

LA UTILIZACION DE LA TIERRA Y EL DESARROLLO AGRARIO: EL CASO DE HUNGRIA (*)

Por
CSABA CSAKI (**)

LA agricultura ha desempeñado tradicionalmente un importante papel en la economía nacional húngara. La fuente primaria nacional de Hungría es la tierra cultivable. El crecimiento relativamente grande de la producción agrícola y la introducción de nuevas tecnologías intensivas se han combinado en los últimos años con crecientes signos de deterioro del medio ambiente. No es sorprendente, pues, que el estudio de las opciones de utilización de la tierra y el análisis de los potenciales futuros de la agricultura se hayan convertido en tareas esenciales de la planificación nacional.

Dos proyectos de investigación recientemente completados, analizaron las posibilidades ecológicas y biológicas del crecimiento de la producción agraria hasta el año 2000 (1). Estos dos proyectos de ámbito nacional, ofrecieron un marco excelente para ulteriores investigaciones en las que se consideraron por igual los elementos económicos, técnicos, ecológicos y ambientales de la utilización de la tierra. En este estudio se ofrecen los primeros resultados de

(*) Ponencia invitada en el XIX Congreso Internacional de Economistas Agrarios (1985).

(**) Profesor de Economía Agraria. Decano de la Universidad K. Marx de Ciencias Económicas. Budapest (Hungría).

(1) Acerca de los dos proyectos de investigación, véase: C. Csáki, Z. Harnos, I. Lang (1984); L. Csete, Z. Harnos, I. Lang (1981); I. Lang, Z. Harnos, A. Nagy, I. Valyi (1985).

— Revista de Estudios Agro-Sociales. Núm. 137 - Extra (septiembre 1986).

estas investigaciones. El estudio fue patrocinado por el *Ministerio Húngaro de Industria* y por la *Academia de Ciencias Húngara* y ha sido continuado en cooperación con el Programa de Alimentación y Agricultura del *International Institute for Applied Systems Analysis (2)* (I.I.A.S.A.; Luxemburgo, Austria). Los centros de trabajo, propiamente dichos, son la *Universidad de Economía K. Marx*, la *Oficina para Análisis de Sistemas* y el *Instituto de Ciencias del Suelo*, de Budapest. La investigación ha sido realizada por un equipo interdisciplinario de científicos que incluía a *Z. Harnos, K. Rajkai, I. Vályi* y al autor de este estudio, quienes han hecho las principales aportaciones, así como a: *C. Forgács, A. Pusztai, G. Módos, M. Sebestyén* y *F. Tóth*.

I. RECURSOS AGRICOLAS EN HUNGRÍA, Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La superficie de Hungría es de 9.303.600 hectáreas, con la siguiente estructura de utilización de la tierra en 1980 (en millares de hectáreas):

— Tierra de cultivo	4.734,7
— Prados y pastizales	1.294,2
— Viñedos y huertas	306,2
— Jardines	291,4
— Bosques	1.610,3
— Otros (poblaciones, infraestructura, etc.)	1.066,8

En conjunto, 72,3% del territorio húngaro se utiliza para la producción agrícola. La fertilidad de los suelos de Hungría se caracteriza por lo siguiente:

- El 27,2% de la tierra de cultivo es suelo de gran fertilidad, del tipo Chernozem, con un gran contenido de mantillo y buena capacidad de retención de agua y elementos nutritivos,
- el 30% está representado por suelos forestales pardos, que a menudo están sujetos a acidificación con un contenido

(2) El estudio ha sido considerado por el I.I.A.S.A. como uno de los estudios del país sobre los efectos de gran alcance del desarrollo agrícola en el medio ambiente. Véase, C. Csáki, Z. Harnos, K. Rajkai, I. Vályi (1985).

de elementos nutritivos y características físicas desfavorables. Estos suelos suelen tener, por lo general, una fertilidad buena o mediana,

- el 23% está representado por prados y suelos aluviales con un contenido medio de elementos nutritivos y mantillo y una productividad buena o mediana,
- el resto, en general, es poco fértil.

