

14. AGRICULTURA CONVENCIONAL Y AGRICULTURAS ALTERNATIVAS

José Miguel Coletto Martínez

1. LOS ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL

En el paleolítico el hombre vivía como cazador y recolector de frutos silvestres en estrecha unión con la naturaleza. Así lo atestiguan las escenas y dibujos de arte rupestre. La revolución agrícola, que ocurrió aproximadamente 10.000 años a.C., en el período neolítico, permitió que el hombre se hiciera sedentario y se interesara por el suelo como medio de cultivo, comenzando a hacer agricultura. Algunos milenios después (7.000 a 8.000 años a.C.) surgieron las llamadas civilizaciones hidráulicas en los valles del Nilo, del Tigris y del Eúfrates. Las siembras se solían realizar en tierras que habían sido previamente inundadas por las avenidas estacionales de los ríos.

Desde el principio, podemos aseverar que ninguna actividad agrícola, ganadera o forestal fue neutra frente al entorno, si acaso el nomadismo de las tribus primitivas o los poblamientos de bajísima densidad del Amazonas, donde el hombre ha actuado tradicionalmente como cazador y recolector de frutos silvestres. La actividad agraria siempre ha modificado los ecosistemas en los que se ha instalado, convirtiéndolos en Agrosistemas. Asimismo, la actividad agraria afecta a los ecosistemas vecinos a los que se instala, convirtiéndolos en Ecosistemas Dependientes.

Prácticamente, no existen en el mundo ecosistemas lo suficientemente aislados como para no correr el riesgo de convertirse en Agrosistemas o en Ecosistemas Dependientes. El modelo que más se parece a un ecosistema natural virgen es el de los Parques Naturales Sudamericanos, que se ubican en las zonas más recónditas de la Amazonia brasileña, o de la Orinoconia venezolana. Las actividades que realiza en estos parques la reducidísima población humana que los habita, son la caza, la pesca y la recolección de frutos silvestres y de leña, en condiciones de supervivencia, y sin exportación de estos recursos, salvo trueques entre tribus vecinas.

Ejemplos de Ecosistema Dependiente son los Parques Nacionales Europeos. En estos parques, la presión agrícola y demográfica del entorno vecino tiene una gran influencia en su evolución y consolidación.

Es el caso del Parque Nacional de Doñana en España. Las actividades permitidas en el interior del parque (carboneo, ganadería extensiva en algunas zonas, marisqueo y coquineo), afectan al medio ambiente lo suficiente como para configurar un ecosistema diferente y muy dependiente. Así, el carboneo y la limpieza del monte minimizan el efecto de los incendios forestales, que afectaban tradicionalmente al parque (2 al 3% de superficie quemada al año). Estas quemás, controlaban de manera natural el monte bajo y propiciaban la germinación de semillas de especies que necesitan el calor para germinar. Estas especies, algunas muy valiosas por su calidad nutritiva y por su efecto en la fijación de las dunas, prácticamente desaparecieron, lo que provocó una nueva intervención humana destinada, en este caso, a incrementar los recursos pastables para la alimentación de la fauna, y a la plantación de pinares para fijar las dunas.

Desde el principio de la agricultura, el hombre se planteó como objetivo primordial el aumento de los rendimientos, y este planteamiento influyó severamente, como ya hemos comentado anteriormente, en el medio original y en la biodiversidad vegetal y animal. Así, en la baja Mesopotamia, en el lugar donde se ubica el actual Irak, aparecieron, unos milenios antes del nacimiento de Cristo, los primeros problemas importantes de agotamientos de recursos físicos. Las primitivas culturas Mesopotámicas y más tarde Babilónica y Asiria, construyeron canales de ladrillo cocido, utilizando asfalto como taponador de uniones, que irrigaban más de dos millones y medio de hectáreas que mantenían a más de 15 millones de personas. El problema no lo originó la cantidad de agua, más que suficiente para mantener la irrigación de las tierras agrícolas en el único desierto del mundo que es atravesado por dos ríos muy caudalosos. Tampoco fue la cantidad de nutrientes, cuyo aporte estaba asegurado por las avenidas de los ríos. El recurso que se agotó fue el suelo, debido a una acción combinada de las técnicas de cultivo y de la mala calidad del agua de riego con un excesivo contenido en sales.

