

Revisión bibliográfica IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA AGRICULTURA

Adriana Pérez[✉], M. Milla y M. Mesa

ABSTRACT. Agriculture at a world-wide level has been influenced by the new technological paradigm; that is why it has been favored with the enormous advances of introducing computer science resources. The use of Information Technologies (*IT*) has changed considerably, for good, the way how agriculturists, researchers and all the agricultural sector work. The present bibliographic review approaches different aspects related to the origin and diffusion of *IT* and its impact on agriculture.

Key words: information technologies (*IT*), internet, informatics, agriculture, agromatics

RESUMEN. La agricultura a nivel mundial ha sido influida por el nuevo paradigma tecnológico; por lo que se ha favorecido con los enormes avances de la introducción de los recursos informáticos. La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (*TIC*) ha cambiado considerablemente, para bien, el modo de trabajo de agricultores, investigadores y de todo el personal en el sector agrícola. La presente reseña bibliográfica aborda diferentes aspectos relacionados con el surgimiento y la difusión de las *TIC* y el impacto que ellas han originado en la agricultura.

Palabras clave: tecnologías de la información y la comunicación, internet, informática, agricultura, agromática

INTRODUCCIÓN

Estamos viviendo un profundo proceso de transformación social, que modifica tanto los modos de producción como las relaciones sociales, la organización política y las pautas culturales (1). Desde finales del siglo XX, la Informática se ha convertido en una de las herramientas más importantes en el desarrollo de la sociedad, teniendo entre sus factores clave la información, cómo obtenerla y utilizarla.

El término Informática proviene de la contracción de la palabra INFORmación y autoMÁTICA. Está definida como el conjunto de técnicas y métodos científicos, que se ocupan del tratamiento automático de la información, entendida esta como el soporte de los conocimientos y la comunicación del hombre.

Ms.C. Adriana Pérez, Investigador Agregado y M. Mesa, Especialista del Departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba; Dr.C. M. Milla, Profesor del Instituto Universitario de Tecnología de Yaracuy, Venezuela.

✉ adriana@inca.edu.cu

La informática combina los aspectos teóricos y prácticos de la ingeniería, electrónica, teoría de la información, matemáticas, lógica y comportamiento humano. Los aspectos de la informática cubren desde la programación y arquitectura informática hasta la inteligencia artificial y robótica. Dados los últimos avances tecnológicos, se ha permitido incorporar a esta la TV, el video, la radio, las telecomunicaciones y el teléfono, entre otros (2). Su fin es mejorar la eficacia y eficiencia donde sea utilizada.

La informática ha modificado nuestra vida cotidiana, la forma de ver el mundo, de comprender el universo y relacionarlos con él. Incluso, podemos afirmar que apenas alcanzamos a vislumbrar el amplio ámbito en el cual encuentra, y seguramente encontrará, aplicación esta tecnología. Sin embargo, desde ahora se aprecia su función como herramienta estratégica para el desarrollo de la sociedad, como instrumento poderoso para hacer más eficientes y competitivos a los diferentes tipos de usuario (3).

En las discusiones acerca del futuro de la sociedad, existe un consenso relativamente general en reco-

nocer el papel central que tendrán el conocimiento y la información, tanto en los niveles de competitividad económica como en la organización política y cultural. Este nuevo papel del conocimiento y de la información en la determinación de la estructura de la sociedad obviamente, está vinculado al surgimiento de las *TIC*. Su desarrollo y generalización han provocado un cambio social y cultural. La utilización de estas tecnologías ha modificado nuestras categorías de tiempo y espacio, y nos ha obligado a redefinir incluso el concepto de realidad, a partir de la posibilidad de construir realidades "virtuales". Estas tecnologías tienen una importante potencialidad de cambio para el ser humano y la sociedad, porque permiten acumular enormes volúmenes de información, con fácil acceso, disposición, intercambio y transformación de ella, además brindan la posibilidad de transmitir dicha información en forma inmediata y permiten superar los límites físicos y espaciales para la comunicación (1, 4, 5).

En todos los sectores de actividad, se viene considerando a la informática como la palanca de cam-

bio que puede conducir a una situación nueva, en la que el hombre se vea liberado de la realización de tareas repetitivas y asistido en la ejecución de trabajos que requieran la aportación de una cierta inteligencia o saber hacer. El sector agrario no es ajeno a esta revolución y se cuenta con suficientes realizaciones concretas, como para poder afirmar que pronto se generalizará el uso de la informática en la agricultura. La informática dio un giro fundamental al modo de trabajar y a la eficacia de los organismos y empresas que la adoptaron; es lógico pensar que esa informática, presentada ahora bajo la forma de nuevos equipos y nuevas aplicaciones, afectará profundamente la manera de trabajar del agricultor, mejorando la eficacia de su actividad, y de las entidades y organismos que le prestan servicios (6).

