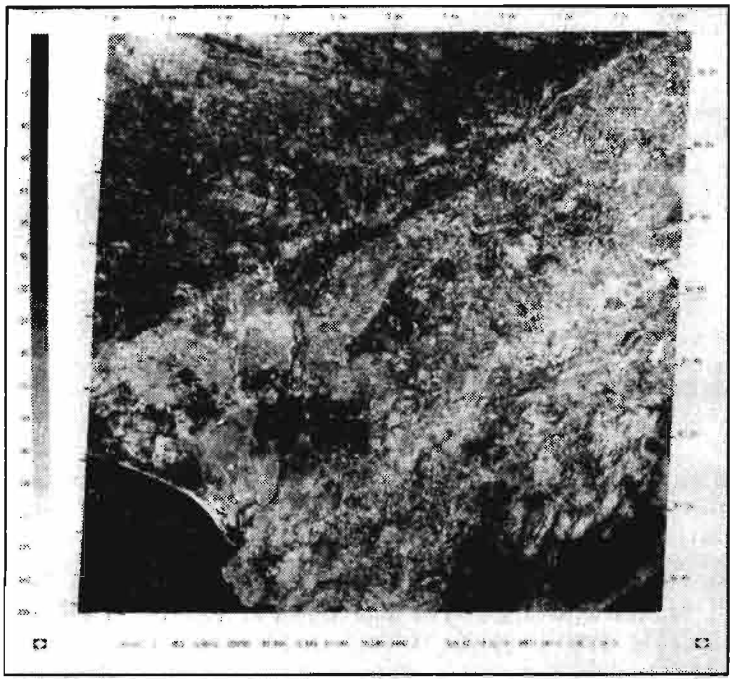
LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION AL SERVICIO DE LA AGRICULTURA

por: Alonso Domínguez Vivancos*



La teledetección tiene un prometedor futuro en agricultura (imagen de Andalucía Occidental).

INTRODUCCION. LAS NUEVAS TENDENCIAS DE LA AGRICULTURA

En la actualidad la Agricultura Española, al igual que la Europea, se encuentra en una encrucijada muy importante. Los problemas estructurales, la situación económica y la necesidad de respetar el medio ambiente, entre otros muchos problemas están obligando a un replanteamiento en profundidad del papel y de la estrategia que debe tener la Agricultura en la nueva sociedad que va a encarar el próximo siglo.

Hoy, a los términos, ya bien conocidos, de agricultura «orgánica» o «biológica» o extensiva ó tradicional, se van añadiendo nuevas denominaciones tales como agricultura «alternativa», «de escasos recursos externos», los cuales se anteponen de algún modo a la agricultura intensiva, competitiva o de «precisión». Todos estos términos llegan a confundir en muchos casos a la opinión pública que identifica, de algún modo, la producción agrícola obtenida sobre la basa de «medios naturales» con unos productos mejores, más sabrosos y más sanos. Como puede sospecharse esta visión resulta excesivamente simplista y no se sostiene ante un análisis científico en profundidad. Sin embargo, la virtud está en el extremo contrario, es decir, en una explotación intensiva, altamente competitiva, con la utilización indiscriminada de productos, en muchos casos peligrosos o tóxicos. De hecho, es necesario admitir que los variados sistemas de producción agrícola conocidos y otros nuevos, podrán coexistir en armonía, siempre que se adapten a unos principios generales que determinen su viabilidad a largo plazo.

Resulta necesario pues establecer unos principios, que deben conformar las bases de la Agricultura Moderna, y en función de los mismos, conjugar todos los factores de un modo racional y con criterios soportados por la tecnología actual, para llegar a soluciones de equilibrio a muy largo plazo, entre la Agricultura y el medio social y ecológico en el que se desenvuelve. Los principios a que nos referimos, son, en primer lugar, el de la *competitividad,* que lleva aneja la racionalidad en la utilización de todos los recursos utilizados en la producción agrícola, y en segundo lugar, la defensa, el mantenimiento e incluso la restauración de los recursos naturales utilizados o que pueden verse afectados por dicha actividad, en particular el medio ambiente. En cualquier caso, el objetivo básico que debe perseguirse con la actividad agrícola es la satisfacción a largo plazo de las necesidades humanas.

Naturalmente, suele ser difícil pasar de los principios generales a los hechos prácticos. Sin embargo, cada uno de los principios enumerados obliga, de algún modo, a llevar la aplicación de todos los criterios al plano de lo concreto. En efecto, el aspecto ecológico o de defensa y restauración de los recursos naturales obliga a poner el acento en *las condiciones locales.* Igualmente, la eficacia y utilización de los recursos, obliga a considerar las características específicas de la zona en que se encuentra la explotación.