Las primeras poblaciones de Mesopotamia no tuvieron estos problemas, ya que regaban con cantidades copiosas de agua que provocaban el lavado de las sales de los horizontes superficiales del suelo, los que colonizan las raíces de las plantas. Al aumentar la población, y por tanto las necesidades alimenticias, se inundaron progresivamente mayores extensiones de tierras, reduciendo la cantidad de agua aportada y el lavado de las sales. Paradójicamente, al principio, la producción aumentó al disminuir el estrés por encharcamiento; pero en unos decenios, el suelo salinizado produjo una reducción drástica de los rendimientos. En los siglos VIII y VII a. C., con la civilización asiria, la población mesopotámica se había reducido a más de la mitad y sólo a finales del siglo XX se recuperaron los niveles poblacionales de 4.000 años antes, pero la región se convirtió en importadora neta de alimentos.

El Irak actual, conocido desgraciadamente por sus guerras y por su riqueza en petróleo, con el 80% de sus tierras de regadío salinizadas, es el principal productor mundial de dátiles. La palmera datilífera es resistente a la salinidad, pero con técnicas de cultivo adecuadas, como las aplicadas en el desierto del Negev (Israel) o en los enarenados de Almería (España), y con unos recursos suficientes para mantener de forma sostenible

tres millones de hectáreas de regadío, podría convertirse en la potencia agrícola del Oriente Próximo y en la despensa de toda la Península Arábiga.

La reducción de la biodiversidad natural, por efecto de la actividad humana es también un problema muy antiguo: En la Edad de Bronce, como consecuencia de las migraciones europeas (3000 - 2000 a.C.) se produjo un gran trasiego de plantas cultivadas y se mejoraron las prácticas de cultivo con la introducción del arado de madera y del barbecho. Llegaron a Europa procedentes de Oriente: cereales como el trigo, la cebada y el centeno; hortalizas como el ajo y la cebolla; forrajeras como la alfalfa; textiles como el lino y el cáñamo; aromáticas como el lúpulo y leñosas como el olivo, la vid, la higuera y probablemente el manzano, el peral y el ciruelo.

Los ancestros de estas especies tienen su origen en determinadas zonas con una gran biodiversidad botánica. Estos lugares cuentan con accidentada orografía y diferentes tipos de suelos y de clima y suelen estar rodeados de cadenas montañosas que evitan las invasiones de especies exóticas. El científico Vavilov identificó seis centros de origen en el Viejo Mundo: China, India, Oriente Próximo-Asia Central, Sureste de Asia, Etiopía y Mediterráneo Oriental.

Es lógico que, a medida que una especie se aleja de su centro de origen, vaya perdiendo variabilidad, porque no todos los miembros de una especie tienen la misma capacidad de adaptación a las condiciones ecológicas imperantes fuera de su centro de origen. El hombre ha acelerado este proceso. Así, cuando transportó hacia Occidente semillas de almendros desde su centro de origen en las montañas de Asia Central, sólo lo hizo de las variedades dulces y de mayor tamaño y el mismo comportamiento interesado se repitió en el caso de otras especies cultivadas, de manera que el viaje a Europa supuso una pérdida del 99% de la variabilidad genética, según algunos autores.

Muchos años después, el hombre tuvo conciencia de que podría recurrir a los centros de origen en busca de recursos genéticos para combatir plagas y enfermedades o para obtener resistencia a factores abióticos (sequía, salinidad, etc.), pero en muchos casos ya era tarde. Así, en algunas partes de China, los frutales silvestres han sido talados para utilizarlos como combustible, mientras que en otras se han extinguido, al establecerse proyectos de desarrollo agrícola. Algo parecido ha ocurrido en Turquía, Península Balcánica, Etiopía y las repúblicas asiáticas de la antigua URSS, donde las guerras y la miseria en unos casos, y la explotación de cultivares mejorados en otros, han contribuido decisivamente a la erosión de la variabilidad genética.

Los centros de origen americanos, más aislados y protegidos durante siglos, han salvado a los cultivos del viejo mundo en muchos casos. Por ejemplo, las vides americanas fueron la solución para combatir la plaga de la filoxera, que acabó con la industria vinícola de la Europa Mediterránea a finales del siglo XIX.