Estos suelos proporcionan condiciones relativamente favorables para la producción de cultivos de alto nivel en Hungría. Estas cualidades pueden, sin embargo, cambiar con el tiempo, ya que el suelo es un recurso natural renovable, dependiendo de las condiciones. El uso agrícola ya ha tenido un efecto desfavorable sobre la fertilidad del suelo. Los altos porcentajes de aplicación de fertilizantes han ido acompañados de crecientes tasas de acidificación del suelo. Alrededor de un tercio de la superficie de cultivo de Hungría, a saber, las áreas de colinas con fuerte relieve, están amenazadas con la erosión. En el 25% de la superficie de cultivo cultivable, caracterizada por los suelos arenosos y cenagosos de ligera composición mecánica, la abrasión (o erosión originada por el viento) aparece con sus consiguientes perjuicios. En una parte importante de la gran llanura húngara se produce salinización.

Tal como indica el análisis anterior, el futuro del estado de los suelos es controvertible. Por una parte, puede afirmarse que, hasta ahora, los suelos con gran fertilidad suponen una parte considerable del total, mientras que, por otro lado, parece que más de la mitad de la superficie de cultivo ya ha sido perjudicada por procesos nocivos que reducen la fertilidad. Tenemos también que contar con los ambiciosos planes que prevén sustanciales aumentos de la producción agrícola. Esto, en general, significa la intensificación de las tecnologías, que contribuyen finalmente a la agravación de procesos indeseables. No cabe ninguna duda de que en esta situación se requiere una planificación realista a largo plazo que investigue las consecuencias que, a largo plazo, tendrá sobre el medio ambiente la consecución de los niveles de crecimiento agrícola tomados como objetivo y aquéllos no pueden realizarse sin estudiar los límites que el medio ambiente impone a las posibilidades de la producción agrícola.

Cabe preguntarse si debemos continuar introduciendo tecnologías que causan un creciente deterioro del medio ambiente y si

los objetivos globales y las tendencias tecnológico-técnicas del desarrollo de la producción deben decidirse meramente de acuerdo con la consideración a corto plazo del rendimiento económico. *Los objetivos detallados de nuestro estudio* se habían fijado con arreglo a estos problemas. Se investigaron las siguientes cuestiones como principales objetivos del estudio:

- ¿Cuáles son las posibilidades de producción de los recursos del suelo existentes y cómo pueden aumentarse y utilizarse éstos?
- ¿Cuáles son los efectos a largo plazo, si se continúa con el actual sistema de cultivo, sobre la calidad del suelo?
- ¿Pueden aumentarse la productividad y la eficacia con combinaciones racionales de las existentes alternativas tecnológicas?
- ¿Cuáles son las consecuencias económicas de un desarrollo agrícola orientado hacia la protección del medio ambiente?
- ¿Limitará el crecimiento de la producción agrícola el creciente nivel de protección del medio ambiente?
- ¿Hasta qué punto se utilizan eficazmente los recursos biológicos existentes?
- ¿En qué medida es eficaz la transformación de la energía en la agricultura húngara?

El estudio *se centró en la producción vegetal*, que es el área de utilización primaria de los potenciales de la tierra. Las regiones productoras (tipos de suelos) fueron tratadas como unidades básicas de investigación. La región es el marco dentro del cual se estudiaron los principales procesos técnicos, tecnológicos y físicos. La cobertura del estudio puede caracterizarse del modo siguiente:

- El territorio de Hungría ha sido dividido en *35 regiones agroecológicas*, cuyas características climáticas hacen de ellas unidades homogéneas.
 - Partiendo del punto de vista de la fertilidad del suelo, se identificaron *31 tipos de suelos*. Su distribución, dentro de las regiones, originó una división de *205 tipos de hábitat*.
-

- El estudio se refirió solamente a la producción vegetal. Han sido considerados *12 cultivos principales* (trigo, cebada, centeno, arroz, maíz, remolacha, patata, girasoles, soja, guisantes, alfalfa y trébol rojo).
- La tecnología agrícola ha estado representada por el tipo de las principales maquinarias, el nivel de fertilización y aplicación de estiércol, así como por el nivel de irrigación.

II. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

En el estudio se analizan los procesos de producción, la utilización de la tierra y el cambio tecnológico que será preciso durante un largo período de tiempo, es decir, de unos 20 a 25 años. Por consiguiente, se elaboró un *sistema modelo factible en dos niveles* con el fin de describir los principales procesos físicos, biológicos, agrotécnicos y económicos de la agricultura húngara.

Utilizando la experiencia adquirida en la labor de modelación agrícola y ecológica realizada previamente en los países socialistas y los resultados de la investigación metodológica del I.I.A.S.A. sobre los sistemas de alimentación y agriculturas de planificación central, así como el examen de la evaluación de las consecuencias de largo alcance del desarrollo tecnológico para la agricultura, adoptamos para nuestro estudio una metodología relativamente nueva.

El principal objetivo del modelo no es meramente la optimización, sino proporcionar una herramienta para una investigación detallada, multilateral y dinámica de las consecuencias y límites del desarrollo tecnológico en la agricultura. En conjunto, la estructura tiene *carácter descriptivo*. El uso del modelo podría también permitir el cálculo de los estados óptimos de algunos de los subsistemas. La metodología global utilizada por el sistema modelo es una *técnica de simulación*. El horizonte de tiempo del análisis es de 20-30 años. El sistema modelo consta de dos submodelos:

- *El modelo de suelo-planta* se utiliza para describir las principales relaciones entre las plantas, el suelo y la agrotecnología.
- *El modelo de producción vegetal* está destinado a integrar los subsistemas específicos del suelo y los cultivos en un sistema de producción vegetal nacional y a sacar conclu-

siones, a escala nacional, sobre la asignación óptima de recursos para la utilización y mejoramiento de la tierra.

II.1. Modelo de suelo-planta

Al describir las relaciones entre las plantas y su ambiente, tratábamos de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se desarrolla la producción vegetal bajo unas condiciones de suelo y unas tecnologías agrícolas dadas?
- ¿En qué medida cambia el hábitat como consecuencia de la tecnología agrícola aplicada?

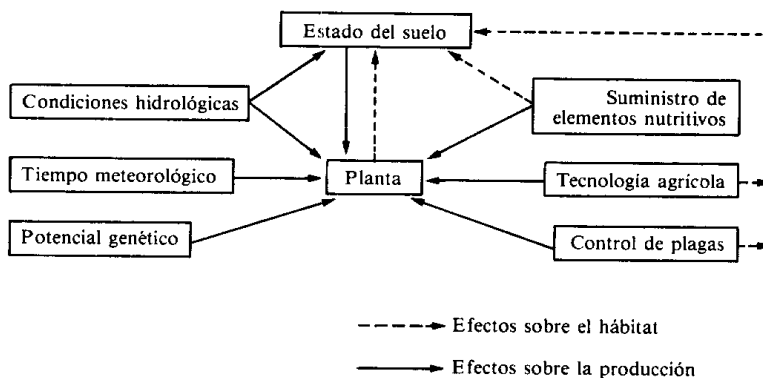
El plantear dos preguntas independientes se justifica por el hecho de que la tecnología agrícola y la calidad de la tierra afectan ahora al nivel de producción de un año dado, mientras que los cambios del estado del hábitat suelen implicar largas demoras más prolongadas y extenderse a períodos más dilatados.