De hecho, en los últimos tiempos se han puesto de moda otros términos y criterios, nacidos en los Estados Unidos y generalmente aceptados en Europa, que tratan de enmarcar a la Agricultura Moderna, en el sentido apuntado anteriormente. El primero de ellos es la *agricultura sostenible o de mantenimiento.* El segundo, que comprende más un conjunto de criterios, es el de *buenas o mejores prácticas agrícolas (Best Agricultural Practices, BAP).*

Existen ya múltiples definiciones de lo que significa la *agricultura sostenible,* comenzando por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), siguiendo por la FAO y continuando con nu-

(*) Dr. Ing. Agrónomo.

merosas Asociaciones Internacionales de diferentes especialidades. De todas ellas cabe destacar las siguientes ideas y principios generales:

1) En primer lugar, se establece la idea del largo plazo. Por ejemplo, es necesario atender las necesidades de alimentación de las generaciones actuales sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan atender sus propias necesidades.

2) En segundo lugar, es necesario mantener como alta prioridad la utilización eficiente de los recursos de todo tipo. Ello implica obtener un rendimiento adecuado de los diferentes factores de producción, dentro de los límites que establecen los principios que se citan en los puntos siguientes. Como es conocido, entre estos factores de producción, que hay que optimizar, deben destacarse la tierra, la mano de obra y el capital como elementos principales, pero también deben optimizarse todos los demás factores de producción: agua, semillas fertilizantes, maquinaria, tratamientos, etc. En todos los casos se trata de una optimización económica dentro de las limitaciones citadas y en el marco de las opciones o alternativas posibles para los recursos disponibles.

3) El tercer principio, es quizás la innovación más importante con respecto a los sistemas tradicionales y por tanto, lo más difícil de conseguir. Se trata de mantener y, en su caso, restaurar los recursos naturales agua, suelo y aire en la explotación y fuera de la explotación. Ello significa conservar y mejorar el medio ambiente dentro de límites aceptables de calidad, asegurando un entorno seguro y satisfactorio para la vida.

4) Por último, como finalidad debe satisfacer los objetivos y las necesidades de la comunidad local y de la sociedad en su conjunto.

En síntesis, en la agricultura sostenible se conjugan los criterios de competitividad y mantenimiento de los recursos en la consecución de los objetivos de la comunidad.

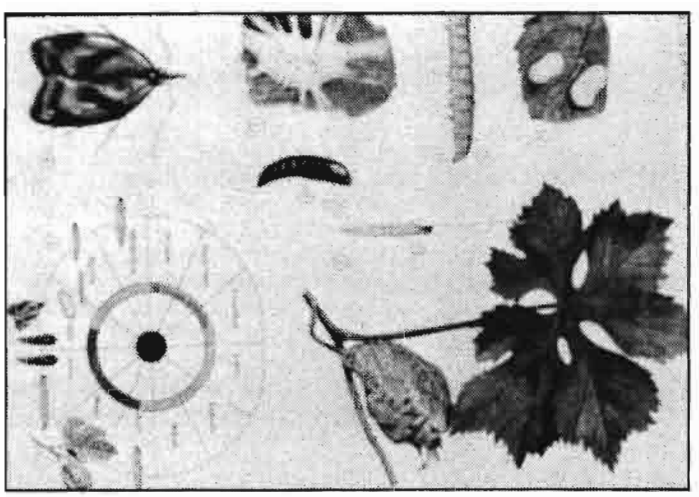
Así pues, resulta evidente que en este marco caben diferentes sistemas de producción agrícola que variarán de acuerdo con las condiciones locales en las que se apliquen, ya que deberán adaptarse a las mismas y al entorno ecológico, así como ser competitivos con otras actividades alternativas.

LA INFORMACION LOCAL MOTOR DEL PROGRESO AGRICOLA

En todos los casos, ya sean sistemas extensivos o intensivos, la gestión eficiente de los mismos exige una *información específica correspondiente a la zona,* aspecto que será de la mayor trascendencia en el próximo futuro para el progreso de la agricultura, independientemente del sistema practicado. Esta información significa tanto un buen conocimiento de los parámetros importantes locales (lluvia, humedad, temperatura, heladas, suelo, fertilidad, características del suelo, etc.), como de la tecnología adecuada a dichas condiciones locales (tipos de cultivos, semillas, variedades, productos, fertilización, tratamientos, conservación del suelo, laboreo, riego, etc.

Sin embargo, no sólo basta con disponer de la información y de la tecnología adecuada, con la dificultad y el coste que ello conlleva, sino que resulta de importancia vital hacerla llegar al agricultor y enseñarle a utilizarla eficientemente. Este proceso de *transferencia de tecnología al agricultor,* que se ha presentado en el pasado lento, difícil, costoso y a pesar de ello bastante ineficaz, puede mejorarse extraordinariamente con el progreso de las nuevas tecnologías de la información.