En el mundo clásico, los romanos concedieron gran importancia a la agricultura, siendo objeto de numerosos tratados de carácter técnico o histórico. El tratadista más antiguo conocido fue Catón (234-149 a.C.), que escribió sobre el "agro" y la utilidad de los huertos, en su obra *De Agri Cultura*. Varrón (116-28 a.C.), escribió un largo comentario sobre agricultura continuado por Columela (3 a.C.-70 d. C.), en un tratado de doce volúmenes: *De Re Rústica* o los *Doce libros de Agricultura*. Con estas fuentes de información, y con las *Geórgicas* de Virgilio (70-19, a.C.), los escritos de Plinio el Joven (62-116, d.C.), y sobre todo, la *Historia Natural*, y el *Palladius* de Plinio el Viejo (23-79

d.C.), se desarrolló la historia de la agricultura de Roma. Estos escritos ya hacen mención del injerto y de la utilización de muchas especies herbáceas y leñosas.

Estos textos mantuvieron su vigencia hasta el siglo XVI, porque la Edad Media fue, en general, un período oscuro para el desarrollo de las ciencias básicas en las que se fundamenta la agronomía, sobre todo, en lo que afecta a los reinos cristianos que se formaron en la Europa Occidental, tras la invasión de los pueblos bárbaros. Las técnicas de cultivo aplicadas no experimentaron cambios sensibles con respecto a las utilizadas en tiempos anteriores. La implantación del feudalismo tampoco ayudaría a la mejora de los sistemas productivos, y sólo en los huertos de los monasterios sobrevivieron formas avanzadas de agricultura y se contabilizaron logros notables en agronomía: riego, injerto, poda, obtención de nuevas variedades.

Pero no todo fueron sombras. Hubo progresos en las técnicas agronómicas, que con excepción de los obtenidos en los huertos de los monasterios, tuvieron una marcada influencia oriental (árabe, china y bizantina). La civilización árabe mejoró los sistemas de regadíos e introdujo y extendió el cultivo de nuevas especies como el *azafrán*, la *berenjena*, el *pepino*, el *arroz*, la *caña de azúcar*, los *cítricos* y la *morera*, según refiere Abu Zacaríá.

Con el descubrimiento de América en 1492, llegaron a Europa un considerable número de especies de interés agrícola como la *judía*, el *maíz*, la *patata*, el *tomate*, el *pimiento*, la *batata*, el *girasol*, el *tabaco* y el *cacao*. La unión de los centros de origen de las plantas, del nuevo y del antiguo mundo, supuso una auténtica revolución por las grandes posibilidades que se presentaban en la elección de los cultivos y en la diversificación de los productos vegetales empleados en la alimentación humana.

La contribución de las especies americanas a la mejora de la nutrición de los hombres del viejo mundo fue esencial. En las zonas de clima templado no existía una especie capaz de producir cantidades importantes de hidratos de carbono como la patata, en un ciclo de cultivo de apenas 80 ó 90 días.

En el siglo XIX la patata era ya el principal alimento en Irlanda, Rusia y Polonia, cuya dependencia de ella era tal, que algunas adversidades fitopatológicas tendrían consecuencias funestas como veremos más adelante.

Podemos resumir indicando que las plantas americanas han contribuido decisivamente a mitigar el hambre en el mundo (patata, maíz, girasol y judía), a aumentar nuestras sensaciones gustativas y olfativas (pimiento, cacao, tabaco) y a mejorar la calidad de nuestra alimentación mediante la incorporación de potentísimos antioxidantes a nuestra dieta (tomate, pimiento). Es decir, que estas aportaciones han hecho nuestra existencia más digna, más larga y más feliz.

El cultivo de las plantas hasta la Edad Media había sido la actividad económica principal que, junto con la cría de animales, empleaba a más de las tres cuartas partes de la población. Las técnicas de cultivo eran básicamente las mismas que en la Edad Antigua, que se habían transmitido a través de generaciones. A partir de la Edad Moderna, el cultivo de las plantas se beneficia de los estudios y descubrimiento científicos que se suceden con gran celeridad contribuyendo, de manera decisiva, a sentar las bases de la agricultura como ciencia.

Destacan en esta labor una serie de científicos como William Harvey, que inició el estudio de la fisiología de las plantas, motivando las investigaciones de Stephen Hale

sobre el movimiento de la savia y de Joseph Priestley sobre el desprendimiento de oxígeno por las plantas verdes; Jan Ingenhous que descubrió la fotosíntesis; Théodore de Saussure, que puso de manifiesto el intercambio de gases en los vegetales y Marcello Malpighi, descubridor del tejido xilemático.

