

- Sustitución de cultivos de consumo humano directo por plantas forrajeras, habida cuenta la importancia del consumo de productos pecuarios (cuadro 4; imágenes, pp. 55-57) para una adecuada alimentación, no satisfecha fácilmente a partir de alimentos vegetales. Se estima que 1/3 de la producción agrícola se destina a la alimentación del ganado, subsector que representa el 40 % del valor mundial de la producción agrícola y aporta el 15 % de la energía alimentaria mundial y el 25 % de las proteínas (FAO, 2009). Sin embargo las proyecciones hacia futuro indican una reducción del ritmo de crecimiento de este consumo, dadas las investigaciones sobre los efectos nocivos para la salud de un alto consumo de carnes grasas, y también para el medio ambiente (emisión de gas metano y otros de efecto invernadero, mayor consumo de energía por unidad de producto obtenido).
- Reducción de los cereales frente al incremento de hortalizas y frutas (y flores y plantas ornamentales), que tiene que ver también con un cambio en las pautas de consumo y en los modos de vida (*Informe*, 2008; imágenes, pp. 58-59). Algunos países en desarrollo se están convirtiendo ya en exportadores de este tipo de productos. En 1980-2004 la producción aumentó: un 3,6 % anual en frutas y un 5,5 % anual en hortalizas (el 58 % de este aumento provino de China).

Cuadro 4. Evolución de la importancia de los productos pecuarios en la dieta.

INGESTA DE PRODUCTOS PECUARIOS		Total mundial	Países desarroll.	Países en desarrollo
Calorías procedentes de productos pecuarios	Kcal/p.c./día 2005	388,2	694,6	311,8
	% s/total de calorías	12,9	20,3	11,1
Proteínas procedentes de productos pecuarios	g/p.c./día 2005	23,9	49,8	17,4
	% s/total de proteínas	27,9	47,8	22,9
Crecimiento anual de la ingesta diaria p.c. 1995-2005	Calorías	1,4	0,3	2,4
	Proteínas	1,3	0,6	2,3

Fuente: FAO, 2009: 158-167, elaboración propia.

## b) Relacionadas con el mercado

- Las transformaciones especulativas. Existen cultivos comerciales, no básicos para la alimentación, cuya producción varía rápidamente en función de los precios del mercado. Históricamente se han estudiado los ciclos agrícolas del Brasil, donde, entre los siglos XVI y XIX, se experimentaron sustituciones y relocalizaciones en los cultivos de exportación: caña de azúcar, cacao, café, y también tabaco y algodón. Tenemos también ejemplos históricos en los vaivenes de la vid en Europa occidental, la producción de chumbera y cochinilla en Canarias, la de tulipanes en Holanda o la de la seda en el Levante español. Hoy existen productos que tienen sus propios mercados especulativos y cotizan en bolsa, como el café, el té o el algodón. Y aún más, los mercados de futuros han entrado en la producción agrícola y controlan, con antelación a las cosechas, los precios del mercado mundial y por tanto su producción y extensión.

- La sustitución de productos de autoconsumo por productos comerciales y los cambios en los mercados de consumo. Ejemplos próximos los tenemos en España: la recesión del trigo para favorecer la expansión de la cebada en los años 1960 en Castilla y León, la expansión del girasol en tierras de algodón en los años 1970 y 1980 (v. tema 5), y la reducción reciente de vacas lecheras en favor de la ganadería de carne en Cantabria (imágenes, pp. 60-62). Muchos países africanos, para obtener divisas en el mercado internacional, impulsaron la introducción de cultivos comerciales (cacahuete, algodón, palmera de aceite, café) en perjuicio de los productos de consumo. El resultado fue paradójico: países exportadores de productos agrícolas cuya población padecía desnutrición y frecuentes hambrunas; ante esta situación se impulsaron los programas de seguridad alimentaria. Hoy, los cultivos tradicionales de exportación (citados en el párrafo anterior) están siendo superados, en precios y ventas, por los hortícolas, flor cortada, productos orgánicos, de calidad y de “comercio justo”, productos pecuarios y peces (imágenes, pp. 63-64); un mercado en expansión que está dominado por Brasil, Chile, México y China, y que ha empezado ya a introducirse en algunos países africanos.
- La expansión de las producciones agroindustriales no alimentarias y sobre todo con fines energéticos. La demanda de biocombustibles ha comenzado a favorecer el mercado de maíz, yuca, aceite de palma, caña y otras plantas cuyos rendimientos y costes pueden competir con los de la biomasa forestal (natural o de plantación) para los mismos fines. Esta expectativa de mercado puede traer graves consecuencias sociales y ambientales: alza de los precios de los alimentos con la consiguiente amenaza para la seguridad alimentaria y mayor competencia por la tierra y el agua (además de la deforestación ya comentada).