El agricultor se enfrenta constantemente al proceso de toma de decisión que requiere su actividad, la cual está sometida a grandes incertidumbres y exige la cooperación de múltiples especialistas para tratar de encontrar la mejor combinación de acciones en cada momento, es decir, para una gestión optimizada. Por el contrario, en términos generales y salvo excepciones, el agricultor a nivel individual realiza su gestión con una gran falta de información, incluso la más elemental, por lo que debe confiar en su propia intuición y experiencia o en las recomendaciones más o menos genéricas de Centros Oficiales de Investigación o de Extensión Agraria, publicaciones, folletos, etc., cuando no se ve sometido a la presión de los representantes comerciales de los diferentes productos (semillas, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, etc.), con el consiguiente grado de confusión.



Seguimiento y Control de Plagas. Piral de la Vid. Ciclo biológico.

Control de la Humedad del suelo.

Como ejemplos de las dificultades con las que se enfrenta el agricultor cada día, basta con plantearse algunas cuestiones rutinarias: ¿qué variedad cultivar?, ¿en qué fecha sembrar?, ¿cómo abonar?, ¿cuándo labrar?, ¿qué tratamientos realizar?, ¿cómo y cuándo regar?, ¿qué abonos seleccionar?, ¿cómo y cuándo aplicar los abonos?, etc. Las respuestas a éstas y otras cuestiones deben ser adecuadas y oportunas para la máxima eficiencia del cultivo sin comprometer el medio ambiente de la zona, lo que exige que sean las más adaptadas a las condiciones de la finca.

Está claro que el *agricultor necesita ayuda y asesoramiento técnico objetivo y adaptado a las condiciones locales de la explotación.* Por otra parte está también muy claro que el agricultor no tiene capacidad para obtener la información necesaria sin el soporte técnico adecuado, *que sólo puede recibir de la Administración*

Central o Autonómica.

En síntesis, la característica más importante que se requerirá en el futuro para el desarrollo de la agricultura moderna será la mejora de la *precisión de los datos básicos a nivel de la explotación, en cualquiera que sea el sistema de producción que se practique.*

LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

La mejora de la transferencia de información y tecnología al agricultor debe concretarse en *sistemas de información de gestión,* como ayuda a la toma de decisiones, orientados, en su más amplio sentido, hacia la *actividad práctica agraria.* Entre estos cabe destacar:

- —BASES DE DATOS AGRICOLAS PARA CONSULTA.
- —MODELOS DE SIMULACION.
- —SISTEMAS EXPERTOS DE ASESORAMIENTO.
- —SISTEMAS INTEGRADOS DE DECISION.

BASES DE DATOS PARA CONSULTA

Las bases de datos constituyen el primer y más importante eslabón en la cadena de la información, cualquiera que sea el área de especialización. Son el núcleo necesario para cualquier aplicación o programa informático sea rutinario o inteligente. Por otra parte su disponibilidad como medio activo de consulta tanto para el agricultor como para técnicos y especialistas es de extraordinaria eficacia en la difusión de la información necesaria para resolver los diferentes problemas agrícolas. Entre los diferentes tipos de bases de datos de interés en el área agraria pueden destacarse las siguientes:

Bases de datos técnicas de apoyo a la gestión agraria.—Se trata de bases de datos temáticas ligadas, en los conceptos dependientes de su localización, por la dimensión geográfica. Inicialmente sólo será posible generar bases con datos localizados de modo discreto, es decir, referidos a zonas, municipios, comarcas, provincias, etc., en función de las posibilidades de obtención de datos fiables. A medio plazo, a medida que se vayan generalizando los *sistemas de información geográfica,* se irá avanzando hacia una localización geográfica de carácter catastral, que permita asociar a cada parcela los datos agroclimáticos más característicos. Los temas susceptibles de incluirse en estas bases de datos pueden ser muy variados, pero sobre todo aquellos relacionados con la gestión agropecuaria (clima, suelo, semillas, fertilización, riegos, labores, mecanización, tratamientos fitosanitarios, alimentación y sanidad animal, etc.).

Base de datos estadísticas de orientación general.—Estadísticas de superficies y rendimientos de cultivos y aprovechamientos agrarios. Con apoyo de la *TELEDETECCION* y los sistemas inteligentes de tratamiento y reconocimiento de imágenes, será posible disponer informaciones mucho más exactas y oportunas al obtenerse con mucha más rapidez y superior precisión. Además con estos sistemas será posible igualmente realizar avances de las superficies, predicciones de cosecha, estimaciones agrícolas, ganaderas, registrar datos de modelos de simulación, parcelas de seguimiento, ensayos de variedades, etc.

