

AGROMÁTICA:

Definición y aplicaciones en la empresa agropecuaria

Daniel A. Grenón

(Ingeniero Agrónomo, Diploma in Computing and Information Systems)

Cátedra de Agromática, Facultad de Ciencias Agrarias, UNL

dgrenon@fca.unl.edu.ar

Desde mediados del siglo pasado, con la aparición de las computadoras, el tratamiento de la información está sufriendo una transformación histórica, tanto a nivel teórico como tecnológico. El sector agropecuario, como todos los sectores que dependen de la disponibilidad y procesamiento oportunos de datos e información, no puede ni debe quedar al margen del actual proceso general de informatización.

Existe hoy en día un sector agropecuario que avanza por el camino del desarrollo y al que no se puede encerrar en los moldes tradicionales. Los empresarios y profesionales agropecuarios que protagonizan este tipo de agricultura suponen un porcentaje cada vez mayor de la población agraria. “Estos agricultores que, estando orgullosos de trabajar en el sector más antiguo de actividad, se sienten capaces de sintonizar con los avances tecnológicos, son los que dan pie para que hoy pueda hablarse con toda propiedad de **informática y agricultura**, hasta tal punto que se haya inventado fuera de nuestras fronteras y adoptado en nuestro país una palabra que une ambos términos indisolublemente: la **Agromática**” (Gómez Torán, 1986).

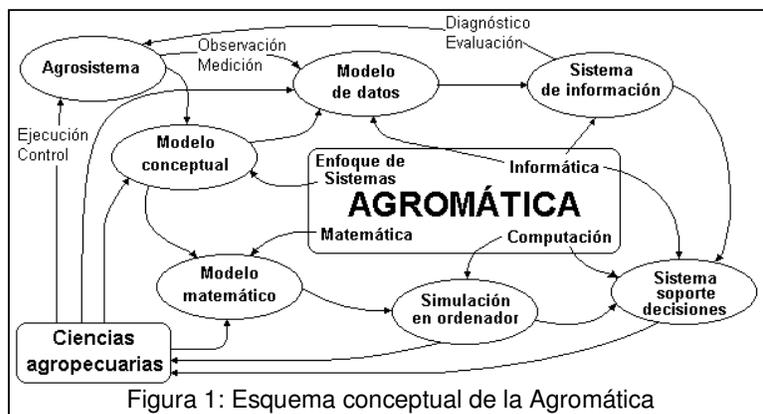


Figura 1: Esquema conceptual de la Agromática

-¿Qué es la Agromática?

La **Agromática** es la aplicación de los principios y técnicas de la informática y la computación a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los sistemas agropecuarios (sean estos desde un potrero, una empresa o hasta una región; Grenón, 1994).

Consiste en la aplicación de una metodología informática que hace posible:

(Necesidades del productor y del profesional agropecuario)	(Aportes de la Agromática)
Disponer de la multitud de datos ecológicos, biológicos, tecnológicos y económicos que representan a un agrosistema	➤ con bases de datos
Integrarlos en un único marco conceptual que los formalice y relacione	➤ con modelos conceptuales, de datos y matemáticos
Procesarlos según las leyes y metodologías de las disciplinas agropecuarias que tratan cada uno de los aspectos de los agrosistemas	➤ con modelos de simulación y sistemas de información
Seleccionar las mejores alternativas de manejo, organización o comercialización a partir de criterios productivos, económicos y ecológicos	➤ con sistemas de soporte de decisiones
Transmitir la información en tiempo y forma adecuadas	➤ con ofimática y telemática

-¿Por qué aparece la Agromática?

La **empresa agropecuaria** representa un **tipo definido de sistema socio-económico** y como tal posee ciertas características particulares derivadas especialmente de los subsistemas biológicos, de las tecnologías de producción específicas, del supersistema ecológico en el cual se sustenta y de la identidad cultural del grupo social que vive y trabaja en ella. En consecuencia, **la Agromática se diferencia de otras disciplinas informáticas** debido a estas características propias de las empresas agropecuarias, las cuales definen también necesidades específicas de procesamiento de información por parte de los productores agropecuarios.

-¿Cuáles son esas características particulares de la empresa agropecuaria?

Una de las características principales de la empresa agropecuaria es el **desempeño de plantas y animales en el proceso productivo**. La producción coincide con los procesos vitales de plantas y animales, y sus atributos biológicos y fisiológicos son determinantes para el productor que trata de controlar y conducir el proceso productivo. El subsistema biológico, si bien necesario, no es condición suficiente para definir a un agrosistema, ya que no posee el objetivo fundamental de todo agrosistema: la función esencial de todo sistema biológico es subsistir, crecer y reproducirse, pero no la de satisfacer las demandas humanas de alimentos y materias primas. Esta última función es propia de los agrosistemas y se logra mediante la intervención del hombre a través de la tecnología que altera, dentro de los límites posibles, los desempeños de plantas y animales en correspondencia con los intereses humanos.