### c) *Relacionadas con la sostenibilidad*

Los países que han desarrollado un modelo agrario industrial de alta producción, llevan más de dos décadas incentivando la desaceleración del crecimiento agrícola con el fin de evitar los excedentes, afrontar la competencia en el mercado internacional, y reducir los problemas ambientales del modelo intensivo seguido. Este cambio de estrategia se halla en la base de lo que se denomina “el modelo europeo de agricultura” (Puente, 2002) y busca, en términos comparativos, desarrollar un proceso de “extensificación”. Como ejemplo, la agricultura extensiva de cereales de secano del interior de España experimentó, a raíz de la reforma de la PAC en 1992, una reducción de más de 1,1 Mha de labrantío, el abandono de tierras marginales, el incremento de los barbechos y la práctica de técnicas de mínimo laboreo o siembra directa (Molinero et al, 2008).

En el *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008* del Banco Mundial, titulado “Agricultura para el desarrollo”, se eleva una crítica a este tipo de estrategias: *“la respuesta adecuada no consiste en desacelerar el crecimiento agrícola, sino en hallar sistemas de producción más sostenibles y lograr que la agricultura brinde más servicios ambientales”* (Informe, 2008: 12).

## 3.4. Efectos ambientales de las prácticas agrarias

Las prácticas agrarias llegan a generar sus propios condicionantes y limitaciones, pudiendo incidir esto en una transformación productiva y en los cambios de uso de algunas superficies agrarias (Gregor, 1973; Molinero 1990: 373-385; *Informe*, 2008: 154-173; FAO, 2009: 59-84) (texto 3.8.) No obstante, la agricultura tiene una consideración cada vez mayor en el debate medioambiental, en la convicción de que todavía existe un gran potencial para combinar la mejora de la productividad con el respeto a las condiciones ambientales, y de que esto se puede conseguir con cambios en los sistemas productivos y con el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático (FAO, 2009: 93, 96).

### a) *En el agua*

- El consumo por encima del ritmo de recarga natural del recurso renovable conduce a la sobreexplotación de los acuíferos y a la escasez del recurso (imágenes, pp. 65-67). En muchos países la tasa de extracción de aguas subterráneas supera el 25%, lo cual se estima insostenible. Igualmente grave se considera el hecho de que el 15-35 % del uso agrícola mundial de agua tenga esta procedencia.
- La contaminación difusa se produce, en suelos y aguas, por aportación de materia orgánica, productos químicos y purines, lo que conduce, a su vez, a la eutrofización de las aguas por exceso de nutrientes. Ésta consiste en el desarrollo de algunas especies, como medusas o algas, cuya formación en masa impide el paso de la luz y la oxigenación de las aguas, afectando a la fauna subacuática.
- Además de la gran demanda de agua que genera la agricultura –a pesar de los avances técnicos y de las investigaciones biológicas para la reducción de los aportes– según proyecciones de 2003 incluidas en el primer *Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos* (WWDR1, 2003), en el año 2030 se necesitará un 14 % adicional de agua para regar 46 Mha más.

### b) *En los suelos*

- Las técnicas culturales inadecuadas producen problemas de erosión, contaminación y pérdida de nutrientes de los suelos. Por ejemplo, el uso del fuego para el rebrote de los pastos, o el uso del arado en el sentido de la pendiente, favorecen la actuación de las aguas de escorrentía y la erosión eólica (imagen, p. 68). El abandono de antiguas terrazas de cultivo conlleva la pérdida de suelos antropógenos que podrían favorecer la vegetación y controlar la erosión de vertientes. El regadío incontrolado produce una degradación de los suelos al favorecer la salinización o la lixiviación.
- La desertificación es el proceso por el cual un medio se vuelve árido (con las mismas condiciones de los desiertos) de forma irreversible a corto/medio plazo (Gastó, 1993). A escala mundial el riesgo es alto en los límites de los desiertos y se extiende especialmente por África: en Marruecos se estima una pérdida anual de 22.000 ha, y afecta a la palmera datilera; en el Sahel, la ocupación agrícola y el sobrepastoreo se añaden a la deforestación.

### d) *En la biodiversidad*

Algunos de los procesos que se pueden señalar son: embastecimiento de los pastos infrautilizados o, por el contrario, deterioro de hábitats por sobreexplotación de los mismos; deterioro de la salud humana y mortandad de la fauna por contaminación, toxicidad y eutrofización (aumento inducido de la concentración natural de arsénico, por ejemplo; imagen, p. 69; texto 3.9.), escasez del agua para el consumo humano y animal, o sustitución de variedades locales de semillas por otras importadas y adoptadas.

## *e) En la atmósfera*

Uno de los aspectos en los que se ha empezado a investigar más recientemente es el de la contribución de las actividades agrícolas y pecuarias a la emisión de gases de efecto invernadero y su intervención en el cambio climático o en la reducción de la capa de ozono, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido de nitrógeno (recuérdense las imágenes del tema 2, pp. 56-57).