Todos estos científicos, con la excepción de Harvey, pudieron beneficiarse de los trabajos de Robert Hooke, que en 1665 había publicado el libro *Micrographia*, en el que se encontraban magníficos dibujos de objetos que había estudiado a través de su microscopio, entre ellos las células de corcho, siendo el primero en utilizar la nomenclatura "cellula" (celdilla).

Entre los científicos de la Edad Moderna que pueden considerarse botánicos, destacan Rudolph Jacob Camerarius, autor de la obra *De sexu plantarum epistola* (1694), que puso en evidencia el carácter sexual de las flores, órganos que a partir de entonces adquirirían gran importancia como criterio de clasificación, y, sobre todo, Carl von Linne también conocido como Carlos Linneo, padre la taxonomía moderna.

En el siglo XIX se produce la gran expansión de una forma peculiar de hacer agricultura, impuesta por las potencias colonizadoras a los territorios alejados de las metrópolis, que tenía por objeto principal satisfacer las necesidades del comercio mundial en productos exóticos muy difíciles, cuando no imposible, de producir en las zonas de clima templado. Este modelo se había ensayado con anterioridad durante el imperio romano y tuvo un desarrollo notable tras el descubrimiento de América, pero su máximo esplendor lo alcanza en el siglo XIX y en los primeros decenios del siglo XX, con la expansión por África y Asia de los imperios británicos, francés, belga y holandés y, en menor medida, portugués, alemán, italiano y español. Esta forma de explotación de los recursos pervivió hasta muy avanzado el siglo XX (repúblicas bananeras, explotaciones caucheras), e incluso actualmente se dan casos parecidos, en muchos países del llamado Tercer Mundo.

El sistema tenía sus reglas: eran productos exóticos y de gran valor comercial; su producción era prioritaria frente a otras destinadas a la alimentación local o a la de las clases de menor poder adquisitivo de las metrópolis; la explotación se hacía con la máxima intensidad, compatible con el beneficio económico, obviando aspectos tan importantes hoy día como las condiciones de trabajo y el respeto al medio ambiente. Esta agricultura coexistía con la intensificación de algunos cultivos en Europa típicos de la zona templada, como la patata, básica en la alimentación de las clases humildes, y la vid en la que se apoyaba una industria exportadora potente en España, Portugal, Francia e Italia. El exotismo y la intensificación de los cultivos, en una época en la que no se habían desarrollado suficientemente los sistemas de protección fitosanitaria, dieron lugar a crisis que se resolvieron a veces dramáticamente, otras incorporando nuevas tecnologías o cambiando hábitos y costumbres.

En el año 1845 apareció en Irlanda una epidemia de *mildiu de la patata* ocasionada por el hongo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Entre 1845 y 1860 un millón de personas murieron de hambre y casi dos millones emigraron a Estados Unidos como consecuencia de la destrucción de los cultivos de patata, que era el alimento casi exclusivo de las clases más humildes. Un siglo y medio después, el país aún no ha recobrado los niveles de población del año 1845. Irlanda quedó tan depauperada y atrasada socialmente, que el imperio británico la consideró más una carga que una colonia provechosa.

y prefirió concentrar sus esfuerzos en la conquista de la lejana India en la que obtendría pingües beneficios. Probablemente, la independencia de Irlanda y muchos de los acontecimientos que ocurrieron en la política americana y en el mundo en años posteriores dependieron del ataque de esta enfermedad.

Precisamente en el extremo meridional del subcontinente indio, en la isla de Ceilán, los ingleses concentraron la producción de una de las materias primas claves del comercio alimentario de aquellos años: *el café*. En 1867, la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) fue descubierta en una plantación ceilandesa. En poco tiempo se extendió en proporciones epidémicas por toda la isla, alcanzado también los países vecinos de Malasia, India y Filipinas. En las condiciones ambientales del sur asiático y con los medios disponibles en la época, resultaba imposible controlar la enfermedad. El cultivo del cafeto tuvo que ser abandonado y, de este hecho, se derivaron dos efectos importantes, uno de naturaleza económica y otro que provocó un cambio en las costumbres del pueblo inglés. En lo económico, el comercio, distribución y transformación de la materia prima y derivados del café desapareció casi por completo del Reino Unido. Para paliar la catástrofe se estimuló oficialmente el consumo de *té*, que a mediados del siglo XIX era consumido en Inglaterra en proporciones similares al café. Las plantaciones de Ceilán se cambiaron gradualmente a *té*, que, desde entonces, ha sido mucho más importante que el café para los ingleses, de manera que en la actualidad el consumo está en la proporción 6/1 a favor del *té*.