El modelo de suelo-planta simula las principales interrelaciones entre el crecimiento de las plantas, las condiciones del suelo y las tecnologías agrícolas. Cada serie del modelo está relacionada con *un cultivo determinado en un tipo de suelo dado, suponiendo el uso de una agrotecnología dada.*

Las principales relaciones consideradas en el modelo de suelo-planta se indican en la figura 1 de un modo esquemático:

Figura n.º 1

INTERRELACIONES PRINCIPALES DEL MODELO DE SUELO-PLANTA



El modelo de suelo-planta comprende dos módulos principales:

- generación del rendimiento,
- establecimiento de modelos relativos a los efectos sobre las condiciones del hábitat.

La constitución del rendimiento se da en nuestro modelo de suelo-planta como función de:

- el potencial genético,
- las condiciones del hábitat, y
- la tecnología agrícola aplicada.

La segunda sección importante del bloque de suelo-planta se dedica a la descripción de los efectos del cultivo de plantas sobre las características del suelo. Entre las bastante complejas interrelaciones suelo-agrotecnología de nuestro modelo se consideran seis efectos ambientales principales de la producción agrícola, que nosotros representamos mediante seis indicadores. El cuadro 1 da una perspectiva general de los efectos sobre el medio ambiente tratados en el estudio. La base de los datos utilizados para el desarrollo de esta sección del modelo comprende los datos experimentales y los resultados de un estudio de campo.

II.2. *Modelo de producción vegetal a escala nacional*

El segundo submodelo del sistema general describe el *sistema de producción vegetal a escala nacional*. Los resultados del modelo de suelo-planta se utilizan como insumos para fijar las variables en el modelo de producción vegetal a escala nacional. Este modelo se centra en las interrelaciones dinámicas entre el estado y transición de la producción y el hábitat a nivel nacional.

El modelo de producción vegetal a escala nacional es, en realidad, un *modelo de optimización lineal a gran escala*, formulado en forma de un problema de control lineal. El resultado del modelo es el plan de cultivos en un determinado período de tiempo calculado sobre la base de la estructura de siembra y los rendimientos.

III. POTENCIALES Y LIMITES EN EL USO DE LOS RECURSOS AGRARIOS HUNGAROS

El estudio se centró en torno a las preguntas enumeradas en la sección 1. Se ha concluido un gran número de cálculos utilizando todo el sistema modelo en conjunto y sus dos principales componentes, aunque queda por realizar parte de los cálculos. El análisis detallado de los resultados ya disponibles excede del alcance de este estudio (3). Aquí solamente ofrecemos las principales conclusiones con arreglo a los potenciales globales de producción, los efectos que sobre el ulterior crecimiento puede tener un plan racional de asignaciones de cultivos y de mejora, así como los límites impuestos por el medio ambiente a dicho crecimiento.

Nuestros cálculos dieron por resultado el descubrimiento de que *los potenciales ecológicos húngaros permiten una producción de un 40 a un 50% más alta que la alcanzada al final de los años 70*. La utilización real de estos potenciales, sin embargo, depende de una serie de *condiciones económicas* diferentes. De acuerdo con nuestras investigaciones, las condiciones más importantes son las siguientes:

- La elección de una estructura de siembra.
- La conservación de la productividad del suelo mediante la aplicación de tecnologías agrícolas que tiendan a producir mejoras e inversiones adicionales, que igualmente tiendan a mejorarse.
- Ampliación de la superficie de regadío.
- La seguridad de un suministro suficiente de elementos nutritivos.
- La difusión de las nuevas tecnologías agrarias.

De acuerdo con las concepciones actualmente aceptadas, se prevé un aumento global del 50% en la producción vegetal. *El crecimiento potencial, sin embargo, no es el mismo para cada cultivo*. En algunas áreas no está previsto ningún crecimiento porque el objetivo consiste únicamente en satisfacer la demanda local, lo cual ya se ha logrado. Existen otras mercancías, tales como los piensos proteínicos, en las que la producción puede multiplicarse en relación con el nivel actual. El mayor aumento en volu-

(3) Algunos de los resultados se presentan detalladamente en C. Csáki, Z. Harnos, K. Pusztai, I. Vályi (1985).

men se espera en la producción de granos. Una producción total de 19 a 20 millones de toneladas anuales parece ser un objetivo realista para fin de siglo aproximadamente.

