

Tema 2º

Introducción a los sistemas agrícolas

Objetivo antiguamente:

- maximizar rendimientos y minimizar costes

Hoy día aparecen nuevos retos para el agricultor como:

- imposición por parte de la sociedad de restricciones ambientales
- la sociedad plantea nuevas demandas sobre la calidad y seguridad de los alimentos.
- conciencia generalizada de conservar los recursos ==> sostenibilidad agraria ==> **Agricultura sostenible**

¿ cómo deben ser los sistemas agrícolas del futuro ?

- productivos (demanda de alimentos seguirá ↑)
- sustentables y respetuosos con el entorno

¿ cómo se puede lograr ?

INFORMANDO

↗ **sobre el conocimiento del cultivo**

↗ **sobre el conocimiento del suelo**

seres vivos



↘ **sobre el conocimiento de los factores bióticos y
abióticos.**



no hay vida

y ajustando en valores como:

- **las técnicas de cultivo en tiempo y espacio**
- **ahorrar agua**
- **ahorrar fertilizantes y pesticidas**
- **compartir información con las nuevas técnicas informáticas**

Introducción

- **Biodiversidad**: variedad de especies vegetales y animales en su medio ambiente
- **Insumos**: bienes usados en la producción de otros bienes
- **Ecosistema**: sistemas complejos (bosques, ríos, lagos), formados por una trama de elementos físicos (biotopos) y biológicos (biocenosis = comunidad de organismos).
- **Productores primarios**: organismos que hacen entrar la energía en los ecosistemas (plantas verdes terrestres, acuáticas, algas y bacterias). Forman el 98% de los seres vivos de la biosfera (capa de la tierra donde se desarrolla la vida celular).
- **Productores secundarios**: conjunto de animales y detritívoros (descomponedores), que se alimentan de los organismos fotosintéticos.

Los sistemas agrícolas

- **Ecología** = ciencia que estudia las relaciones entre los organismos y el ambiente que los rodea.



conjunto de factores bióticos o abióticos que afectan al crecimiento, a la reproducción o a la mortalidad de los organismos.

- Los factores ambientales se dividen en

↗ **recursos**, cuando el factor es consumido de forma directa por el organismo (p.ej., un nutriente).

↘ **reguladores**, cuando son factores que afectan a la velocidad de empleo de los recursos (p.ej., temperatura).

Unidad fundamental del estudio de la ecología



Ecosistema = conjunto de organismos y el ambiente que coinciden en el tiempo y el espacio.

Los sistemas agrícolas

¿ como se relacionan entre sí los organismos de un ecosistema ?

en el ecosistema se denomina *cadena trófica* === ➔ relación que se establece entre las distintas especies para su alimentación por medio de flujos de energía y productos químicos.

¿ cual es la fuente fundamental de energía ?

- la energía solar, fuerza motriz de la vida en la Tierra.
- Los productores primarios fijan la energía solar a través de sistemas fotosintéticos, transformándola en energía metabolizable que se mueve a lo largo de las cadenas tróficas.