La Agromática considera a los subsistemas biológicos mediante los **modelos de simulación del crecimiento y desarrollo de cultivos y animales**. Estos modelos de simulación representan matemáticamente el comportamiento productivo de los sistemas biológicos: cuantificando las variables de suelo, clima, vegetales, animales y manejo, los modelos nos permiten calcular cuál será el resultado de un cultivo o de un rodeo. Y así podemos evaluar el impacto de distintas alternativas de manejo bajo diversas condiciones climáticas, proyectando los posibles rendimientos y los costos asociados.

-¿Cómo se relaciona la empresa con la Ecología?

También se debe diferenciar la empresa del **sistema ecológico**. Éste comprende a todos los subsistemas biológicos existentes en la región, condicionando las interacciones entre todos los seres vivos (incluidos los subsistemas biológicos del agrosistema) y el suelo y el clima. El ambiente natural puede tener sus aspectos favorables y desfavorables, pero es la base a partir de la cual el productor debe ajustar el tipo e intensidad del sistema de producción a desarrollar en su empresa: el suelo, el clima y la presencia o ausencia de plagas determinan el tipo de producción que se puede llevar a cabo.

La Agromática posibilita incorporar los aspectos ecológicos de la empresa y/o región agropecuaria mediante **bases de datos** de suelos, meteorología, vegetación natural, topografía, cursos y reservorios naturales de agua, etc., e integrarlos y representarlos gráficamente mediante mapas generados por **sistemas de información geográfica**. La dinámica de las plagas también se cuantifica con modelos de simulación de enfermedades, malezas e insectos a fin de evaluar los riesgos de posibles ataques y las conse-

cuencias de sus tratamientos. Estas mismas herramientas también apoyan las actividades de **ordenamiento predial y territorial** (D'Angelo, 2006).

-¿Cómo apoya la Agromática las decisiones en la empresa agropecuaria?

Otra consecuencia específica del ámbito productivo es la incidencia de una importante cantidad de **factores aleatorios** (muchos imprevisibles), la cual es mayor que en otros tipos de sistemas económicos. La empresa agropecuaria, además de verse afectada por fluctuaciones del ambiente económico y por eventos políticos y macroeconómicos inciertos, tiene importantes fuentes de incertidumbre derivadas de las condiciones climáticas y de otras inherentes al comportamiento de los subsistemas biológicos (plagas, enfermedades, diferentes respuestas ante los mismos estímulos, etc.)

La Agromática posibilita tratar con esta incertidumbre y cuantificar las probabilidades de los impactos productivos, económicos y ecológicos como consecuencia de la aplicación de las diversas alternativas de manejo o de organización que se propongan en cada caso. Los **sistemas de soporte de decisiones** consisten en conjuntos de herramientas informáticas que permiten al productor:

- especificar los posibles “escenarios” futuros (los “¿qué puede pasar?” climáticos, ecológicos, tecnológicos y económicos),
- definir las alternativas productivas y labores e insumos a aplicar (“¿qué puedo hacer?”: cultivos, fechas y densidades de siembra, riegos, fertilizaciones, tipo e intensidad de labores o de aplicación de pesticidas, niveles de suplementación en producción animal, tasas de reposición de vaquillonas, etc.),
- y cuantificar en términos de riesgo (promedios, coeficientes de variación, máximos, mínimos, etc.) los rendimientos, los ingresos y los costos probables (“¿qué resultados se pueden dar?”) mediante análisis de series históricas, programación lineal, modelos de simulación, inteligencia artificial, etc.

Con la información aportada por los sistemas de soporte de decisiones, el productor puede “visualizar” cuantitativamente las posibles consecuencias de sus decisiones actuales ante diversos escenarios futuros, básicamente poniendo en números los riesgos (o beneficios), y así poder apoyar sus decisiones en algo más que en sólo su experiencia o intuiciones.

-¿Qué herramientas agromáticas se utilizan para la planificación agropecuaria?

El **factor tiempo** es de especial importancia para los agrosistemas. No sólo por el dinamismo de los procesos biológico-productivos (son irreversibles), sino también por ser estos predeterminados en sus secuencias y en su duración. El proceso productivo puede tener lugar en ciertos períodos del año y no en otros; la secuencia y duración de las etapas de crecimiento y desarrollo no pueden ser alteradas; la alta dependencia de las condiciones climáticas y de las interacciones con otros subsistemas biológicos (plagas, de comportamiento impredecible) impide anticipar con precisión qué tipos de labores serán necesarias, su cantidad, intensidad y oportunidad de ejecución, lo cual requiere ir ajustando el manejo y la aplicación de insumos a medida que se desenvuelve el proceso productivo, además de la aleatoriedad de la respuesta del subsistema biológico ante la aplicación de la tecnología seleccionada.