Cultivos forzados.

MODELOS DE SIMULACION DEL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS

En la década de los 80 se han comenzado a probar, y en algunos países a utilizar con carácter extensivo, modelos de simulación del desarrollo de diferentes cultivos capaces de predecir en base a las condiciones agroclimáticas reales correspondientes a una zona concreta la evolución del cultivo en cuestión a partir de un momento determinado, en función de las características climáticas previsibles y las prácticas agrícolas que se adopten (fertilización, riego, tratamientos, etc.). Una vez construidos y validados estos modelos permiten evaluar el efecto que sobre la producción final del cultivo pueden tener las diferentes acciones que se adopten. De este modo puede ser posible evaluar diferentes alternativas antes de adoptar una decisión concreta.

El objetivo final de estos modelos es su utilización por el agricultor, ya sea de forma directa o con la ayuda de personal entrenado, como base para la toma de decisiones de modo que le permitan prever tanto la evolución del cultivo y la producción posible como las prácticas agrícolas más aconsejables. Siempre operando en las condiciones específicas de su explotación, tanto por lo que se refiere a la evolución de las condiciones climáticas, como a las características de la finca y las prácticas utilizadas por el propio agricultor.

Estos modelos, por lo tanto, tratan de simular la evolución del crecimiento del cultivo y la cosecha final que puede alcanzar en función de una serie de parámetros que definen del modo más completo posible el medio ambiente en el que se desenvuelve el cultivo a lo largo de todo su ciclo vegetativo. Para ello es necesario establecer mediante el análisis de multitud de factores durante muchos años, las relaciones entre los mismos y el desarrollo del cultivo. Entre estos parámetros pueden destacarse, entre otros, los siguientes:

En relación con el cultivo: variedad, fecha de siembra o plantación, densidad y marco de plantación, fertilización, enmiendas, plagas y enfermedades, herbicidas compatibles, etc.

—En relación con el clima: temperatura máxima y mínima del aire y del suelo con carácter diario, precipitaciones, radiación solar diaria, intensidad del viento, humedad relativa, cantidad de agua aplicada en riego, etc.

—En relación con el suelo: características fisicoquímicas como profundidad, densidad por capas, textura, estructura, pH, caliza, materia orgánica, fertilidad, etc.

De lo expuesto anteriormente, se hace patente la extraordinaria complejidad de estos modelos y la dificultad y el coste que tiene su realización. Por otra parte, y ello supone una de sus principales ventajas, su desarrollo exige la participación de va-

rios especialistas en diversas disciplinas, que aseguren la *integración* de los factores que influyen en el crecimiento del cultivo. Esta participación resulta necesaria no solamente durante su diseño, elaboración y desarrollo, sino también durante el período de implantación práctica y de validación, y aunque en menos grado, también en su aplicación o utilización por los usuarios, ya que requiere una cuidadosa entrada de datos que necesita un criterio técnico adecuado. Por ello la utilización directa de estos modelos se reserva generalmente a personal especializado. Así pues, la utilización práctica de los mismos por el agricultor, e incluso por personal especializado, requiere un proceso intermedio, que actuando de modo interactivo, con el modelo y el usuario permita una utilización simple y eficaz. Estos procesos intermedios se cubren mediante *sistemas expertos*, que actúan como verdaderos especialistas humanos que consultan al modelo de simulación, interpretan y analizan los resultados y los utilizan una vez contrastados para dar recomendaciones. De estos sistemas se habla más adelante.

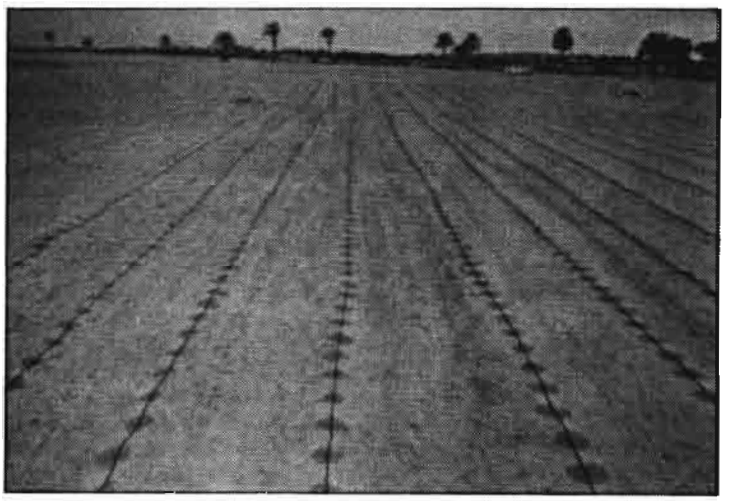
Algunos modelos de simulación, desarrollados, naturalmente en soporte informáticos y con el complemento del sistema experto correspondiente, se han venido contrastando en explotaciones normales, ampliando progresivamente el radio de acción hasta alcanzar un número significativo, de modo que ha sido posible evaluar positivamente el modelo.