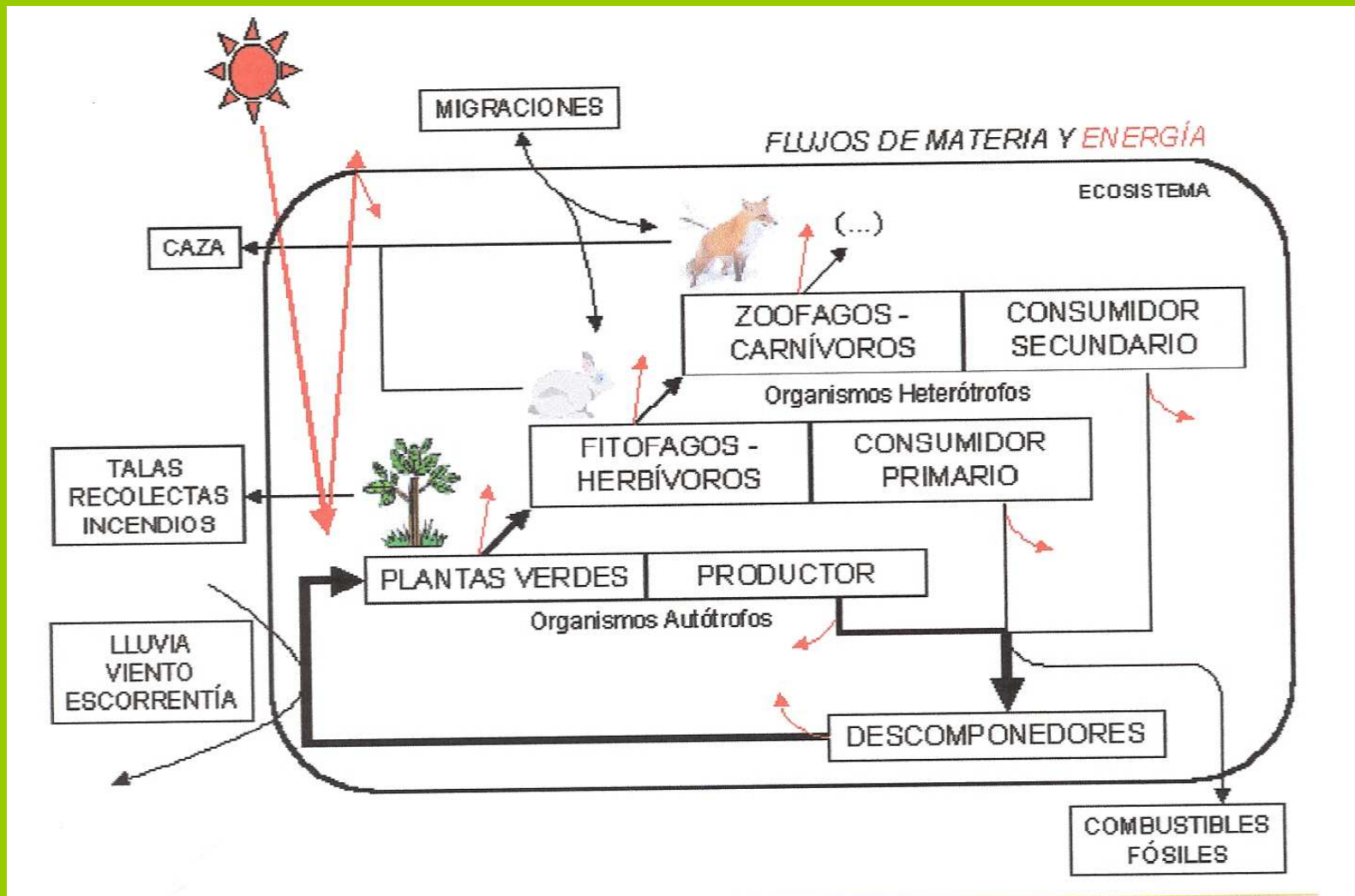
¿ qué sucedía en el pasado ?