Esta irreversibilidad y estacionalidad de gran parte de los procesos agropecuarios obliga a atender de manera muy detallada todos los aspectos relacionados con la **previsión, planificación y programación de las alternativas productivas y de comercialización**, contemplando (simultáneamente) la imprevisibilidad de muchos de los factores a través de propuestas “plásticas” que se adecúen a escenarios cambiantes. La Agromática aporta la capacidad predictiva de los modelos de simulación, el análisis de series históricas, y los sistemas de soporte de decisiones como complementos de los programas de **evaluación de inversiones** y de **presupuestaciones financiera y operativa** de las actividades seleccionadas.

-¿Cómo evalúa un productor cuál es la tecnología más adecuada?

Desde el punto de vista de la **tecnología**, existe un macrosistema tecnológico con una gran variedad de herramientas y procedimientos disponibles para evaluar y controlar los diversos procesos del agrosistema. Pero de todo lo disponible, solo una parte podrá ser incluida en la empresa agropecuaria, dependiendo de las características de los subsistemas que la integran: desde el punto de vista del subsistema ecológico el tipo de herramientas de laboreo dependerá de la textura del suelo por ejemplo; desde el subsistema social, un factor preponderante será el nivel de instrucción de la mano de obra en el caso de incorporar tecnologías que demanden una alta capacitación; desde el subsistema económico, la relación costo-beneficio será determinante en la adopción de nuevas técnicas o en la intensidad de aplicación de insumos; etc. Por lo tanto, de toda la tecnología disponible, en la empresa se podrá incorporar aquella apropiable por el agrosistema, y de ésta, luego de su evaluación productiva, económica y social, se deberá adoptar solo la apropiada.

Son, nuevamente, los **modelos de simulación** las herramientas que provee la Agromática para cuantificar los probables impactos productivo, económico y ecológico de cualquier alternativa tecnológica que se pretenda incorporar en los planes de la empresa agropecuaria: ¿cuántos kg de granos, carne o leche produciré si aplico el manejo A o el B? ¿cuáles son los costos asociados para cada alternativa? ¿cuál de los manejos es el más seguro? ¿qué consecuencias sobre el suelo, la calidad del agua o sobre la salud pueden ocurrir?

-¿Cómo se analizan los procesos y resultados económicos?

Las empresas agropecuarias son **subsistemas de sistemas económicos** de mayor complejidad, tales como el sistema agroindustrial o las economías regional, nacional y mundial. Estos últimos constituyen el ámbito de precios, costos, demanda, competencia, leyes, créditos, etc., que condicionan los temas económicos y financieros de la empresa.

En este aspecto las empresas agropecuarias son similares a los otros tipos de empresas (comerciales, industriales) y las herramientas que demandan a la Agromática son los **sistemas de información gerencial**, idénticos a los de cualquier otro sistema económico que necesita procesar datos contables, financieros, impositivos, de personal, de bancos, etc. Estos sistemas son fáciles de conseguir actualmente en el mercado debido a que su desarrollo exige pequeñas modificaciones a los creados para situaciones comerciales o industriales.

-¿Algún otro aspecto a considerar?

Otra característica que diferencia a las empresas agropecuarias de cualquier otro tipo de organización económica es su obligada **dispersión espacial**. La producción no se puede concentrar en parques industriales o en centros comerciales urbanos donde disponer de servicios más eficientes, de telecomunicaciones seguras y rápidas, de diversidad de proveedores de insumos y combustibles, de oferta de mano de obra, etc.

La Agromática aprovecha las posibilidades de las **telecomunicaciones digitales** para facilitar el acceso e intercambio de datos e informaciones: servicios de noticias específicas del sector, pronósticos meteorológicos, servicios de alarmas (de clima, de plagas, comerciales), mercados de granos y animales, avisos clasificados para comprar o vender, foros para discutir temas de su interés, accesos a documentos, manuales o artículos sobre temas productivos, ... todos al alcance de cualquier empresa con conexión a **Internet** o a través de los teléfonos celulares con **servicios WAP** (Wireless Application Protocol: protocolo de aplicaciones inalámbricas, todavía poco difundido).

-¿Qué se debe evaluar para definir un diseño viable de la empresa agropecuaria?