Resulta necesario destacar además, que estos modelos no solo son útiles como ayuda a la gestión del agricultor, sino que suponen también una ayuda inestimable para los propios investigadores y especialistas en dos aspectos muy importantes:

—su utilización permite poner de manifiesto las lagunas de conocimiento, así como las áreas en las que el modelo se comporta con escasa eficiencia, ayudando a la planificación de las correspondientes experiencias o acciones para mejorar dicho conocimiento;

—representan un medio de comunicación excelente entre expertos e investigadores, pudiendo ser utilizados para evaluar programas de mejora de variedades, el efecto de la aplicación de productos químicos, etc.

Existen también numerosos modelos o submodelos de simulación que tratan aspectos complementarios tales como la evapotranspiración, temperatura y humedad en el suelo, evolución del nitrógeno, etc. Algunos de ellos permiten establecer los valores de los principales parámetros que son necesarios para la utilización del modelo principal.



La técnica de la Fertirrigación.

LOS SISTEMAS EXPERTOS Y SU PAPEL EN LA AGRICULTURA

En el último quinquenio, se ha comenzado a desarrollar cada vez con mayor intensidad y en la mayor parte de las actividades, estos sistemas de avanzada tecnología, que tienen por objeto sustituir al experto humano en la resolución de problemas específicos más o menos complejos. Pero ¿qué son en realidad los sistemas expertos y cuál puede ser su papel en la Agricultura?

Los sistemas expertos, basados en la tecnología de la inteligencia artificial, son programas informáticos destinados a resolver problemas concretos, utilizando para su resolución, el mismo proceso y razonamiento que utiliza un especialista o un conjunto de especialistas trabajando en equipo.

En oposición a los programas tradicionales, rutinarios o de procedimiento, tienen capacidad de razonamiento, así como la de utilizar información incierta o parcial, distinguir entre la información necesaria o no, explicar el proceso de razonamiento seguido en la obtención de soluciones o de recomendaciones, etc.

Este proceso de razonamiento es adquirido por el sistema, durante el proceso de desarrollo del mismo, mediante la enseñanza que recibe de los expertos en relación con el proceso que éstos siguen en la resolución de problemas y toma de decisiones en una determinada área de su especialidad. En general, dado que no es frecuente que los expertos humanos conozcan las técnicas y lenguajes utilizados en estos programas, así como facilitar y optimizar la realización de estos sistemas expertos, actúan como intermediarios unos especialistas denominados INGENIEROS DE CONOCIMIENTO, los cuales sirven de enlace entre el experto humano y el ordenador con objeto de transcribir de modo eficiente el razonamiento lógico y el conocimiento.

Para la resolución de los problemas el sistema experto necesita además del proceso de razonamiento, todos los datos específicos del problema, así como todos los del entorno en que dicho problema se encuadra y que el experto humano utiliza normalmente para su resolución. El conjunto de todos estos datos, que constituyen una verdadera base de datos especializada, que se denomina BASE DE HECHOS, mientras que el conjunto de objetos, reglas y deducciones necesarias constituyen la BASE DE CONOCIMIENTO del *sistema experto.*

Los sistemas expertos van a representar en un futuro inmediato, un avance enorme en los sistemas de gestión en general, ayudando al usuario en el proceso de toma de decisiones. En primer lugar, la intervención de los mejores especialistas o expertos humanos en la construcción de estos sistemas asegura que este proceso de obtención de la solución más adecuada en cada caso, se realice considerando y analizando todas las técnicas, alternativas, programas, modelos de simulación y en su caso consultas aconsejables. En segundo lugar, la potencia de estos sistemas en la exploración de soluciones alternativas por sí mismos o mediante la utilización de programas informáticos auxiliares (submódulos, modelos, etc.) representa una ventaja inestimable.