Acerca de las TIC. Con la década de los ochenta, emergen las TIC en los países industrializados más avanzados. Sobre este significativo fenómeno tecnológico arranca la configuración de una nueva estructura social y, en términos generales, un nuevo tipo de sociedad a la que se le denomina con la etiqueta de *Sociedad de la Información*. Con esta denominación quiere señalarse que el proceso de cambio no se reduce únicamente al ámbito económico o tecnológico, sino que se expande en el conjunto de dimensiones sociales, culturales y políticas que conforman la sociedad como un todo. Así pues, la *Sociedad de la Información* constituye un nuevo modo de desarrollo y estructuración social, basada en la nueva matriz tecnológica que constituyen las TIC (7).

TIC: Cuando unimos estas tres palabras hacemos referencia al conjunto de avances tecnológicos que nos proporcionan la informática, las telecomunicaciones y tecnologías audiovisuales, que comprenden el desarrollo relacionado con las computadoras, Internet, el teléfono, los satélites, la telefonía móvil, los «mass media» (televisor, radio, etc.), las redes, aplicaciones multimedia y la realidad virtual. Estas tecnologías básicamente nos proporcionan informa-

ción, herramientas para su proceso y canales de comunicación. O sea, este término incluye el conjunto de infraestructuras físicas de las redes de telecomunicaciones y las tecnologías que incorporan para su funcionamiento en los diferentes servicios que soportan. Las TIC son incuestionables y están ahí, forman parte de la cultura tecnológica que nos rodea y con la que debemos convivir (8, 9).

Algunos han sintetizado las características más distintivas de las TIC en rasgos tales como: inmaterialidad, interactividad, instantaneidad, innovación, elevados parámetros de calidad de imagen y sonido, digitalización, influencia sobre los procesos más que sobre los productos, interconexión y diversidad. Ellas son capaces de generar y procesar información, facilitando el acceso a grandes volúmenes de datos y, en períodos cortos, presentan al usuario códigos lingüísticos diferentes, y transmiten información a destinos lejanos con costos cada vez menores y en tiempo real (10).

El paradigma de estas tecnologías son las redes informáticas. Formando redes, las computadoras no solo sirven para procesar información almacenada en soportes físicos en cualquier formato digital, sino también como herramientas para acceder a información, recursos y servicios prestados por computadoras remotas, como sistemas de publicación y difusión de la información, y como medio de comunicación entre los seres humanos (10).

Sus principales aportaciones a las actividades humanas se concretan en una serie de funciones, que nos facilitan la realización de nuestros trabajos, porque, sean estos los que sean, siempre requieren una cierta información para realizarlo, un determinado proceso de datos y a menudo también la comunicación con otras personas; y esto es precisamente lo que nos ofrecen las TIC (8):

- ⇒ Fácil acceso a todo tipo de información, sobre cualquier tema y en cualquier formato (textual, icónico, sonoro), especialmente a través de la televisión e Internet, pero también mediante el acceso a las nu-

merosas colecciones de discos en soporte CD-ROM y DVD.

- ⇒ Instrumentos para todo tipo de proceso de datos. Los sistemas informáticos, integrados por computadoras, periféricos y programas, nos permiten realizar cualquier tipo de proceso de datos de manera rápida y fiable: escritura y copia de textos, cálculos, creación de bases de datos, tratamiento de imágenes. Existen programas especializados: procesadores de textos, editores gráficos, hojas de cálculo, gestores de bases de datos, editores de presentaciones multimedia y de páginas *Web*.
- ⇒ Automatización de tareas, mediante la programación de las actividades que queremos que realicen las computadoras, que constituyen el cerebro y el corazón de todas las TIC.
- ⇒ Canales de comunicación inmediata, sincrónica y asíncrona, para difundir información y contactar con cualquier persona o institución del mundo mediante la edición y difusión de información en formato *Web*, el correo electrónico, los servicios de mensajería inmediata, los foros telemáticos y las videoconferencias.
- ⇒ Almacenamiento de grandes cantidades de información en pequeños soportes de fácil transporte (discos, tarjetas, redes).
- ⇒ Interactividad. Las computadoras nos permiten «dialogar» con programas de gestión, materiales formativos multimedia y sistemas expertos específicos.

El ejemplo por excelencia de las redes informáticas es Internet: una red de redes que interconecta a millones de personas, instituciones, empresas, centros educativos y de investigación de todo el mundo (10).

