

---

## **PLANIFICACION SOCIAL Y ECONOMICA DE LOS CULTIVOS DE UNA ZONA**

Por Jaime Loring Miró

### **I. LA HIPOTESIS DEL MODELO**

Entre los diversos modelos matemáticos empleados en Investigación Operativa para la planificación de actividades productivas hemos adoptado el de Programación Lineal, pues estimamos que es éste precisamente el que mejor se adapta a la resolución de la problemática que tenemos planteada en este momento. Efectivamente, partiendo de lo que las fuentes históricas nos han dicho sobre la utilización que desde la Antigüedad se ha hecho del suelo agrícola de la campiña, y de las recientes estadísticas del Ministerio de Agricultura en donde encontramos la situación actual de los aprovechamientos agrícolas de la comarca, pretendemos hacer un juicio sobre todo ellos preguntándonos si efectivamente tales empleos son verdaderamente racionales y efectivos en vista de los objetivos que la sociedad tiene planteados.

Nuestro problema puede enunciarse de la siguiente forma: la sociedad cordobesa dispone de una determinada superficie de suelo y de una determinada capacidad de trabajo. Ambos recursos han sido inventariados en el capítulo anterior. Los puede usar de una forma o de otra, y según lo que se haga llegará a resultados diferentes. Nuestro problema entonces consiste en establecer cómo tiene que usar la sociedad cordobesa los recursos de que dispone si es que quiere conseguir este o aquel objetivo previamente determinado. Este es el clásico problema que resuelve el modelo de programación lineal: maximizar una determinada mag-

---

nitud, sujetándose a las restricciones impuestas por la limitación de los recursos disponibles.

La formulación matemática del problema suele hacerse de la forma siguiente:

$$\text{Max } z = \sum c_i x_i$$

con las condiciones de que:

$$x_i \geq 0$$

$$\sum a_i x_i \leq b_j$$

La ecuación objetivo  $z$  que hay que maximizar habrá de ser definida políticamente, y de hecho vamos a proponer diversos objetivos políticos alternativos. Las restricciones a nivel de comarca son fundamentalmente dos: la tierra y la población activa.

En el planteamiento del problema hemos adoptado por hipótesis una actividad moderadamente conservadora.

El objetivo que nos hemos propuesto en la elaboración del modelo ha sido cuantificar las potencialidades de empleo y de rentabilidad que tiene la actual estructura agraria de la campiña de Córdoba. No hemos querido incluir cultivos nuevos que revolucionarían su actual sistema económico y productivo. Partiendo de los cultivos más generalizados en la actualidad vamos a modelizar una rotación que, según elecciones alternativas, nos maximice la rentabilidad o el empleo. Cualquier solución que arroje el modelo tendrá que ser relativamente cercana a lo que actualmente se viene haciendo. Entonces sabremos que efectivamente el modelo opera sobre bases realistas, e introduciéndole progresivamente modificaciones iremos avanzando hacia la formulación de políticas más radicales que supongan cambios estructurales más profundos. De todas formas, en este primer trabajo nos detendremos en la elaboración del modelo formulado según la primera hipótesis.

Evidentemente, no hemos pretendido hacer un modelo dinámico. No hemos tenido en cuenta ningún proceso inversionista, ni ritmos cíclicos que se autoinfluyan. Pretendemos simplemente describir un sistema de rotación de cultivos en la campiña que maximicen objetivos que ya tienen presentes los empresarios agrícolas actuales, así como los administradores de la cosa pública. De alguna manera podemos pensar que buscamos una solu-

ción atemporal; es decir, una solución que teóricamente hablando habría de repetirse sin modificaciones de año en año. Evidentemente, es ésta una suposición excesivamente teórica, si se la interpreta mal. Pero tiene un claro sentido realista si se la toma como una forma de aproximarse por modelización matemática, hacia una descripción y comprensión de los mecanismos decisionales de la sociedad agraria.

Una consecuencia de este modo de plantear el problema es, por ejemplo, el que la rotación se haga simplemente al 50 por 100 cereales-barbechos semillados, llegando a un equilibrio de superficies. No se tienen en cuenta plantaciones arbóreas en formación. No pretendemos programar la plantación de olivos en la campiña, sino simplemente cuantificar la cantidad de olivos que debería haber en la campiña, compitiendo en su utilización del suelo con la vid y los cultivos anuales para que el empleo, su estabilidad, o la rentabilidad empresarial sea lo mayor posible.