Otro problema fitopatológico fue el ocasionado por la *filoxera* (*Peritymbia vitifolia* Fitch.), que causó la destrucción de los *viñedos* europeos durante el último tercio del siglo XIX. La filoxera es un diminuto pulgón de las vides americanas en las que causaba daños (agallas en las hojas) que podemos calificar de poco severos. La importancia que el cultivo de la vid y la industria enológica tenían en Europa fue la causa de que, desde el principio, se iniciara con intensidad la búsqueda de un método de control de esta plaga. Gracias a los conocimientos proporcionados por la fitogeografía y al importante desarrollo de la genética, fue posible resolver el gravísimo problema, tras sendas expediciones de agrónomos franceses a América donde recogieron especies americanas del género *Vitis* resistentes a la plaga.

La solución del problema supuso la reconversión de todo el viñedo europeo, cuyas variedades fueron injertadas sobre patrones de procedencia americana; pero antes hubo que abordar otras cuestiones. La más importante fue la adaptación de las especies americanas a los terrenos calizos sobre los que se asentaban los viñedos europeos. La puesta a punto de técnicas de hibridación facilitó la solución. Actualmente es posible encontrar diversos híbridos entre vides americanas y europeas que se adaptan a toda la gama de contenido de cal en los suelos. En el aspecto positivo, hay que resaltar la creación de una potentísima industria viverística que incorporó tecnologías de las que se han beneficiado todas las producciones frutícolas y hortícolas.

Observamos como, desde el origen de la agricultura hasta fechas muy recientes, conseguir alimentos suficientes para todos es un objetivo alcanzado sólo de manera esporádica en algunos periodos de corta duración en la historia de la humanidad. Sin embargo, a lo largo del siglo XX se van a producir una serie de hechos que van a alterar la casi constancia de hambrunas generalizadas que habían caracterizado a los siglos anteriores.

En 1943, la fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura de México decidieron financiar a Norman Borlaug (procedente de la Universidad de Minnesota) un pro-

grama para la obtención de *variedades de trigo de alto rendimiento*, capaces de resistir el hongo de la roya de los tallos. Se establecieron dos estaciones experimentales separadas entre sí 10° de latitud y con una diferencia de altitud de 2.600 m. El desarrollo simultáneo de las variedades en estos dos ambientes permitió acortar a la mitad el tiempo medio de mejora, pero además, las variedades obtenidas resultaron aptas para muchos tipos de climas y suelos, algo que hasta entonces se tenía por imposible. Las primeras variedades del programa eran de hecho tan productivas, que la gran cantidad de grano hacía que el tallo se doblara y rompiera bajo su peso (fenómeno de "encamado"). Los investigadores buscaron entonces derivar de éstas otras variedades de tallo más corto, cosa que lograron tras hibridarlas con una variedad enana japonesa (Norin 10). Los genes de enanismo suministraron un efecto sinérgico adicional sobre la productividad, al incrementar el rendimiento en grano a expensas del resto de biomasa. Se obtuvieron variedades resistentes a la roya, de tallo corto, que evitaban el encamado y de alto rendimiento bajo condiciones adecuadas de irrigación y de abonado. En cuanto a rendimientos se había dado un paso de gigante, ya que se pasó de las previas 0,75 t/ha a las 8 t/ha. El centro mexicano fundado por Borlaug (ubicado en el distrito Federal) se denomina Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y a Borlaug se le concedió el Premio Nobel de la Paz en el año 1970.

Con un objetivo similar, en 1960, se estableció en Los Baños (Filipinas) el *Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI)*, que también consiguió la obtención de variedades de rendimientos muy superiores a los conocidos hasta entonces.

La mejora del *maíz* había sido abordada unos años antes por la empresa Pioneer Hi-Bred (EE.UU.) que aprovechó las ventajas del vigor híbrido debido a la heterosis que manifiesta esta especie.

La mejora de otras especies, herbáceas y leñosas, basada en el manejo de la variabilidad también había producido efectos sorprendentes. En muchos casos, se habían realizado hibridaciones con parientes naturales o asilvestrados de los que abundaban en los centros de origen de cada planta, aprovechando los trabajos previos de Vavilov.