Internet (INTERconnected NETWORKS) es el medio de comunicación que más rápidamente ha crecido y se ha introducido en la mayoría de los ámbitos de nuestra sociedad. Tuvo su origen en un proyecto que se inició en el departamento de defensa de los Estados Unidos para crear un sistema de comunicación

alternativo, con fines estratégico-militares: ARPANET (ARPA son las siglas en inglés de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada y NET significa red en este mismo idioma). Las normas o protocolos que estas computadoras utilizan para comunicarse se conocen como protocolos TCP/IP (*Transfer Control Protocol/Internet Protocol*). La filosofía era que cada computadora en la red pudiera comunicarse con otra en iguales condiciones, y sin que importaran las diferencias entre ambas, o sea, sin más limitación que la velocidad a la que se transmite. La utilidad del sistema hizo que se difundiera entre la comunidad de investigadores y, posteriormente, se agregaron numerosas firmas comerciales, lo que generó la creación de pequeñas redes interconectadas, dando lugar, a finales de los años ochenta, a esta popular Red de Redes, que ha facilitado en gran medida la búsqueda, creación y transferencia de información en tiempo real (11, 12, 13, 14).

La llegada de Internet a todos los ámbitos de la sociedad ha provocado numerosas transformaciones, unas evidentes y otras sutiles; unas deseadas y otras no, y que afectan a las bases socio-económicas, organizativas y conceptuales. Desde la década de los noventa, Internet se convirtió en una herramienta fundamental de comunicación, información e integración, que permite a los usuarios ahorrar tiempo y dinero, además de tener a su alcance todos los productos y servicios que requieran sin fronteras de espacio o tiempo (12, 13, 14).

Conocida también como la Red, Net, Web, Carretera o Autopista de la Información o Ciberespacio; Internet es la red más grande que existe, puesto que conecta a computadoras de todo el mundo. Puede ser considerada como la biblioteca más grande del mundo, por la cantidad de información que pone a disposición de los usuarios. No toda esta información es útil, de hecho es tanta y tan diversa que es imposible verla toda. Pero a pesar de esto, en nuestros días, Internet es un medio universal de comunicación y búsqueda de información a bajo costo (15, 16).

Entre los principales servicios ofrecidos por Internet se encuentran (17, 18):

- * El correo electrónico y la *World Wide Web (WWW)* son los más utilizados. De hecho, la cantidad de información que reúnen las páginas *Webs* y su facilidad de acceso han provocado el gran éxito de Internet. La alta demanda de las *WWW* es en gran medida debido a que permiten el acceso a los demás servicios ofrecidos por Internet a través de sencillos enlaces.
- * *File Transfer Protocol (FTP)* o protocolo de transferencia de ficheros, es la herramienta que nos permite copiar ficheros entre ordenadores conectados a la red.
- * Telnet: Permite conectarse a una computadora remota, de forma que se pueden ejecutar programas contenidos en este.
- * Grupos de noticias: Son foros de debates mundiales, en los que las personas interesadas pueden discutir acerca de cualquier tema.
- * Listas de distribución: Una lista de distribución es un sistema que permite la distribución de mensajes a un conjunto de personas interesadas en un tema concreto.
- * Mensajería instantánea: Es la posibilidad de establecer comunicación en directo entre individuos
- * El servicio de directorio; las teleconferencias, el e-commerce (comercio electrónico); los boletines electrónicos, las bibliotecas en línea, búsquedas y consultas de información, los libros y revistas electrónicas profesionales, el e-learning (aprendizaje a través de medios electrónicos); la educación a distancia tanto de grado, como de posgrado, maestrías y doctorados.

Es incuestionable que Internet es una herramienta poderosísima como medio de comunicación, fuente de información y lugar donde publicar nuevos contenidos y conocimientos; todo ello implica una nueva forma de construcción y generación del conocimiento. El futuro está muy relacionado con lo que Internet representa y con el uso que se le dé, la agricultura no puede quedarse atrás.

APLICACIONES DE LAS TIC A LA AGRICULTURA

En los inicios de este nuevo siglo, todas las ciencias se han visto influidas por el impacto de las *TIC* en el desarrollo de los procesos que le son inherentes. La ciencia agronómica y la agricultura no son la excepción, y se han beneficiado por los enormes avances de la inclusión de los recursos informáticos en los diferentes procesos y aplicaciones directas de sus principios (19).

Aparentemente, las *TIC* son demasiado sofisticadas para ser aplicadas en labores que tienen que ver más con la tierra, el clima, el trabajo físico o la naturaleza. Nada más errado. El trabajo agrícola mayormente se lleva a cabo individual o colectivamente a menor escala en comunidades alejadas unas de otras y de las ciudades, lo cual las mantiene en constante carencia de información y de vías de comunicación que facilite sus labores, mejore sus procesos o capacidades de operación y negociación con el resto del país o el exterior (20). Las *TIC* están cambiando la manera en que el mundo opera, incluyendo la manera en que se practica la gestión agrícola y de los recursos naturales. Ellas cambian la gestión del conocimiento y juegan un papel decisivo en el trabajo de redes, y en la resolución rápida de problemas. Aún en los países más pobres están impulsando el cambio del conocimiento agrícola y de los sistemas de información (21).