## II. OPCIONES POLITICAS ALTERNATIVAS

La maximización del margen o empleo responde a dos posiciones doctrinales diferentes. En el caso de que sea el margen la magnitud económica a maximizar, significa que es el beneficio empresarial el criterio discriminante en la selección de las actividades: pretende optimizar las condiciones económicas de la empresa agrícola. Por el contrario, en el caso de una maximización del empleo, son las rentas salariales, el volumen global de ingresos de la sociedad, lo que determina la selección de los cultivos. Ni la renta de la propiedad de la tierra, ni el beneficio de las empresas cuentan en la planificación de los cultivos, sino el número total de personas empleadas, y, por tanto, el flujo global de medios que percibe la sociedad.

La contraposición de ambas políticas se pone de manifiesto en el cuadro siguiente, donde hemos recogido un resumen de los resultados obtenidos en el proceso del modelo matemático. En la parte superior del cuadro hacemos figurar el valor global que adquiere cada una de las ecuaciones que se maximizan sucesivamente. En la misma columna se encuentran los valores que adquieren las otras funciones que en ese momento no se pretenden maximizar, con los valores variables que maximizan la función que está subrayada.

Prescindiendo de la función «eventualidad», que tiene características especiales, las funciones «margen» y «empleo» apare-

CUADRO 1

VALORES ALCANZADOS POR LAS ECUACIONES OBJETIVO EN LA SOLUCION DEL MODELO

|                                           |                       | O B J E T I V O |        |        |        |       | EVENTUA-<br>LIDAD |
|-------------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------------------|
| OTROS VALORES                             | PRODUCTO              | VALOR           |        | MARGEN | EMPLEO |       |                   |
|                                           | BRUTO                 | AÑADIDO         |        |        |        |       |                   |
| VALOR                                     | Producto bruto . . .  | 10.867          | 9.275  | 10.018 | 9.187  | 5.698 |                   |
|                                           | Valor añadido . . . . | 6.379           | 6.411  | 6.221  | 4.901  | 3.126 |                   |
|                                           | Margen . . . . .      | 5.155           | 5.080  | 5.311  | 3.382  | 2.321 |                   |
|                                           | Empleo . . . . .      | 13.089          | 12.679 | 9.719  | 17.859 | 7.155 |                   |
| GLOBAL                                    | Estabilidad . . . . . | 124             | 587    | 132    | 454    | 103   |                   |
|                                           |                       |                 |        |        |        |       |                   |
| VALOR UNITARIO<br>POR PERSONA<br>EMPLEADO | Producto bruto . . .  | 830             | 732    | 1.030  | 514    | 796   |                   |
|                                           | Valor añadido . . . . | 487             | 506    | 640    | 274    | 437   |                   |
|                                           | Margen . . . . .      | 394             | 401    | 546    | 189    | 324   |                   |
|                                           |                       |                 |        |        |        |       |                   |

cen entre sí como contradictorias. La solución que maximiza el margen (5.311 millones) es la que da, asimismo, menor número de puestos de trabajo (9.719). Por el contrario, la solución que maximiza el empleo (17.859 puestos de trabajo) es la que da un margen más pequeño (3.382 millones).

La contraposición entre ambas políticas de rentabilidad y empleo aparece aún de forma más evidente en la parte inferior del cuadro. En ella hemos indicado los valores unitarios por persona empleada de las tres funciones: producto bruto, valor añadido y margen. Al maximizar el margen se obtienen los mayores valores de producto bruto, valor añadido y margen por persona empleada; por el contrario, el número de personas empleadas es muy corto. En cambio, al maximizar el empleo se puede llegar a dar trabajo a casi el doble número de personas, pero en cambio la productividad de estas personas se reduce a la mitad. Ni siquiera la producción total global es mayor en este último caso.

### III. LAS ROTACIONES DE LOS CULTIVOS

Aun cuando nos detendremos sobre todo en el examen de las rotaciones que maximizan ya sea el «margen» o el «empleo», creemos conveniente incluir aquí el resultado completo del procesamiento del modelo, con los resultados obtenidos de maximizar o minimizar, respectivamente, cada una de las cinco funciones objetivo que en principio se incluyeron en el modelo.