Al igual que en otras especialidades la utilización de los sistemas expertos en la Agricultura, tiene unas posibilidades considerables. El papel que esta nueva técnica puede tener en la *transferencia de tecnología al agricultor* puede llegar a ser revolucionario. De hecho, es en el campo agrícola, con un gran número de usuarios y un limitado número de expertos, donde la utilización de los sistemas expertos puede tener una mayor eficacia. Los *sistemas expertos* pueden constituir un medio ideal, complementario de otros, para la *comunicación de conocimientos al agricultor,*

que se vería mejorada extraordinariamente no sólo por el acortamiento del plazo de tiempo necesario para llevar las nuevas técnicas a la práctica, sino también por la importante reducción del coste que se obtiene, ya que se vería muy reducida la necesidad de especialistas para asesoramiento directo al agricultor. Por otra parte, en la construcción de estos sistemas se ponen de manifiesto *lagunas de conocimiento práctico,* que resulta esencial conocer para establecer las acciones adecuadas que permitan obtener la información correspondiente, la cual determinará una mayor eficacia y productividad. Lo mismo puede decirse de las bases de datos específicas que generalmente requieren los sistemas expertos para «conocer» las características del entorno y los medios técnicos disponibles para cada caso. Se trata de las mismas bases de datos para consulta ya citadas anteriormente.

Los sistemas expertos susceptibles de utilizarse en Agricultura pueden tener características muy diferentes. Puesto que son muchos los campos agrícolas en los que éste asesoramiento es necesario, los sistemas pueden desarrollarse mediante módulos separados e independientes, que traten problemas concretos (semillas, fertilización, plagas, herbicidas, riego, etc.), pero susceptibles de integrarse de modo que puedan utilizar la misma base de datos. Esto tiene no sólo la ventaja de disponer de varios sistemas expertos que se sirven de la misma información de base, sino que también pueden beneficiarse mutuamente utilizando las recomendaciones obtenidas por un determinado sistema experto como información de base de otros expertos.

De acuerdo con lo anterior pueden distinguirse dos tipos principales de sistemas expertos en el campo agrícola:

Sistemas expertos temáticos.— Permiten realizar recomendaciones concretas dentro de cada especialidad con datos reales de la explotación agraria o con datos aproximados de la zona disponibles en base de datos.

Sistemas expertos integrados.— Proporcionan recomendaciones específicas para un determinado cultivo en varias especialidades de forma coordinada y siguiendo el desarrollo real del mismo en una explotación concreta. Ello se consigue con la integración de diferentes módulos de sistemas expertos temáticos en torno a un sistema de simulación de desarrollo del cultivo.

Como se dijo anteriormente, la utilización de los modelos de simulación resulta complicada incluso para los técnicos agronómicos que no han participado o no han sido entrenados en los mismos. La nueva técnica de los sistemas expertos viene a solucionar estas dificultades haciendo accesibles estos modelos no sólo a los técnicos sino también a usuarios no especialistas.

En efecto, los sistemas expertos toman el papel de intermediarios entre el usuario final y el modelo, sustituyendo en esta función a los expertos de las diferentes disciplinas necesarias. El sistema experto se ocupa tanto de requerir al usuario los datos necesarios para utilizar el modelo, comprobando que son correctos al mismo tiempo que se introducen, como de la interpretación de los resultados. También se ocupa de lanzar todos los subprogramas o submodelos que se requieran para alcanzar el objetivo deseado. Los defectos, falta de datos e incoherencias que en cada caso puedan producirse se ponen en evidencia por el sistema experto.

De este modo, es posible dar recomendaciones mucho más precisas y adaptadas a las condiciones reales de desarrollo del cultivo hasta el momento en que se hace la recomendación y teniendo en cuenta las condiciones previsibles hasta la terminación del ciclo vegetativo.

Por otra parte, la integración de diversos módulos permite dar recomendaciones más completas al operar con diferentes disciplinas bien relacionadas en un mismo entorno.

El desarrollo, mantenimiento y explotación de estos sistemas expertos agrícolas debería estar, en la mayor parte de los casos, bajo control oficial, ya sea nacional o autonómico. Esto se debe tanto al carácter de servicio público que pueden tener algunas aplicaciones, como a la importancia que tiene la fiabilidad de los datos para el resultado y eficacia de las recomendaciones. Por otra parte, sólo las instituciones oficiales pueden tener la capacidad necesaria para establecer programas sistemáticos para recabar y la información que falta tanto en las bases de datos como en las de conocimiento, lo que como se ha visto es determinante para la eficacia de los sistemas expertos. Además, la dimensión y la posibilidad de integrar estos sistemas con otras aplicaciones y otras técnicas como teledetección soportan aún más esta necesidad.

LOS SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO AGRICOLA

Los primeros sistemas expertos desarrollados en especialidades agrícolas datan de 1986-87, tratándose en la mayoría de los casos de prototipos o modelos sencillos en fase de experimentación. Sin embargo, a pesar de esta corta experiencia, los resultados obtenidos, en la mayoría de los casos, han sido altamente positivos. Así, en muchos casos se ha podido comprobar que los sistemas expertos daban resultados o recomendaciones en consonancia con las realizadas por los especialistas de la zona e incluso mejoradas. Como ejemplo, una evaluación amplia de los resultados prácticos de un sistema experto daban resultados o recomendaciones en consonancia con las realizadas por los especialistas de la zona e incluso mejoradas. Como ejemplo, una evaluación amplia de los resultados prácticos de un sistema experto en relación con el cultivo del algodón, utilizado en 170 explotaciones agrícolas de Estados Unidos durante 1987-1988, ha permitido determinar un aumento significativo del rendimiento económico obtenido por hectárea en dicho cultivo.