En general, este uso obedece al hecho de dar un giro al modo de trabajar y hacer más eficiente las labores o servicios, ya sea usando nuevos equipos o aplicaciones. Las *TIC* están logrando cambios profundos en la manera de trabajar los agricultores (19).

La información procesada por una computadora puede ser muy variada. Las empresas generan grandes cantidades de información, la cual debe ser veraz, objetiva y precisa. Se requiere, entonces, de una forma fácil y eficiente de clasificar, ordenar, verificar y obtener la información. Esto ayuda a la empresa en la toma de decisiones, posibilitando

obtener decisiones de mayor calidad y en corto plazo.

Las computadoras pueden utilizarse en la resolución de cálculos matemáticos, para almacenar y recuperar grandes volúmenes de información en bases de datos, automatizar trámites característicos de cualquier empresa: contabilidad, facturación, control de existencia y nóminas, para procesar textos, planillas de cálculos. El contar con una red de computadoras permite proporcionar el servicio de correo electrónico, logrando establecer contactos con empresas de cualquier parte del mundo, compartir recursos en la red (torres de discos, impresoras, *scanner*, etc), así como poder acceder a Internet desde varias computadoras.

Las aplicaciones informáticas han sido específicamente desarrolladas para un caso en particular y resolver las necesidades del usuario del sistema.

De acuerdo al interés expresado por los agricultores, entre las tareas propias de la agricultura que pueden ser objetos de aplicaciones de informática están (19):

- ✿ Consejos técnicos de cultivo: emplear *software* para la resolución de interrogantes concretas sobre la práctica de cultivos: preparación de suelos, sistema de riego, determinación de ataques de plagas y enfermedades.
- ✿ Contabilidad, precios de mercado, cálculo de inversiones, inventario y movimiento, cálculo de insumos agrícolas, etc.
- ✿ Información y administración fiscal.
- ✿ Planificación y manejo de cultivos: selección de áreas de cultivos, proyección de fechas de siembra.
- ✿ Cálculo de dosis de plaguicidas: calcular dosis por unidad de área, recomendaciones para su aplicación.
- ✿ Meteorología local: Llevar registros diarios, mensuales, anuales de lluvias, precipitaciones, humedad relativa, radiación y otras medidas meteorológicas de suma importancia en la producción agrícola.

Paralelamente a las aplicaciones directamente relacionadas con programas informáticos, desde hace mucho tiempo se vienen desarrollando otras aplicaciones de la informática (en tiempo real), que tienen como

finalidad la automatización de operaciones hechas hasta ahora manualmente, como pueden ser el inicio o la terminación del riego en las parcelas, la apertura o el cierre de ventanas de un invernadero, etc (22).

En suelos, la aplicación de la informática es cada vez más intensa, por lo que su utilización debe ser considerada herramienta indispensable en las acciones de una unidad operativa en ciencia del suelo (23). Hasta hace poco tiempo, cuando se analizaba el suelo de una parcela, se tomaba una «muestra representativa» mientras se caminaba sobre ella. Pero esto no reflejaba lo que sucedía realmente en el terreno, ni siquiera en parcelas muy homogéneas. La Agricultura de Precisión (AP) abarca un conjunto de tecnologías, que permiten dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado en los aspectos económico, productivo y ambiental. Por medio de los adelantos tecnológicos, hoy somos capaces de aplicar al terreno este tratamiento diferencial, pudiendo conocer la variabilidad de parámetros del suelo como pH, materia orgánica, fósforo y potasio, junto con la posición exacta de las maquinarias durante su recorrido por el campo (24).

En su sentido más amplio, la AP podría definirse como el uso de las llamadas *TIC* para la toma de decisiones de manejo técnica, económica y ambientalmente adecuadas. Entre las principales tecnologías involucradas en AP, se pueden mencionar: Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sensores directos y remotos y maquinarias y equipos especializados, entre otras (25).

La AP vino a proporcionar una forma de automatizar el manejo sitio-específico usando la informática; por lo tanto, haciendo que el manejo sitio-específico pudiera tener una aplicación práctica en la agricultura comercial. La AP incluye todas las prácticas de producción agrícola que usan la informática para ajustar el uso de insumos, de modo tal que permita obtener el producto deseado, o para monitorear dicho resultado (por ejemplo, la aplicación con dosis

variables, los monitores de rendimiento, los sensores remotos, etc.) (26).