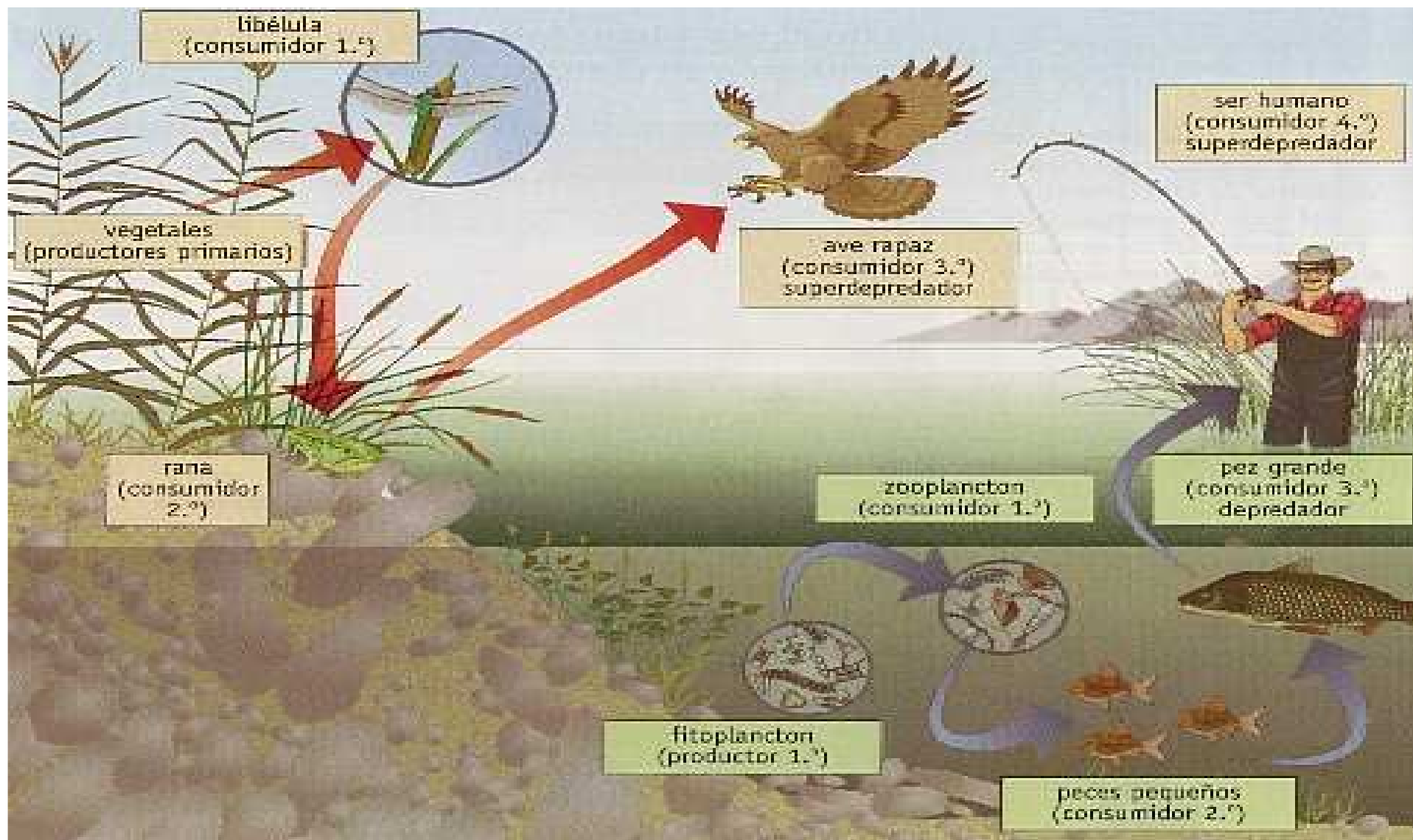
el hombre obtenía su energía de diversas cadenas tróficas, cazando y recolectando alimentos al azar, hasta que hace unos 8-10.000 años, inventó la agricultura.

¿ que nos ha permitido la agricultura ?

producir alimentos y otros productos manejando y manipulando las cadenas tróficas en los ecosistemas para beneficio propio.

Cadena trófica





Los sistemas agrícolas

Por tanto:

- La agricultura es un conjunto de intervenciones humanas que modifican los ecosistemas para maximizar la producción deseada y minimizar las pérdidas de energía a lo largo de las cadenas tróficas.

¿ como se llaman los ecosistemas objetos de estudio ?

- agrícolas o agrosistemas y la ciencia que se ocupa de su estudio es la Ecología de cultivos.

¿ que es un agrosistema o sistema agrario ?

- es un sistema manejado por el hombre con el objetivo fundamental de producir alimentos y otros bienes y servicios derivados de la agricultura.
- La presión demográfica hace que hoy día existan muy pocos ecosistemas que estén libres de la intervención humana.
- Existen reservas, bosques y otras zonas aún no explotadas que denominamos **ecosistemas naturales**.

Los sistemas agrícolas

- Las principales diferencias entre un ecosistema natural y uno agrícola se resumen a continuación:

	Ecosistema natural	Ecosistema agrícola
▲ variedad de especies animales y vegetales		
Biodiversidad	alta	baja
Cadena trófica	larga	corta
Autonomía energética	Alta	Baja

- El ecosistema agrícola se caracteriza por tener < especies que el natural.
- < diversidad ==> reducir las pérdidas de energía a lo largo de las cadenas tróficas en los ecosistemas agrícolas ==> eliminar todas las transferencias de energía indeseables (parásitos, patógenos o plantas que compiten con el cultivo) ==> acortamiento de la cadena trófica.
- La autonomía energética del ecosistema agrícola es baja ya que depende de insumos de materiales, energía e información que aporta el hombre.