El primer fenómeno que aparece evidente es que la viña está presente en todas las soluciones del modelo excepto en la de eventualidad, con su máximo valor de 27.636 hectáreas. Tanto desde el punto de vista de su rentabilidad (más de 50.000 ptas. de margen por Ha), como en cuanto a su capacidad de empleo (33,89 jornales por Ha), la vid es un cultivo que ocupa siempre el primer lugar. En cuanto a eventualidad del trabajo, también ocupa el primer lugar y eso es lo que hace que sea eliminada en gran parte al pretender minimizar la estacionalidad del empleo.

El segundo fenómeno que aparece evidente es el comportamiento del otro cultivo arbóreo: el olivar. Según los datos incluidos en la ficha técnico-económica de este cultivo, el olivar ocupa uno de los primeros puestos en cuanto a demanda de trabajo (19,49 jornales por Ha y año) y a los precios a que se ha puesto la aceituna en el modelo, uno de los últimos en cuanto a margen unitario por hectárea (5.062 ptas). Mientras no cambien los datos básicos ya sea de rendimiento o de precio de la aceituna, el olivar

**CUADRO 2**  
**SUPERFICIE EN HAS. DE CADA CULTIVO SEGUN LA VARIABLE QUE SE MAXIMICE**

|                  | <i>PRODUCTO BRUTO</i> | <i>VALOR AÑADIDO</i> | <i>MARGEN</i> | <i>EMPLEO</i> | <i>EVENTUALIDAD</i> |
|------------------|-----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------------|
| Olivar .....     | 11.477                | 9.424                | 3.764         | 109.645       | 4.737               |
| Vid .....        | 27.636                | 27.636               | 27.636        | 27.636        | 8.709               |
| Remolacha .....  | 31.289                | 31.395               | —             | 34.170        | —                   |
| Trigo .....      | 129.129               | —                    | 129.207       | 80.496        | 15.218              |
| Cebada .....     | 458                   | 130.616              | 4.226         | —             | 127.194             |
| Habas .....      | —                     | —                    | —             | 1.413         | 26.458              |
| Garbanzos .....  | 3.135                 | 307                  | 3.132         | 14.301        | —                   |
| Girasol .....    | 40.689                | 44.546               | 83.128        | —             | 115.944             |
| Melón .....      | 47.168                | 47.168               | 47.168        | 10.630        | —                   |
| Algodonero ..... | 7.304                 | 7.198                | —             | 19.977        | —                   |

no tiene competencia ninguna para el aumento de la rentabilidad frente a los cultivos anuales. Sin embargo, su capacidad de demanda de trabajo es enorme.

Los cultivos anuales están divididos en nuestro modelo en dos hojas: la de cereales y la de barbechos, que de acuerdo con las exigencias de la rotación deben ser iguales en superficie.

En la hoja de cereales el trigo siempre pasa por delante de la cebada, tanto en el caso de maximizar la rentabilidad, como si se quiere maximizar el empleo. La cebada no tiene cabida en la campiña más que como cultivo marginal. El modelo solamente le ha dado entrada en aquellos sitios en que las limitaciones de tipo edafológico (suelos calizos) limitaban la presencia del trigo. Las 4.226 hectáreas de cebada que figuran en la solución que maximiza el margen están todas ellas en suelos rendsiniformes, en los que hemos reducido la posibilidad de presencia del trigo.

En la hoja de barbechos nos encontramos con dos grupos de cultivos que son de tendencias alternativas: un grupo constituido por la remolacha, el algodón y los garbanzos, que favorecen el empleo; y otro, que lo forman el girasol y el melón, que favorecen la rentabilidad.

Llegamos, pues, a la conclusión de que las diferencias de políticas agrarias en torno al empleo y a la rentabilidad se discuten en torno a dos áreas muy concretas: el olivar y la hoja de barbechos. La política que se pueda adoptar en torno a la vid y a la hoja de cereales no tendrá ninguna influencia en la consecución de uno u otro de los objetivos alternativos propuestos.

#### **IV. LA INTEGRACION DE AMBAS POLITICAS**

El modelo de programación lineal que hemos empleado para la planificación de los cultivos de la campiña permite llegar en el análisis de los resultados más allá de una mera presentación estática de las soluciones. Haciendo el análisis de sensibilidad podemos ver qué margen unitario por hectárea tendrían que tener los cultivos que no han entrado en la solución para entrar en ella, o al contrario, los que están en la solución a partir de qué margen saldrían de ella.