Por su parte, la tecnología de los SIG ha surgido de avances recientes relacionados con la fusión de técnicas de computación gráfica y de manejo de bases de datos. Esencialmente es un sistema de *hardware/software* diseñado para almacenar, conservar, analizar y desplegar datos geográficamente referenciados. La cantidad y el tipo de información procesada por un SIG es mucho mayor que la contenida en gráficos o tablas corrientes. Ayuda a la planificación y administración de los recursos de una manera ágil, eficiente y relacionada. Empleando un SIG se puede evitar por otra parte acumular documentos en las oficinas, lo que contribuye a mantener un ambiente de trabajo más eficiente (27).

En una definición más simple: «los SIG son una base de datos georreferenciada». Están formados por tres componentes: *hardware*, *software* y personas. Cada uno de estos es indispensable para poder organizar e interpretar la información entregada por sensores, GPS, etc (28). Entre las más importantes funciones de un SIG están: superposición y despliegue de mapas, modelado de datos, actualización de la información y presentación de datos en tablas, entre otras (27, 29).

El componente principal del flujo de información dentro de la AP es el llamado Sistema de Información de Gestión, que no es más que un sistema integrado que engloba al conjunto de programas *softwares* empleados en la AP: *software* para la elaboración de mapas, herramientas de interpretación con filtros expertos, base de datos con información espacial, herramientas de modelado, SIG, sistemas expertos de inteligencia artificial y *software* de procesamiento de imágenes. Su objetivo es suministrar ayuda en la toma de decisiones, que conduzca a un incremento de la productividad agrícola (29).

Debido a que cada explotación agropecuaria es diferente, los Sistemas de Información deben ser configurados a la medida de cada agricultor. Su uso permite presentar mapas, combinando varias capas, mostrando así la interacción entre cose-

chas, características topográficas y propiedades del suelo. De esta forma, el agricultor puede observar la variabilidad en sus parcelas y obtener una mejor comprensión de qué zonas son más productivas que otras (29).

Sin duda, incorporar estas nuevas tecnologías no es fácil. Es necesaria mucha capacitación y vencer las barreras de resistencia a este nuevo conocimiento y a todo el cambio que significa en los procesos de trabajo (20).

Los agricultores que, estando orgullosos de trabajar en el sector más antiguo de la actividad cultural humana, se sienten capaces de sintonizar los avances tecnológicos, son los que dan pie a que pueda hablarse con toda propiedad de Informática y Agricultura, hasta el punto que haya una palabra que une ambos términos indisolublemente: la AGROMÁTICA (30).

La Agromática es el término que se refiere a la disciplina que hace uso de las herramientas informáticas, para optimizar los beneficios de la explotación del sector agropecuario, proporcionando nuevas herramientas de apoyo, para áreas tan diversas como por ejemplo: la docencia, la investigación, la extensión, la producción y el proceso de toma de decisiones. No es más que la aplicación de los principios y técnicas de la informática a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los agrosistemas, con el objetivo de servir como apoyo operativo en el diagnóstico de los problemas y en el diseño y la evaluación de alternativas de solución. Nació de la síntesis de varias disciplinas: del Enfoque de Sistemas con su integración conceptual, la Matemática con su unificación de conceptos mediante un código uniforme y operable, y de la Informática, que posibilita la realización de gran cantidad de operaciones lógico-matemáticas sobre grandes volúmenes de información (fácilmente almacenados, recuperados y transmitidos) en muy poco tiempo (30, 31).

La Informática ha pasado a ser un recurso que, bien explotado por las ciencias agropecuarias, puede convertirse en un factor crítico, para un nuevo impulso en el desarrollo del

sector agropecuario de cualquier país. La Agromática pretende poner a disposición del profesional agropecuario una serie de instrumentos que la informática moderna le ofrece, para mejorar y facilitar los servicios que brindan su especialización (31).

Actualmente, se han desarrollado numerosos proyectos *TIC* aplicados a la agricultura que asumen disímiles objetivos (32):

- ↳ Creación de Portales en Internet usados para múltiples fines, como dar una orientación sobre los precios actuales locales e internacionales, indicar planes de desarrollo local y regional, ofrecer instrucción y orientación sobre tecnologías modernas, convencionales y tradicionales.
- ↳ Educación y entrenamiento del personal vinculado a la agricultura.
- ↳ Redes que promueven el intercambio a nivel internacional de información, entre organizaciones gubernamentales, ONG, redes, personas naturales y centros de investigación agrícola.
- ↳ Entre otros.