Ejemplo de eficiencia

$$e = \frac{\text{Volumen de agua usado}}{\text{Unidad de peso del producto}}$$

E en uso de H₂O

Productividad del H₂O o nutrientes en m³ H₂O/Kg de producto o Kg nutriente/Kg. Producto

En Ingeniería:

$$e = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} \text{ de cualquier entidad a un sistema}$$

Ejemplo: energía suministrada a un motor

En la Ecología de Cultivos ¿cuál es la unidad de estudio fundamental ?

la parcela.

En una parcela tenemos ↗ una comunidad de plantas cultivadas ↘
→ una prácticas de manejo → **sistema de cultivo**
↘ unos métodos de laboreo, rotación, etc. ↗

A este nivel de parcela ¿qué podemos analizar?

- los procesos productivos de las plantas
- **sus relaciones con el suelo**
- su dependencia del ambiente.

¿ y si observamos la parcela varios años ?

- **podemos analizar los efectos de la rotación**
- **podemos analizar las prácticas de laboreo**
- **podemos analizar el manejo de los residuos de cultivo sobre el estado y propiedades del suelo**
- **podemos analizar los rendimientos consiguientes, al verse afectado el uso de recursos como el agua o los nutrientes.**
- **podemos realizar análisis económicos**
- **podemos determinar las necesidades de mano de obra**

A nivel superior las parcelas forman parte ↗ de fincas ↘
o gestionadas por agricultores
↘ de explotaciones ↗

- Los principales cultivos y prácticas usados en una explotación **forman** =====> *sistema de explotación*

- y si nos referimos a una escala regional donde los sistemas de explotación son similares, se denominan *sistemas agrícolas*.

Hoy día:

- la agricultura produce suficientes alimentos para la gran mayoría de la población mundial, a pesar del crecimiento demográfico sin precedentes experimentado en los últimos 50 años.

- A lo largo de la historia ha habido éxitos y fracasos

¿ que se le critica a la agricultura actual ?

- los problemas sanitarios relacionados con la alimentación
- la degradación de los suelos
- la contaminación de las aguas por fertilizantes y pesticidas
- uso excesivo de los recursos hídricos
- disminución de la biodiversidad y los impactos negativos de la agricultura sobre otros ecosistemas y en general sobre el ambiente.

Características de los sistemas agrícolas

¿ cual es el objetivo principal del agricultor ?

producir suficientes alimentos y otros productos para hacer su sistema de explotación viable.

Características fundamentales de los sistemas agrícolas:

↑ superficie de suelo usado

- A) productividad (producción por unidad de recurso utilizado)
 - La productividad se puede aplicar directamente a insumos como: radiación, agua, nutrientes o mano de obra, que se suelen medir también por unidad de superficie.
 - La productividad se puede aplicar como medida indirecta de la eficiencia con la que se usan esos insumos.
- B) rendimientos (pueden variar a lo largo de los años por el clima y otras causas)
 - La falta de estabilidad, produce fluctuaciones en la producción que pueden amenazar la persistencia de los sistemas agrícolas, particularmente si hay secuencias de varios años seguidos de muy baja producción que tienen un efecto catastrófico sobre los sistemas de explotación y su viabilidad económica.

Características de los sistemas agrícolas

- C) sostenibilidad o sustentabilidad (capacidad para mantener de manera indefinida un determinado nivel productivo).
 - Esta característica deriva del concepto de desarrollo sostenible, un modelo de desarrollo que propone el crecimiento económico sin que se afecten negativamente las oportunidades de las generaciones futuras.
 - Un sistema agrícola se considera sostenible cuando es económicamente viable y socialmente aceptable; no obstante, es preciso definir el marco temporal, puesto que lo que es viable y aceptable hoy puede no serlo en el futuro.
 - En sistemas agrícolas sería más correcto hablar del grado de sostenibilidad
 - un sistema será más sostenible cuando su explotación no degrade la calidad de los recursos agua y suelo y cuando las prácticas de manejo que se utilicen no afecten a la productividad y la viabilidad del sistema en el futuro.

Características de los sistemas agrícolas

Para mejorar la sostenibilidad deben acometerse dos objetivos:

- el mantenimiento de una alta productividad
- reducción o eliminación, de los efectos negativos de la agricultura sobre el ambiente.



diseño de estrategias ==> sustentabilidad económica y ecológica de los sistemas agrarios

Manejo de los sistemas agrícolas

La estrategia agrícola es manipular el ambiente y la comunidad de plantas ==> optimizar la producción y la transferencia de materiales útiles para el hombre.