Paralelamente, las aplicaciones del motor de explosión que redujo el esfuerzo físico de los operarios y multiplicó por 30 la velocidad de ejecución de las labores agrícolas, provocando grandes economías en el capital, y el descubrimiento de nuevos productos químicos, fertilizantes, pesticidas y más tarde los reguladores del crecimiento, que contribuyeron al aumento de los rendimientos, constituyeron las otras dos patas que hacían falta para sostener la mesa de la producción de alimentos.

2. LAS AGRICULTURAS ALTERNATIVAS

Los sistemas, llamémosle convencionales, de practicar la agricultura, que se han implantado a lo largo del siglo XX, se basan, como hemos visto anteriormente, en una tradición de milenios de agricultura de tipo productivista y están, por lo tanto, muy consolidados, aunque tienen el inconveniente de que presentan una gran dependencia del uso de agroquímicos y no garantizan, en muchos casos, la conservación de los recursos naturales. No obstante, el éxito de esta agricultura de tipo productivista para combatir el hambre en el mundo fue indiscutible. Por primera vez en la historia de la humanidad

aparecieron grandes excedentes agrícolas y países como la India, Pakistán, China e Indonesia, azotados por hambrunas periódicas, pasaron a ser grandes exportadores de alimentos. Resulta cruelmente irónica la coexistencia de estos excedentes con bolsas de pobreza extrema, sobre todo en África. El antiguo aserto de que "si difícil es crear riqueza, más difícil resulta repartirla" continuaba desgraciadamente vigente.

En las condiciones actuales de explotación de los recursos, y en relación con los agrosistemas surge un concepto nuevo, que es el de sostenibilidad o sustentabilidad, enfrentando el modelo clásico de *Agricultura Productivista o Agricultura Convencional* con el más actual de *Agricultura Sostenible*.

Ya no se cuestionan las variaciones que las actividades agrarias hayan podido causar en el entorno original, salvo que sean muy perniciosas y severas, sino que el sistema de explotación, tal y como lo conocemos o con ligeras correcciones, pueda mantenerse en el tiempo. Es decir, que los factores originarios de la producción agraria, principalmente los recursos edáficos, hídricos y biológicos, no se degraden en el proceso productivo, de manera que el agrosistema mantenga su potencialidad en el tiempo.

Paradójicamente, estos recursos de tipo físico o biológico que son los determinantes de la abundancia de los agrosistemas y también de su potencialidad biológica, no son decisivos en la consolidación de los sistemas agrarios. Un sistema agrario se consolida más bien por la influencia de los factores socioeconómicos y de la herencia cultural. Así, la zona de secano intensivo de la campiña de Azuaga y Llerena (Badajoz), dejaría de producir trigo y girasol, y se convertiría en pastizales si la U.E. decidiera eliminar las ayudas directas por la superficie de estos cultivos, manteniendo las primas ganaderas.

Otro ejemplo, el agrosistema dehesa se ha mantenido en el tiempo, superando etapas aciagas en las que sus productos tradicionales estuvieron muy devaluados. La peste porcina africana y la ganadería intensiva arruinaron la producción del cerdo ibérico, los aislantes sintéticos desplazaron al corcho y los combustibles fósiles al carbón de encina.

Probablemente, fue la herencia cultural la que mantuvo este agrosistema, en una etapa muy permisiva con el arranque del arbolado. Los agricultores y ganaderos, simplemente ajustaron sus rentas a la baja o modernizaron sus explotaciones (cercas, charcas, mecanización) para ahorrar costes, o vendieron sus fincas a otros que podían mantenerlas, pero muy pocos sustituyeron el agrosistema dehesa. Puede que lo descuidaran, pero lo mantuvieron. Y cuando volvieron tiempos mejores el agrosistema se recuperó y, superando las amenazas pasadas y actuales, evolucionó ligeramente y se consolidó.

Los sistemas sostenibles de producción se basan en la conservación de los recursos naturales y en la protección del medio ambiente. Frecuentemente se les acusa, y probablemente con razón, a algunos sistemas de producción de alimentos, como la *Agricultura Ecológica*, con sus variantes o acepciones *Agricultura Orgánica* y *Agricultura Biológica*, de ser demasiado elitistas, de su incapacidad para satisfacer las necesidades alimentarias de la sociedad; también, en determinados casos, de su inviabilidad económica. La Agricultura Ecológica se diferencia de otros sistemas de producción en varios aspectos: favorece el empleo de recursos renovables y el reciclado, en la medida que restituye al suelo los nutrientes presentes en los productos residuales. Aplicada a la ganadería, regula la producción de carne y aves de corral, prestando particular atención al bienestar de los animales y a la utilización de piensos naturales.