INTERNET, UNA PRESTACIÓN AL SERVICIO DE LA AGRICULTURA

Internet permite tanto a investigadores como agricultores, el acceso a novedades de una gran diversidad de temas, dándoles al mismo tiempo la oportunidad de disponer de un medio donde poder comunicar sus inquietudes y/o contribuciones sobre el tema. El tiempo que transcurre desde que el investigador crea un nuevo conocimiento y se divulgue al mundo disminuye considerablemente con el uso de Internet.

Internet es una herramienta valiosa para el mercadeo de cultivos y la revisión de condiciones climáticas. Posee un sinnúmero de bondades para usarlas en explotaciones agrícolas. De todas ellas, probablemente el acceso a redes nacionales, internacionales y mundiales de información agrícola sobre mercadeo quizás sea la más importante. Este acceso puede orientar los canales de comercialización y el establecimiento

de nuevos contactos de ventas, sin necesidad de usar intermediarios (19).

La aplicación más común de las *TIC* en la agricultura es la creación de servicios de información a través de páginas *Web* especializadas. Noticias, consejos prácticos, reportes de clima, resultados de investigaciones, precios de productos, cotizaciones, son solo algunas de las secciones predilectas en estos sitios de Internet, que vienen siendo impulsados por los gobiernos y por organizaciones que estudian el tema. La información a la que puede acceder un agricultor le permite hacer una planificación estratégica de sus refuerzos, reducir sus costos, mejorar sus negociaciones colectivas, capacitarse en línea, dar a conocer sus productos, expresar sus posturas en la formulación de leyes y reglamentaciones que les afecten, hacer conocimiento público sus necesidades locales y sus proyectos, y hasta contribuir en la investigación agrícola (20).

El correo electrónico es muy utilizado para la comunicación en Internet, permite mantener la comunicación y el contacto entre equipos de trabajo.

Mediante el uso de Internet, el agricultor puede obtener información de último momento sobre todos los aspectos agrícolas; ofrece una nueva fuente para el sector agroalimentario, tanto como lugar de mercado como recurso informativo. El acceso a Internet permite obtener información sobre (3, 33):

- ➔ recogida, almacenamiento y elaboración de datos procedentes de investigaciones de tipo socio económica;
- ➔ obtener catálogos actualizados de maquinaria agrícola, equipo y piezas;
- ➔ previsión de cosechas y precios actuales de materias primas y productos agrario en diferentes mercados;
- ➔ pesticidas adecuados para diferentes plantas, según el tipo de suelo, clima, etc.;
- ➔ características de variedades de plantas y resultados de campos de ensayos de estas en diferentes regiones;

- informaciones técnicas de enfermedades y malas hierbas;
- información meteorológica por zonas, haciendo un seguimiento de esta información;
- últimas investigaciones sobre la calidad de semillas, informarse del suministro de semillas y fertilizantes;
- desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas;
- obtener información del resultado de las subastas, leer prensa especializada y obtener análisis y previsiones generales de la orientación de cada sector;
- estar informado del servicio logístico, de transporte y almacenamiento disponible en el mercado;
- intercambiar opiniones y experiencias con agricultores y otros expertos de distintas regiones (a través de los foros de discusión para encontrarse con otros agricultores) y
- mejorar el diálogo directo con la sociedad mediante la venta de productos a través de Internet.

Asimismo, en Internet existen numerosas páginas *Web*, donde puede disponerse de información substancial tanto para investigadores como agricultores, por ejemplo: consultar bases de datos sobre los extensos recursos fitogenéticos (yuca, frijol, forrajes tropicales, papa, entre otros) conservados en bancos de germoplasma; en algunas ocasiones pueden solicitarse muestras de este germoplasma, el cual en determinadas oportunidades está disponible en forma gratuita. Contactar a mejoradores del centro propietario del *Web*. Consultar catálogos de productos electrónicos e imprimir productos que contienen herramientas útiles, métodos y otra información pertinente al mejoramiento de cultivos y al manejo de los recursos naturales. Se pueden descargar archivos completos, que contienen el texto completo de publicaciones y documentos recientes. Acceder a catálogos en línea, revistas electrónicas, bases de datos agrícolas y otros servicios, como búsquedas bibliográficas.

La formación en Internet no debe limitarse al uso de esta herramienta, con el objeto de gestionar mejor y de un modo más eficiente la explotación, sino que Internet es una

herramienta que ofrece al agricultor una amplia gama de servicios informativos que, en última instancia, ofrecen una mejor perspectiva del mercado y de su propio negocio. Como resultado, el agricultor se hace más flexible a la hora de hacer planes y está más en consonancia con las fuerzas de mercado. A corto plazo, Internet sirve como indicador de los precios del mercado donde se va a vender el producto, pero a largo plazo ayuda a que el agricultor adapte el producto, si es necesario, de forma que sea más multifuncional (3).