Cuadro n.º 1

PROCESOS DEL MEDIO AMBIENTE, SUS CAUSAS E INDICADORES REPRESENTADOS EN EL MODELO

Efectos sobre el medio ambiente	Causas	Indicadores	
Según las características del suelo agrícola.	1. Erosión.	— Relieve.	1. «Lars» del suelo («soil lars»).
	2. Disminución del pH.	— Arenas no calcáreas.	2. Niveles de pH.
	3. Salinización secundaria.	— Territorio potencialmente salinizable.	3. Nivel freático crítico.
Según las agrotécnicas aplicadas.	4. Deterioro de la estructura del suelo.	— Aplicación de maquinaria pesada en condiciones climáticas desfavorables.	4. Densidad aparente.
	5. Reducción o exceso del nivel de elementos nutritivos del suelo (NPK).	— Alejamiento respecto del equilibrio entre los elementos nutritivos en la aplicación de fertilizantes químicos.	5. Equilibrio entre los elementos nutritivos del suelo.
		— Insuficiente aplicación de estiércol o ausencia de éste.	6. Contenido de materia orgánica.

También han sido investigados los efectos de la *estructura de siembra más adecuada a las condiciones ecológicas* sobre los potenciales de producción. De acuerdo con los cálculos efectuados, gracias a una distribución más racional de los cultivos:

- el rendimiento de la producción vegetal puede mejorarse del 10 al 15%, y
- el riesgo a que puede verse sometida la producción debido a las fluctuaciones meteorológicas fortuitas puede reducirse sustancialmente.

Con arreglo a los cálculos (en porcentajes), *la magnitud del riesgo debido a la variabilidad meteorológica* en el caso de la estructura óptima de siembra es el siguiente: cereales, 5-7; maíz, 10-15; remolacha azucarera, 13-18; girasol, 10-20; alfalfa, 21-23.

Estas cifras son sustancialmente inferiores a las existentes hasta el momento actual.

Los efectos obtenidos mediante la mejora han sido investigados con arreglo a los tres criterios siguientes:

- las relaciones entre la mejora y la estructura de siembra,
- las relaciones entre la cuantía de la mejora y la producción total,
- el orden cronológico de las intervenciones tendentes a la mejora en diferentes situaciones geográficas.

Como la mejora no introduce cambios fundamentales en las condiciones naturales del hábitat, el volumen de inversiones tendentes a la mejora no tiene efectos significativos sobre la estructura óptima de siembra. Sin embargo, ejerce una influencia importante sobre el nivel superior de los potenciales de producción. En el caso de que se realicen esfuerzos máximos tendentes a la mejora, puede lograrse un excedente de producción del 10% en relación con la variante análoga sin mejora. Este aumento, en lo relativo a la producción de grano en Hungría, corresponde a más de tres millones de toneladas anuales.

Se estableció, para diferentes niveles, la cantidad total de recursos que pueden dedicarse a las inversiones de mejora, y sobre esta base el modelo seleccionó cada una de las inversiones con arreglo a su eficacia.

También se han señalado los efectos del aplazamiento de las inversiones tendentes a la mejora sobre los potenciales de producción. Si no se realizare ninguna mejora ulterior, la reducción de los potenciales realistas equivaldrá, por lo menos, a un millón de toneladas de grano para el año 2000. Conviene señalar que, de acuerdo con los cálculos, parece ser más útil llevar a cabo las intervenciones tendentes a la mejora en áreas de una base de productividad más alta que en las de menor productividad.