¿qué implica todo ello ?

- establecer comunidades (cultivos o pastos) dominadas por especies que dedican una gran proporción de su producción primaria a materiales u órganos utilizables.
- intentar minimizar las pérdidas del sistema debidas a malas hierbas, insectos o enfermedades.

¿ De que herramientas disponen los agricultores para controlar sus cultivos ?

- laboreo para la eliminación de las malas hierbas
- preparación del lecho de siembra
- elección de especies y de cultivares
- fecha y densidad de siembra
- fertilización, etc.

Manejo de los sistemas agrícolas

¿ Hay alguna mas ?

- Existen factores externos (clima y mercados), que son imprevisibles por lo que la flexibilidad en el manejo del cultivo es muy importante para minimizar los riesgos de una mala cosecha o de pérdidas económicas en la explotación (una aplicación de fertilizante puede reducirse o suprimirse, si la pluviometría es muy escasa o si el precio esperado del producto es muy bajo).
- **El tipo de respuesta de la producción a las aportaciones de muchos insumos hace que el máximo beneficio económico en un sistema agrícola se obtenga con un nivel de empleo de recursos que está por debajo del necesario para obtener la máxima productividad posible.**
- **Los máximos beneficios suelen obtenerse en puntos no lejanos a ese máximo ya que existen efectos sinérgicos entre insumos y hay una serie de costes fijos asociados al establecimiento del cultivo que hace que un empleo mínimo de recursos sea ineficiente.**

¿ cuales son las explotaciones más productivas y más rentables ?

- aquellas que usan niveles de recursos medibles con la producción como objetivo, sin que ningún insumo sea claramente limitante de la producción (de poco sirve aportar agua adicional como riego si no se aportan las cantidades adicionales de fertilizante que requiere el aumento de producción esperado como consecuencia del riego).

¿ cuales son los criterios para manejar los sistemas agrícolas ?

- la producción vegetal y animal como objetivos económicos habituales
- los efectos sobre los suelos, el agua, el bienestar y la salud humana y de los animales, el paisaje y la biodiversidad, entre otros.

Ejemplos:

- **En zonas donde la relación población/superficie cultivable y los precios de los insumos son bajos (EE-UU y Australia) se pone el énfasis en optimizar el beneficio por unidad de mano de obra.**
- **En el Norte y Centro de Europa y en Japón, donde la superficie cultivable es el factor limitante y los precios de insumos y salarios son muy altos se tiende a maximizar la productividad por unidad de superficie.**
- **Sucede todo lo contrario en los países en desarrollo en los que la mano de obra es abundante y el capital muy escaso.**

Tipos de sistemas agrícolas

Los sistemas agrícolas se clasifican en función de diversos criterios:

- por tipo de cadena trófica o alimentaria.

- La cadena más corta es en la que los cultivos son consumidos directamente por el hombre.
- En otras cadenas, los cultivos o los pastos son consumidos por el ganado, que a su vez es consumido por el hombre.

- por sistemas de subsistencia

- se cultivan gran variedad de especies, empleando variedades muy adaptadas al ambiente específico productivo pero con bajo rendimiento potencial.
- Se emplea mucha mano de obra y ganado, los niveles de nutrientes son bajos y los rendimientos son bajos pero estables. Todo ello conduce a una alta eficiencia energética.

Tipos de sistemas agrícolas

- la agricultura intensiva

se caracteriza por una < diversidad genética (tanto de especies como de cultivares) que asegura un > rendimiento potencial, y un > empleo de maquinaria que sustituye a la mano de obra, así como de fertilizantes y productos fitosanitarios, lo que se traduce en ↑ productividades a expensas de una ↓ eficiencia energética.

Ejemplos:

- la agricultura de los países desarrollados ha sufrido una transición desde la agricultura de subsistencia a la agricultura intensiva con un aumento continuo de la productividad y una caída paulatina de la eficiencia energética.

- en muchos países asiáticos en desarrollo, se practica una agricultura muy intensiva en cuanto al uso de ciertos insumos y a la pequeña distancia entre la producción real y la potencial (pueden encontrarse en países desarrollados sistemas extensivos de bajo nivel de insumos, si bien de alta mecanización, que requieren el cultivo de grandes superficies por explotación para ser económicamente viables, mientras que en los países en desarrollo pueden coexistir sistemas de alta productividad, con alto uso de mano de obra, y sistemas de subsistencia).