CONCLUSIONES

La agricultura indudablemente, no está exenta de los cambios provocados por la utilización y el desarrollo de las tecnologías informáticas, ya que las posibilidades y perspectivas de aplicación de estas son muy amplias.

Las *TIC* han modificado los procesos existentes y se han introducido en todos los dominios de nuestra actividad. La agricultura es uno de los ámbitos que también ha sido influida por el nuevo paradigma tecnológico. Se necesita de un contexto renovador, para enfrentar los cambios cada vez más evidentes. Para ello, es indispensable tener un conocimiento profundo y preciso, acerca de las posibilidades que ofrecen estas tecnologías y de cómo beneficiar al sector agrícola.

Hoy en día, podemos asegurar que la incorporación de las técnicas informáticas o tecnologías de la información a la agricultura, permite desarrollar herramientas que hacen posible aumentar la eficiencia y productividad de los sistemas de explotación, así como mejorar las condiciones organizativas en el sector agrícola. Al lograr la automatización de las actividades se facilita el manejo de los datos, con un significativo ahorro de tiempo, mayor veracidad, confiabilidad y rapidez en la obtención de la información para llevar a cabo los objetivos propuestos.

Con el empleo de la Agricultura de Precisión, se aportan instrucciones que se adaptan a cada zona del terreno estudiado, lo que contribuye a lograr un menor impacto ambiental, en lo que a

la aplicación de pesticidas, abonos y otras sustancias nocivas se refiere.

Tal y como se ha demostrado, Internet en el ámbito agrícola llegó para quedarse. Es una red que no cesará de crecer y optimizar sus recursos; fuente de conocimientos y sabiduría que ofrece innumerables beneficios, permitiendo avanzar a través de su tecnología, aunque para ello se hace necesario saberla usar adecuadamente en la búsqueda del conocimiento.

REFERENCIAS

1. Tedesco, J. C. La Educación y las Nuevas Tecnologías de la Información. En: IV Jornadas de Educación a Distancia MERCOSUR/SUL 2000. «Educación a Distancia: Calidad, Equidad y Desarrollo», Revista «Signos Universitarios Virtual», Buenos Aires, Argentina. 2000. [Consultado 11-2004]. Disponible en: <<http://www.salvador.edu.ar/vrid/publicaciones/revista/tedesco.htm>>.
2. Pontificia Universidad Javeriana de Colombia. El cambio cultural a partir de la herramienta informática. Maestría en Historia. 2004. [Consultado 11-2004]. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C_Sociales/Facultad/m_historia/Instrumentos/informatica/informatica1.htm>.
3. Jarque, C. M. Inauguración del Seminario Tecnologías de la Información para el Desarrollo de la Administración Pública (tidap'97). 1997. [Consultado 11-2004]. Disponible en: <<http://www.secodam.gob.mx/tidap/1997/cjarque.doc>>.
4. Area, M. Usos y prácticas con medios y materiales en el contexto escolar. De la cultura impresa a la cultura digital. Dpto. Didáctica e Investigación Educativa y Comportamiento. Universidad de La Laguna. España. 2001. [Consultado 9-2003]. Disponible en: <<http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento11.htm>>.
5. Rivera, G. La Educación a Distancia vs. Nuevas Tecnologías. Edutec. 1999. [Consultado 9-2003]. Disponible en: <<http://www.didacticahistoria.com/tecedu/tecedu15.htm>>.
6. Universidad Católica «Nuestra Señora de la Asunción» de Paraguay. Informática y Agricultura. Introducción. 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dei.uc.edu.py/ta199/agricultura/informat.htm>>.