Por lo que se refiere al *suministro de elementos nutritivos*, hasta ahora se han investigado dos cuestiones:

- ¿cuál es el papel de las diferentes fuentes de elementos nutritivos en el suministro total de éstos?,
 - ¿de qué modo están relacionadas la estructura de siembra y la combinación de productos con las cantidades introducidas de elementos nutritivos y cuál es el efecto de
-

la reducción del suministro de elementos nutritivos sobre los potenciales de producción?

En el estudio, para los cultivos se han considerado elementos nutritivos procedentes de las siguientes fuentes: fertilizantes químicos, estiércol, residuos vegetales, fijación de nitrógeno mediante los cultivos de phaseolus, suministro de fósforo y potasio por precipitación. Según nuestros cálculos, la proporción deseada de cada una de las fuentes es la siguiente:

Cuadro n.º 2

	Fertilizantes	Estiércol	Residuos	Fijación de N	Aire
Nitrógeno	66 %	9 %	13 %	5 %	7 %
Fósforo	74 %	11 %	15 %	—	—
Potasio	69 %	12 %	27 %	—	—

Basándose en estas cifras, se llega a las siguientes conclusiones:

- *Las fuentes que no son fertilizantes químicos* deben desempeñar un papel significativo y creciente, oscilando su participación entre el 26 y el 34% según el tipo de elemento nutritivo.
- *La aplicación de estiércol* no solamente conserva los fertilizantes químicos sino que, además, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, con lo que afecta a la estructura del suelo, a la capacidad de retención de agua, etcétera; reduce los procesos de acidificación y contribuye en gran medida al suministro del suelo con elementos nutritivos.
- Al planificar el equilibrio de elementos nutritivos, la consideración de otros elementos, además de los fertilizantes químicos, constituye una parte de las agrotecnologías beneficiosas desde el punto de vista del medio ambiente, por la reducción de procesos tales como lixiviación de elementos nutritivos y la nitrificación de las aguas freáticas y superficiales (eutroficación).

Se han efectuado varias series de modelos con el fin de investigar *los efectos de la reducción de suministro de fertilizantes*. La reducción de la fertilización mediante nitrógeno en un 15% reduce la demanda de fertilizantes de fósforo y potasio entre un 10 y un 15%. Entre las condiciones de las tecnologías actuales, la disminución de la aplicación de fertilizantes origina —como cabía esperar— un descenso muy importante de los potenciales de producción. La disminución de los potenciales de producción en un caso extremo se eleva a aproximadamente tres millones de toneladas de grano. En este caso puede observarse el aumento de la proporción de cultivos de phaseolus en la estructura global de la siembra, modificándose significativamente la relación entre el trigo y el maíz en favor del primero. En las series sin limitación de fertilizantes con contenido de N esta relación fue de 40/60, mientras que en una variante en que se limitaban los fertilizantes fue de 52/48. Los efectos de las condiciones del suelo sobre la utilización de potenciales genéticos han sido investigados basándose en la relación suelo-planta-tecnología utilizando el componente modelo suelo-planta de nuestro sistema. Dichas investigaciones todavía no han concluido.

BIBLIOGRAFIA

1. C. CSÁKI, Z. HARNOS, I. LÁNG: *Agricultural Development and Ecological Potential: The Case of Hungary*. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk (1984).
 2. C. CSÁKI, Z. HARNOS, K. RAJKAI, I. VÁLYI: *Development Potentials and Environment in Hungarian Agriculture*. Unpublished Manuscript. Budapest, 1985.
 3. L. CSETE, Z. HARNOS and I. LÁNG: *Measuring the Agroecological Potential of Hungary and its Expected Trends up to 2000*. Third Congress of the European Association of Agricultural Economists. Belgrade (1981).
 4. I. LÁNG, Z. HARNOS, A. NAGY and I. VÁLYI: *The Biopotential of Hungary*. International Agrophysics (1985).
-