Buscando una integración de ambos objetivos, pretendemos avanzar en la línea de incorporar a la solución que maximiza el margen aquellos cultivos que maximizan el empleo. Explicamos más claramente esta hipótesis. A corto plazo, no es previsible un

cambio fundamental en la tecnología agrícola. Por tanto, los consumos de trabajo humano los podemos considerar constantes. En cambio, sí que es posible a corto plazo o bien cambiar los precios de los productos, o bien incluso mejorar los rendimientos físicos.

Haciendo una política de precios que actúe sobre la relación marginal de sustitución entre los cultivos que consumen mayor mano de obra se podría llegar a hacer más rentables precisamente aquellos cultivos que consumen más trabajo.

Sabemos que son cuatro los cultivos que, entrando en la rotación, maximizan el empleo: el olivar, la remolacha, el algodón y los garbanzos. Para que estos mismos cultivos puedan entrar en la solución que maximiza a su vez la rentabilidad, es preciso que aumenten su margen unitario en la medida siguiente:

#### **1. Olivar:**

Debe elevar su margen por lo menos a 7.352 pesetas para ocupar suelos margosos béticos o rendsiniformes. En cambio, es suficiente que alcance 5.854 pesetas para entrar en la solución sobre suelos rojos mediterráneos. La razón es clara: en los suelos margosos y rendsiniformes tiene que competir con cultivos más rentables. En cambio, en los rojos mediterráneos su competencia es con los garbanzos, que es el cultivo que tiene menor margen unitario de todos los que componen la hoja de barbecho y entran en la solución.

#### **2. Remolacha, algodón y garbanzo.**

Los tres entrarían en la solución compitiendo con el girasol, ya sea en los suelos margosos béticos, ya incluso en los rojos mediterráneos por lo que respecta a los garbanzos. El girasol, con sus 8,41 jornales por hectáreas es el cultivo de barbecho que demanda menos trabajo, pero dada su alta rentabilidad se convierte en un elemento creador de desempleo agrícola. Si se consiguiese que los cultivos que son más exigentes en puestos de trabajo fuesen tanto o más rentables que el girasol, se lograría un notable aumento de puestos de trabajo en la agricultura, casi duplicarlos, al pasar de 9.172 UTH a 17.859. Para ello es preciso que el margen de estos tres cultivos ricos en mano de obra llegue, por lo menos, a las 9.441 pesetas/hectárea.

#### *Olivar:*

Con los costes de producción que hemos establecido en la

---

---

ficha técnico-económica, y para una producción de 3.000 kilos/hectárea, un precio por kilo de aceituna que oscile entre 10 y 11 pesetas será competitivo con el girasol. Evidentemente, cualquier aumento en los costes de producción del olivar sobre los que hemos establecido en las fichas, o, por el contrario, un aumento en la rentabilidad del girasol, harán subir igualmente el precio de sustitución del girasol por el olivar.

*Remolacha:*

En la misma hipótesis, para hacer la competencia del girasol, un precio para la remolacha alrededor de las 2.500 pesetas.

*Algodón:*

Es de todos los cultivos sustitutivos el que requería mayor aumento de precio. Las 24 pesetas/kilo que se le han asignado en las fichas técnico-económicas tendrían que convertirse, por lo menos, en 29 ó 30 para que empezase a ser competitivo con el girasol.

*Garbanzos:*

Por último, el garbanzo también exigiría un aumento importante del precio del producto, permaneciendo todos los demás elementos del sistema iguales: alrededor de un 17 por 100 Las 25,70 pesetas que se han considerado en este modelo habrían de convertirse en 30 pesetas por lo menos.

Es importante señalar que estos aumentos de precios que hemos señalado no tienen nada que ver con la rentabilidad absoluta del cultivo, sino con su rentabilidad relativa. Es decir, no pretendemos asegurar que con esos precios el cultivo en cuestión será rentable; solamente decimos que con esos precios, permaneciendo igual todos los demás elementos del sistema, serán por lo menos tan rentables como el girasol. Esto no indica nada sobre si con esos precios los cultivos indicados serán rentables en sí mismos.

Este último es un problema enteramente diferente. La ecuación «margen» no considera nada más que los gastos directos del cultivo. No tiene para nada en cuenta los gastos de estructura de la empresa. El hecho de que tengamos un «margen» positivo, incluso si es el mayor posible, no significa todavía que la empresa en cuanto tal sea rentable.