7. Torres, C. El Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Educación Superior: un Enfoque Sociológico. *Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 2003, vol. 2, no. 3, p. 1-10
8. Marqués, P. Las TIC y sus aportaciones a la sociedad. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona. 2004. [Consultado 1-2004]. Disponible en: <<http://dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>>.
9. Galicia. Nuevas Tecnologías de la Comunicación. 2003. [Consultado 1-2004]. Disponible en: <http://www.xunta.es/galicia2003/es/16_01.htm>.
10. Centro de Tecnologías de Información. Módulo II. Ambientes de Aprendizaje. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2002. [Consultado 1-2004]. Disponible en: <<http://cursos.puc.cl/citela/www.cti.espol.edu.ec/citela/documentos/material/modulos/docs2002/modulo2.pdf>>.
11. Cisco System. Información Básica sobre Internet. ¿Qué es Internet?. 2002. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <http://business.cisco.com/prod/tree.taf%3Fasset_id=54012&public_view=true&kbns=1.html>.
12. WebPay. TransBank. ¿Qué es Internet?. 2003. [Consultado 9-2003]. Disponible en: <<http://www.webpay.cl/usuarios/commerce/quees.htm>>.
13. Pastor, C. A. y Nafría, E. A. Utilización didáctica de los servicios de Internet. Recursos didácticos de la World Wide Web. [Consultado 10-2004]. Disponible en <<http://www.ucm.es/info/doe/carmenal/usodidac.doc>>.
14. Universidad de Cádiz. España. ¿Qué es Internet?. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.uca.es/manual/introd2.html>>.
15. Cabero, J.; López, E. y Ballesteros, C. Internet un nuevo mundo por explorar en el ámbito educativo. Unidad Ejecutora Chillan-Universidad del BIO-BIO. Chile. 2003. [Consultado 9-2003]. Disponible en: <http://discovery.chillan.plaza.cl/~uape/actividades/etapa2/internet/doc/interne_explorart.htm>.
16. Terra Networks, S. A. La Revolución Digital. ABC de Internet. Qué es Internet y para qué sirve?. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.terra.com/especiales/revoluciondigital/abcinternet.html>>.
17. Avogrado, M. E. Comunicación e Integración : entre la mediación y las redes. II Encuentro de Facultades de Comunicación Social del Cono Sur. Santiago de Chile. 2002. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <http://www.encuentroconosur.uchile.cl/ponencias/1/1a_marisaavogadro.html>.
18. Salido, M. A. Informática para Juristas. Nociones sobre la red Internet Dpto Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad de Alicante. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/IJ/Teoria/Unidad5.pdf>>.
19. González, B. H. Informática y Agricultura. Centro de Telemática. Facultad de Agronomía. USAV, Guatemala. 2003. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.iespana.es/byron/public/infogagric.pdf>>.
20. Cerna, N. TIC en la agricultura. Yachay, Revista Virtual. Infoductos y Telecomunicaciones del Perú, S.A. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.yachay.com.pe/especial/agricultura/dos.htm>>.
21. Hambly, H. /et. al./ Género y Agricultura en la Sociedad de la Información. Servicio Internacional para la Investigación Agrícola. *Briefing Paper*, 2002, no. 57, p. 1021-2310.
22. Universidad Católica «Nuestra Señora de la Asunción» de Paraguay. La Electrónica en la Agricultura: Realización de controles y Automatización de Trabajos 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dei.uc.edu.py/tai99/agricultura/automati.htm>>.
23. Universidad Católica «Nuestra Señora de la Asunción» de Paraguay. Avances de la Informática en el campo de la Agricultura. 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dei.uc.edu.py/tai99/agricultura/agromatica/edafo1.htm>>.
24. El Productor. Agricultura de Precisión: Conceptos Fundamentales. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.revistaelproductor.com/julio2004/agricultura/depresion.htm>>.
25. Centro de Agricultura de Precisión UC. Agricultura de Precisión. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.capuc.puc.cl/indexcapuc.htm>>.
26. E-campo.com. Agricultura de Precisión y Sustentabilidad. 2001. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.044A5CCD-61DF-4305-B3C1268B7A486A B8/>>.
27. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" de Paraguay. Sistemas de Información Geográfica. 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dei.uc.edu.py/tai99/agricultura/agromatica/eda2.htm>>.
28. Centro de Agricultura de Precisión UC. Sistemas de Información Geográfica (SIG ó GIS). 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.capuc.puc.cl/sig.htm>>.
29. Stable, C. y Guerrero, A. Aplicación de la Telemática en la Agricultura. *Revista Telemática*, 2005, vol. 3, no. 25. [Consultado 12-2005]. Disponible en: <http://www.cujae.edu.cu/revistas/telematica/RCont_PDF.asp?Ano=II&No=28>.
30. Universidad Nacional del Litoral de Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. Qué es la Agromática???. 2004. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://fca.unl.edu.ar/agromatica/Definic.htm>>.
31. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. La enseñanza de la Agromática: lecciones aprendidas durante diez años de experiencia en sistemas de posgrado en Costa Rica. En: XI Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales "el reto es producir y competir". Costa Rica. 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-i_223.pdf>.
32. Protic. Inventario Regional de Proyectos y Profesionales en Tecnologías de Información y Comunicación para América Latina y el Caribe. 2005. [Consultado 12-2005]. Disponible en: <http://www.protic.org/proy_qry.php?w=all>.
33. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" de Paraguay. Internet al servicio del agricultor. 1999. [Consultado 10-2004]. Disponible en: <<http://www.dei.uc.edu.py/tai99/agricultura/internet.htm>>.

Recibido: 6 de diciembre de 2004

Aceptado: 3 de enero de 2006