Respetar los propios mecanismos de la naturaleza para el control de las plagas y enfermedades en los cultivos y en la cría de animales, y evitar la utilización de plaguicidas, herbicidas, abonos químicos, hormonas de crecimiento y antibióticos, así como la manipulación genética. Como alternativa, los agricultores y ganaderos recurren a una serie de técnicas que contribuyen a mantener los ecosistemas y a reducir la contaminación.

Con el objetivo de aunar las ventajas de la agricultura convencional y las que planteaba la agricultura ecológica, surgió el concepto de *Producción Integrada*. Un tipo de agricultura sostenible basado en el empleo racional de los recursos productivos (naturales, inputs agrarios) y de las tecnologías de cultivo, de manera que, además de asegurar la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, aporta viabilidad económica y equidad social. Algunos fundamentos de la producción integrada, extensibles a otras formas de hacer agricultura son los siguientes:

- a) Adecuación entre el medio y el material vegetal o animal, que afectaría tanto a la elección apropiada del lugar donde se va a implantar la actividad agrícola o ganadera, como a la elección de las variedades y razas más adecuadas.

Algunos ejemplos:

En el Valle del Jerte, el establecimiento de plantaciones de cerezo por debajo de los 1.000 m de altitud y con variedades "autóctonas" de media estación es la opción más racional. Por encima de los 1.000 m. de altitud los condicionamientos del medio, especialmente las heladas primaverales y las lluvias durante el periodo de maduración, son tan severos que impiden el normal crecimiento y desarrollo del cultivo, favoreciendo, además de los daños de tipo meteorológico, la aparición de plagas y enfermedades. El empleo de material vegetal "extranjero", en lugar del "autóctono" mejor adaptado, también incrementa la incidencia de los daños por adversidades meteorológicas, plagas y enfermedades.

En el agrosistema dehesa, la opción más adecuada de explotación ganadera es la extensiva, basada en el aprovechamiento de la adaptación a este medio de las razas autóctonas.

En definitiva, términos como localización adecuada, rusticidad, tolerancia y manejo de la resistencia natural están ligados muy estrechamente a la sostenibilidad de los sistemas agrarios.

- b) Otros fundamentos están relacionados con el empleo de la tecnología de producción adecuada que afecta a los sistemas de protección, riego, mantenimiento del suelo y fertilización principalmente.

Algunos modelos han incidido más en el control de alguna determinada técnica de cultivo como la *Agricultura de Conservación*, basada en la reducción o eliminación del laboreo y en la recomendación de no quemar los rastrojos, dejando protegido el suelo con estos y otros restos vegetales. La agricultura de conservación tiene como objetivo evitar la pérdida de fertilidad de los suelos, la erosión y la contaminación de las aguas, favoreciendo notablemente la biodiversidad de fauna y flora y la reducción de las emisiones de CO².

La implantación de estas nuevas formas de hacer agricultura no está exenta de problemas. En algunos casos, aunque resuelven cuestiones importantes originan otras, que la agricultura convencional ha tardado años en solucionar, pero para las que se le

exige respuesta inmediata. Ya hemos indicado algunos problemas como el elitismo y la viabilidad económica, pero también hay algunos relacionados con la seguridad alimentaria, con la contaminación y con la protección de los cultivos. También en este caso pueden valer algunos ejemplos aclaratorios:

- Se ha comprobado la mayor presencia de algunas toxinas en los alimentos provenientes de la agricultura ecológica. Se trata de micotoxinas producidas por hongos para exaltar su virulencia, sobre todo en ambientes de gran competitividad como los que se generan en condiciones de cultivo o de almacenamiento de alimentos en las que no se actúa con severidad contra los enemigos de las plantas. La ventaja de los productos ecológicos de estar exentos de residuos pesticidas podría ser anulada por la presencia de micotoxinas; más si atendemos a las indicaciones de la Comisión Codex de la FAO, que estima que la toxicidad aguda y sobre todo crónica de las micotoxinas, es muy superior a la de los residuos de plaguicida. Los alimentos procedentes de la agricultura convencional o de la producción integrada, en las que la aplicación de pesticidas es práctica habitual, presentan niveles más bajos de micotoxinas, por lo que podríamos estar ante la paradoja de que, en relación a este aspecto, los controles postcosecha deberían ser más severos en los productos etiquetados como ecológicos que en los convencionales.