Tipos de sistemas agrícolas

- **La intensificación de la agricultura en muchos países de Europa ha llevado a la producción de excedentes en los principales cultivos y a episodios de contaminación ambiental por excesos en el uso de insumos como fertilizantes y fitosanitarios.**
- **Algunos autores hablan de una transición desde la agricultura tradicional (bajos insumos, bajo control) a la agricultura intensiva (altos insumos, bajo control), desde la que tenemos que tender a una agricultura sostenible (insumos optimizados, alto control). Se trata entonces de emplear los recursos en la cuantía apropiada para cada sistema y con un mejor control del ambiente y del cultivo.**

Sistemas agrícolas usados en España

- ***Sistemas herbáceos de secano***, dominados por cereales de invierno (trigo y cebada, ésta última en zonas de < pluviometría).
 - Se combinan bajas pluviometrías con suelos marginales y se sigue practicando el barbecho, donde el cereal se cultiva un año de cada dos.
 - Tradicionalmente se alternaba el cereal con leguminosa, pero debido al bajo rendimiento de esta, se está usando el girasol.
- ***Sistemas leñosos de secano*** (vid-olivo, almendro), en lo que se han intensificado técnicas de poda menos conservadoras y aumento de la fertilización, lo que permite aumentar la productividad.
- ***Sistemas herbáceos extensivos de regadío e incluye:***
 - maíz (regadíos del Centro y del Valle del Ebro)
 - remolacha (Castilla-León y Andalucía)
 - girasol (muy disperso)
 - algodón (Andalucía)
 - alfalfa (Valle del Ebro)
 - arroz (desembocaduras del Guadalquivir y Ebro)
 - hortícolas (papa, melón, ajo) en distintas zonas de regadío tradicional.

Sistemas agrícolas usados en España

- ***Sistemas leñosos de regadío*** (los cítricos son muy importantes en el Este y Sur de la Península y los frutales de hoja caduca se cultivan de forma intensiva en los principales valles del país, siendo melocotonero, peral y manzano las especies más importantes, dentro de la gran diversidad de especies leñosas cultivadas).
- ***Sistemas herbáceos intensivos de regadío*** (basados en la producción de cultivos hortícolas fuera de estación bajo estructuras cubiertas de plástico, tales como invernaderos para la producción de tomate, pimiento, judía verde, berenjena, etc., o túneles para la producción de fresa).
- ***Sistemas de aprovechamiento múltiple en las dehesas*** (encina o alcornoque, junto con los pastos o cultivos anuales que se desarrollan entre árboles, aportan la producción primaria que es aprovechada por el ganado, a la vez que producen otros materiales útiles).

Tabla 1.1

	Superficie (miles/ha)		Producción (miles de Kg)		
	UE	E	UE	E	
Cereales	38496	6977	208083	19375	
Leguminosas grano	1410	122	5459	118	
Papas	1394	167	48063	3416	
Remolacha azucarera	2118	155	120694	8583	
Hortalizas	1806	425	48196	10554	
Oleaginosas	5648	1121	18221	1460	
Frutales	1593	531	26051	9041	
Olivar	4492	2280	11826	5880	
Viñedo	3533	1161	25392	5523	

Estado de la agricultura a nivel mundial y los desafíos futuros

Según FAO:

- la agricultura ocupa un 28% de la superficie terrestre
 - ↗ 90% anuales
 - ↗ 30% a cultivos
 - ↘ 10% perennes
 - ↘ 70% a pastos.

la agricultura ocupa un 28% de la superficie terrestre

- ↗ 17% en regadío
- ↘ 83% en secano

la agricultura ocupa un 28% de la superficie terrestre

- ↗ 60% son cereales
- ↘ 40% es el resto

Estado de la agricultura a nivel mundial y los desafíos futuros

- La población mundial se ha duplicado en algo más de tres décadas, actualmente se produce un 24% más alimentos que en 1960 y los precios reales son un 40% menores que entonces.
- **Para el año 2025, la población mundial, actualmente sobre los 6000 millones de personas, se aproximará a los 7500-8000 millones.**

¿habrá suficientes alimentos para todos?