Naturalmente, la principal dificultad en la implantación de estos sistemas es la necesidad de su validación en la práctica real de las explotaciones, agrícolas, lo que requiere un período de cuidadoso calibrado, tras su creación y desarrollo. Este calibrado o chequeo es obligado también para todos los parámetros, programas y modelos de simulación que utiliza el sistema experto, ya que, al igual que el experto humano, los resultados obtenidos dependerán siempre de la bondad y validez de los datos utilizados, sin perjuicio de que el sistema sea capaz de detectar determinadas incoherencias.

Como se ha dicho anteriormente, existen ya, aunque en número muy escaso a nivel mundial, especialmente en Estados Unidos, algunos sistemas expertos que se están empezando a utilizar para establecer recomendaciones de riego, fertilización, tratamientos químicos, etc., bien en un determinado cultivo (algodón, viña, soja, etc.) o bien de uno de estos temas para varios cultivos de una determinada zona.

La mayor parte de los sistemas expertos desarrollados hasta ahora corresponden a prototipos realizados en universidades americanas. En Europa solo cabe citar unos pocos ejemplos, entre los que hay que citar algunos diseñados en España por el autor sobre fertilización y otros sistemas. De hecho, en varias Comunidades Autonómicas se han iniciado programas para la elaboración de sistemas expertos de diversas especialidades aprobados por la CEE. Los más adelantados son los de las Comunidades de Andalucía y Extremadura para recomendación sobre fertilización que están en periodo de implantación en su primera fase, que comprende las principales áreas agrícolas de dichas Comunidades.

MEDIOS DE ACCESO DEL AGRICULTOR A ESTOS SISTEMAS

Actualmente, con los medios existentes de comunicaciones e informáticos, este aspecto, que tiene también gran importancia para el éxito del ciclo completo de transferencia de tecnología al agricultor,

no debe suponer mayor dificultad, aunque sí un coste elevado. Se trata de poner al alcance del agricultor, en su entorno geográfico, los medios que le permitan acceder de forma sencilla y rápida a la información que necesite en cada momento. En principio, basta con un simple ordenador personal dotado con una tarjeta de comunicaciones para poder consultar las bases de datos, los sistemas expertos e incluso disponer de programas de gestión específicos. Sin embargo, esto que puede ser posible para algunos agricultores y empresas agrícolas, no es el medio adecuado para la generalidad de los agricultores. Por una parte el manejo de los ordenadores y terminales requiere un mínimo de aprendizaje y por otra la utilización de los sistemas expuestos exige al menos inicialmente una cierta ayuda técnica.

La introducción progresiva de estos sistemas a través de diferentes canales, cada vez más cercanos al agricultor, permitirá acelerar este proceso y la utilización masiva de estas técnicas. De hecho, en la actualidad ya se están preparando diferentes informaciones que son proporcionadas al agricultor mediante el *videotext*, por la red IBERTEXT (precios, climatología, avisos de plagas, productos, etc.).

Así pues, los canales o medios más idóneos para llegar con la información al agricultor se pueden concretar en dos grupos:

a) CENTROS U OFICINAS DE INFORMACION

Se tratará de centros oficiales o privados en los que se utilizarán los sistemas descritos, siendo deseable que éstos estén controlados o hayan sido homologados por las Comunidades Autónomas para garantizar su actualización, fiabilidad, adecuación a la normativa legal de los productos, etc. De hecho, ello es perfectamente posible desde el momento en que las Comunidades Autónomas, como las citadas anteriormente, desarrollen sus propios sistemas de bases de datos y sistemas expertos, los cuales manteniéndose actualizados y en continuo desarrollo, puedan ser consultados desde cualquier ordenador personal. Además de estos sistemas más o menos centralizados, es posible pensar en aplicaciones locales, que obtenidas del sistema general puedan ser más fáciles de utilizar determinadas áreas.