La complejidad de la empresa agropecuaria se pone de manifiesto cuando cualquier diseño de alternativas de manejo y/o de organización debe ser evaluado considerando cinco objetivos: productividad (que tienda a maximizar la producción), practicidad (que la tecnología propuesta sea apropiable por parte de la empresa), sustentabilidad (que pueda ser mantenida en el tiempo sin comprometer la subsistencia de la empresa), rentabilidad (que la relación beneficios:costos sea mayor a uno) y aceptabilidad (que se ajuste a las expectativas, valores e identidad cultural del grupo humano que conforma la empresa). Estos objetivos no siempre son compatibles, lo que obliga a buscar la combinación de éstos que maximicen el resultado final (la viabilidad del diseño propuesto) sin llegar a maximizar ninguno de ellos de modo aislado en desmedro de los restantes. Además, cada uno de estos objetivos tiene fuertes condicionantes derivados de sus respectivos macrosistemas y, simultáneamente, numerosas interrelaciones entre sí e involucran procesos de diversos niveles agrosistémicos.

La Agromática aporta toda su estructura conceptual y operativa para posibilitar la evaluación, predicción y programación de los procesos relacionados a cada uno de los objetivos que deben ser contemplados en el diseño de la empresa agropecuaria: Los sistemas de información gerencial deben proveer las herramientas necesarias para consultar el estado (presente y pasado) de cualquiera de los componentes y procesos de la EAP, los modelos de simulación deben proyectar los posibles escenarios y resultados para poder evaluar alternativas de acción, y los sistemas de soporte de decisiones deben seleccionar la programación que mejor se ajuste a los objetivos.

-¿Con qué se relaciona la Agromática como tecnología de la información?

La Agromática, como tecnología de avanzada en lo referido al tratamiento de datos del sector agropecuario, no está sola. Integrada con la electrónica y las telecomunicaciones da origen a la Agrónica.

“Se entiende la **Agrónica** como una nueva rama tecnológica que incluye las telecomunicaciones, los servicios informáticos y la electrónica, aplicados en conjunto a la agricultura y ganadería, tanto en el sector primario de producción como en el almacenamiento, transformación de productos, envasado, conservación y distribución” (Vitoria, 1986). Estaciones agrometeorológicas automáticas, caravanas inteligentes para las vacas, sensores de nutrientes para controlar la fertirrigación, control automatizado de invernáculos, geoposicionamiento satelital para la agricultura de precisión, registro automático de cosechas con mapeo de rendimientos, procesamiento de imágenes satelitales, balanzas con registro automático de pesadas, y una gran cantidad de otras aplicaciones que día a día se incrementan y perfeccionan: ejemplos concretos de la amplia utilidad de la Agrónica como apoyo instrumental en la obtención de datos, su procesamiento y en el control del proceso agroproductivo.

-¿Cuáles son sus principales desventajas y utilidades?

Si bien la Agromática:

- 👉 exige capacitación y entrenamiento en su uso y aplicación;
- 👉 demanda esfuerzos extras al productor para registrar, cargar y procesar todos los datos;
- 👉 obliga a cambiar la forma de encarar la actividad cotidiana en la empresa;
es también una herramienta que:
 - 👉 potencia el procesamiento de datos para el diagnóstico, control, evaluación y planificación de todos los aspectos de la empresa agropecuaria (ecológicos, productivos, tecnológicos, económicos y administrativos);
 - 👉 orienta al productor sobre cuáles son los datos importantes y qué es lo que hay que medir y controlar;
 - 👉 permite proyectar beneficios y riesgos de las alternativas tecnológicas que se planteen, apoyando la toma de decisiones en algo más que corazonadas o “porque siempre se hizo así”;
 - 👉 posibilita estar informado sobre lo que sucede en los mercados locales y mundiales, conocer pronósticos, contactarse con productores y especialistas, acceder a un mercado de productos e insumos mucho más amplio que el local;
 - 👉 en definitiva: permite tener un conocimiento y un control de los procesos empresariales mucho más acabado y ajustado a las necesidades del empresario agropecuario actual.

Bibliografía citada:

- D'Angelo, C., 2006. *Notas sobre la Ordenación del Territorio*. Revista Perspectivas, Año 4, N° 6, Vol 1(Agosto 2006): 14-18.
- Gómez Torán, P., 1986. *La informática, una herramienta al servicio del agricultor*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 258 pp.
- Grenón, D., 1994. *Agromática: Aplicaciones informáticas en la empresa agropecuaria*. PNATTI. Subsecretaría de Informática y Desarrollo, SECyT, Buenos Aires, 155 pp.
- Vitoria, J.A., 1986. *Informática y automatización en agricultura: Agrónica*. El Cultivador Moderno 803 (Junio '86): 58-59.