- La adopción del "no cultivo" ha provocado un aumento de la incidencia de determinadas plagas, algunas conocidas de antaño, como la de los chinches del trigo, otras nuevas como la Lasióptera del cerezo, que tenían en el laboreo una forma ecológica de control.

- En el caso del olivar, el no laboreo lleva implícito la aplicación de herbicidas para el control de malas hierbas. El sistema admite dos soluciones posibles. La primera, la más cara, pero también la más ecológica, consiste en la aplicación de herbicidas de contacto, como el glifosato dos o tres veces al año, cada vez que la vegetación espontánea invade al cultivo. Una vez al año se entierran, mediante una labor, los restos de vegetación, que se incorporan así al suelo incrementando su nivel de materia orgánica.

La segunda solución consiste en emplear herbicidas residuales de la familia de las s-triazinas (simacina ó atrazina) o uréicos (diurón ó linurón). El efecto de estos productos es muy duradero y el suelo puede permanecer desprovisto de vegetación durante muchos meses seguidos; basta con una aplicación anual o incluso, a dosis más altas, con una aplicación cada dos años. En la persistencia de estos productos está su bondad agronómica pero también su peligrosidad. En efecto, los años de lluvias abundantes, residuos de estos herbicidas acumulados en los suelos, pueden ser arrastrados hasta los embalses que abastecen de agua a las poblaciones y, en algunos casos, alcanzan niveles tóxicos para la salud humana.

Por último, otro tipo de agricultura, aunque en sentido estricto puede considerarse más cómo la aplicación de una tecnología, que hace énfasis en la protección del medio es la *Agricultura de Precisión*.

La *Agricultura de Precisión* nace en EE.UU en la segunda mitad de la década 1980-1990, para definir un sistema de gestión en la parcela agrícola que, mediante el uso de modernas tecnologías de información georreferenciada, que consideran la variabilidad espacio-temporal del terreno, pretende aportar los factores de producción estrictamente necesarios para que el cultivo exprese su máxima potencialidad.

Algunos investigadores resaltan entre los objetivos de la agricultura de precisión, la sostenibilidad y la protección del medio. Así, Robert et al (1994), lo definen como “Sistema de gestión agrícola basado en la tecnología y la información para identificar, analizar y gestionar la variabilidad espacial y temporal dentro de la parcela para optimizar su rentabilidad, sostenibilidad y la protección del medio ambiente”.

En la misma línea está la definición de Pierce y Nowak (1999): “Aplicación de tecnologías y principios para gestionar temporal y espacialmente la variabilidad de todos aquellos aspectos relacionados con la producción con el propósito del incremento de cosecha y la calidad medioambiental” y la del Congreso de EE.UU (1998): “Sistema de información y producción agrícola diseñado para aumentar a largo plazo mediante una gestión diferenciada, el rendimiento, la productividad y la rentabilidad, minimizando por otro lado los efectos colaterales para la fauna silvestre y el medio ambiente”.

BIBLIOGRAFÍA

- Cadenas, A., 1997. *La agricultura sostenible. Un futuro en armonía entre el campo y el medio ambiente*. Servicio Agrario y Mediambiental del Banco Central Hispano.
- Coletto, J.M. 2003. *Aspectos que condicionan la producción de alimentos vegetales en los inicios del siglo XXI. El caso particular de Extremadura*. La Agricultura y la Ganadería Extremeñas en 2002. p: 277-283.
- Coletto, J.M. 2004. *Historias de Plantas*. Lección Inaugural del Curso Académico 2004/2005. Universidad de Extremadura.
- Congreso de EE.UU., Public law 105-185: *Agricultural Research, Extension, and Education Reform Act of 1998* (title IV –Sección 403), 1998.
- De Prado et al., 1999. *Cubiertas Vegetales en arboricultura frutal*. Congreso Hispano-Luso de Agricultura de Conservación y Medio Ambiente. pp: 117-124.
- López Bermúdez, F y Romero Díaz, A. 1998. *Erosión y desertificación. Implicaciones ambientales y estrategias de investigación*. Papeles de Geografía 28, pp:77-89.
- OILB. SROP. 1995. *Producción integrada. Principios y directrices técnicas*. Vol. 18 (1,1)