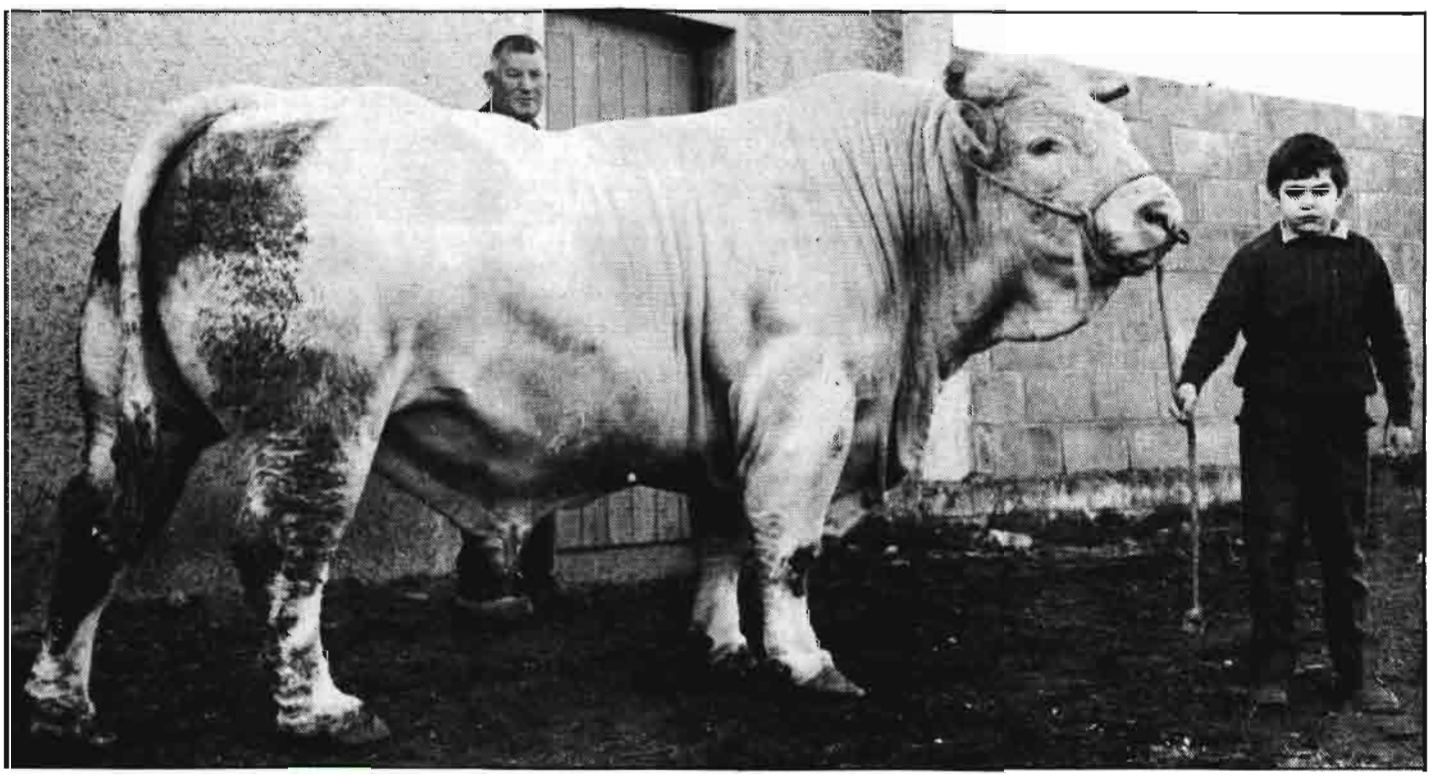
Entre estos centros de información podrían contarse:

- —SERVICIOS DE EXTENSION AGRARIA
- —COOPERATIVAS
- —ASOCIACIONES AGRARIAS
- —ORGANIZACIONES COMERCIALES, ETC.

b) CANALES GENERALES DE INFORMACION

Las redes de información como la anteriormente citada del videotexto, pueden prestar un servicio muy eficaz en esta transferencia de tecnología, especialmente en un futuro próximo en el que pueda ser más interactivo, permitiendo la conexión directa con los sistemas especializados de consulta.

Conclusión

Sólo con la utilización de todas estas técnicas de modo intensivo por los diferentes Organismos centrales y autonómicos, será posible acortar el plazo de puesta al día en las diferentes técnicas agrícolas, así como lograr obtener la información precisa para que el agricultor pueda acometer con probabilidades de éxito la tarea de conseguir una agricultura española competitiva y limpia.

Por otra parte, también será posible mejorar cualitativamente y avanzar tecnológicamente, en otras aplicaciones básicas para la planificación y establecimiento de las nuevas políticas agraria en línea con la Política Agraria Comunitaria. Con las bases de datos a nivel geográfico, la utilización de los satélites ligeros que permitan recoger información de modo frecuente y de alta resolución tratada con procesos inteligentes y los sistemas expertos integrados, que faciliten un asesoramiento dinámico y a nivel local, es posible cubrir con holgura los objetivos ambiciosos que exige el desafío del futuro de nuestra Agricultura.