---

## CONCLUSION

Llegados al final de este trabajo hemos de confesar que sus resultados no son precisamente alentadores. Una posibilidad de empleo, como máximo de 17.859 UTH, cuando la población agrícola activa actual son 47.059 personas, no es un final para tranquilizar a nadie. ¿Se impondrá aún en mayor medida el éxodo rural? ¿Podrá crearse en la zona una industria que absorba este excedente de mano de obra agrícola, más la procedente del incremento vegetativo de la población? La actual estructura agraria, ¿constituye una limitación al desarrollo social y económico de la población que habita en la campiña?

Los resultados a estas preguntas crean en nuestro espíritu un amplio margen de preocupación. Las conclusiones a que llegamos al final de la programación lineal de la cuarta parte nos indican que la actual estructura, aun llevada a su límite óptimo de aprovechamiento, no resuelve los problemas planteados. Si no se ve en el horizonte una solución industrial al problema, no queda más que el cambio estructural o el éxodo. ¿Hacia dónde podría caminar la evolución estructural de la campiña? No ha sido intención nuestra responder a esta segunda pregunta en este trabajo. El estudio de un posible cambio estructural había de comenzar por el análisis de la estructura actual y de sus posibilidades. Este ha sido nuestro objetivo en este trabajo.

De todas formas no creemos que este trabajo haya quedado agotado en esta primera etapa. Las cuantificaciones que hemos aportado han de servir igualmente como dato para modelos que aborden las posibles estructuras futuras. Es posible incluso que a algunos les parezca que varios de los datos que aportamos en este trabajo no llegan a estar concatenados con todos los demás; como que no son suficientemente aprovechados en las conclusiones posteriores. Esto ha sido incluso un principio metodológico expresamente pretendido. No hemos querido que éste sea un trabajo cerrado en sí mismo, sino que pueda encontrarse en él la documentación básica que pueda servir de nuevo de punto de partida a posteriores estudios. Era tanto más importante aceptar este método de trabajo cuanto que estábamos persuadidos de las limitaciones de la estructura actual, y de la necesidad de abordar el tema de la evolución estructural.

### Conclusiones finales

1. La campiña cordobesa queda delimitada al Norte por el río Guadalquivir; al Este, por el límite administrativo con la
-

provincia de Jaén; al Sur, por la isohipsa de los 500 metros; y al Oeste, por el límite administrativo con la provincia de Sevilla.

2. Para poder estudiar las estadísticas oficiales que utilizan una base municipal es aconsejable traducir los límites anteriores a límites municipales.

3. El empleo agrícola de las tierras continúa con un claro predominio de la rotación clásica: olivar, viña, cereales. El olivar ocupa alrededor del 30 por 100 de la tierra calma.

4. La mano de obra y la tracción no juegan como factores sustitutivos, sino complementarios. Una mayor intensidad de jornales por hectárea lleva consigo una mayor intensidad de potencial de tracción por hectárea. Es decir, juega más el factor «agricultura intensiva» que el factor de sustitución capital trabajo.

5. En la agricultura campañesa podemos señalar tres características estructurales:

— Los cultivos de vid y olivar van asociados con un alto empleo de trabajadores eventuales.

— Los cultivos de trigo y girasol determinan un alto grado de mecanización.

— La presencia femenina en los trabajos agrícolas está ligada a altos rendimientos por hectárea, es decir, a una agricultura intensiva, y a una importancia proporcionalmente elevada de la eventualidad del trabajo.

6. En una planificación de los cultivos de la campaña nos encontramos con dos alternativas políticas contradictorias: optimizar las condiciones económicas de la empresa agrícola; o, por el contrario, maximizar el empleo, y con él el volumen global de las rentas salariales. La elección de una alternativa u otra nos llevaría a dos rotaciones distintas de cultivos.

7. La integración de ambas políticas podrá conseguirse aumentando la rentabilidad de tres cultivos que a su vez proporcionan gran empleo, como son el olivar, la remolacha y el algodón. Si el aumento de la rentabilidad de estos tres cultivos los llevara a participar en la solución que maximiza la rentabilidad, puesto que son a su vez grandes consumidores de mano de obra, podría llegarse a la integración de ambas alternativas políticas.

---