

---

---

## UN MODELO DE LOCALIZACION PARA LA INDUSTRIA DE MATADEROS DE GALICIA

E. Díez Patier  
y P. Caldentey Albert

### INTRODUCCION

Esta nota presenta los resultados de un estudio diseñado para contrastar las hipótesis siguientes: que el número de mataderos existentes en Galicia es excesivo para un funcionamiento eficiente del sector a nivel regional; que los mataderos de Galicia tienen, en general, un tamaño demasiado reducido para aprovechar eficazmente las economías de tamaño existentes, y que la localización de los mataderos en zonas de producción puede permitir una reducción en los costes totales de la industria.

### OBJETIVOS

Los objetivos específicos de este trabajo consistieron en: 1) Estimar los costes de transporte, sacrificio y distribución para la industria de mataderos de Galicia; 2) Determinar la localización, número y tamaño óptimos de mataderos para la región, y 3) Sugerir un sistema para la determinación de diferencias interprovinciales de precios de ganado y carne consistentes con la estructura de coste mínimo.

### EL MODELO

El modelo que se aplicó fue básicamente el modelo de transbordo diseñado por King y Logan.

---

Dadas  $i$  regiones de producción, cada una de las cuales produce una cantidad  $X_i$ ,  $j$  localizaciones potenciales de mataderos, cada uno de los cuales sacrifica una cantidad  $Y_j$  y  $k$  centros de consumo, cada uno de los cuales consume una cantidad  $Z_k$ , el problema consiste en minimizar:

$$CT = \sum_i \sum_j T_{ij} X_{ij} + \sum_j S_j Y_j + \sum_j \sum_k D_{jk} Z_{jk}$$

con las restricciones:

- (1)  $\sum_j X_{ij} \leq O_i$
- (2)  $\sum_k Z_{jk} \geq D_k$
- (3)  $\sum_i X_{ij} = Y_j = \sum_k Z_{jk}$
- (4)  $X_{ij}, Y_j, Z_{jk} \geq 0$

donde:

$CT$  = Costes totales

$T_{ij}$  = Coste unitario de transporte de ganado desde la región de producción  $i$  al matadero  $j$ .

$X_{ij}$  = Cantidad de ganado enviado de  $i$  a  $j$ .

$S_j$  = Coste unitario de sacrificio de ganado en  $j$ .

$Y_j$  = Cantidad de ganado sacrificado en  $j$ .

$D_{jk}$  = Coste unitario de transporte de carne desde el matadero  $j$  al centro de consumo  $k$ .

$Z_{jk}$  = Cantidad de carne enviada de  $j$  a  $k$ .

$O_i$  = Oferta de ganado de la región de producción  $i$ .

$D_k$  = Demanda de carne del centro de consumo  $k$ .

La matriz del modelo en la formulación de programación lineal se construyó de manera que se tomasen en cuenta todas las actividades realizadas (1).

---

(1) Para una descripción del modelo de transbordo en la formulación de programación lineal, véase Díez Patier.

## EL PROCEDIMIENTO ANALITICO

### Localización y volúmenes de ofertas de ganado y demandas de carne

Las cuatro provincias gallegas fueron consideradas como áreas de oferta y de demanda, suponiéndose que tanto la oferta de ganado como la demanda de carne en cada provincia se concentran en un punto; se estableció, además, una quinta área de consumo, correspondiente al resto de España, a la cual fueron destinados los excedentes.

Las cifras de ofertas de ganado y demandas de carne se obtuvieron a partir de datos publicados por el Ministerio de Agricultura (cuadro 1).

Cuadro 1

Oferta y demanda de carne para consumo directo  
(vacuno, ovino y porcino), en T. M. canal.  
Galicia 1975

	<i>Oferta</i>	<i>Demanda</i>
La Coruña	25.376,5	24.707,5
Lugo	18.031,9	9.569,3
Orense	10.901,8	8.819,1
Pontevedra	18.575,1	18.570,4
<b>TOTAL</b>	<b>72.885,5</b>	<b>62.663</b>

*Fuente:* Ministerio de Agricultura. Boletín Mensual de Estadística Agraria (Marzo 1975 a febrero 1976).

### Designación de localizaciones potenciales de mataderos

Aunque el número de mataderos que sacrifican ganado para consumo directo en Galicia es de 102, se seleccionaron únicamente treinta localizaciones potenciales de mataderos para iniciar el estudio. Estas fueron: Arzúa, Betanzos, Carballo, Corcubión, Ferrol, La Coruña, Negreira, Padrón, Ordenes, Puente deume, Santiago, Chantada, Lugo, Ribadeo, Monforte, Villalba, Becerreá, Carballino, Orense, Verín, Valdeorras, Celanova, Caldas de Reyes, Cambados, La Estrada, Lalín, Pontevedra, Redondela, Tuy y Vigo.

### Costes de transporte de ganado

La función de costes de transporte de ganado utilizada, obtenida a través de una encuesta a pequeña escala, fue:

$$T_{ij} = 9,84 K_{ij}$$

donde  $T_{ij}$  es el coste de transporte, en pesetas por tonelada canal, desde el origen  $i$  al destino  $j$  y  $K_{ij}$  es la distancia (ida), en kilómetros, entre los puntos  $i$  y  $j$ .

### Costes de sacrificio

Las cifras de costes de sacrificio utilizadas fueron las obtenidas para seis de las plantas modelos analizadas en un estudio reciente por el Ministerio de Agricultura (1974), en las que se hicieron pequeños ajustes (cuadro 2).

Cuadro 2

Costes unitarios de sacrificio, por tamaño de mataderos.  
España 1975

<i>Tamaño (T. M. canal/año)</i>	<i>Coste (ptas./T. M. canal)</i>
1.000	11.508
2.000	8.906
3.000	7.558
4.000	7.260
5.000	6.976
10.000	5.471

Un ajuste por mínimos cuadrados de la función de costes de sacrificio, obtenida en base a los datos del cuadro 2, fue:

$$S_j = 99,2894 Y_j^{-0,3135}$$

donde  $S_j$  es el coste unitario de sacrificio, en pesetas por tonelada canal, e  $Y_j$  es el número de tonelada canal sacrificadas al año en el matadero  $j$ .

### Costes de transporte de carne

La función utilizada para calcular los costes de transporte de carne fue:

$$D_{jk} = 4,34 K_{jk}$$

donde  $D_{jk}$  es el coste de transporte, en pesetas por tonelada canal, de  $j$  a  $k$ , y  $K_{jk}$  es la distancia (ida), en kilómetros, entre los puntos  $j$  y  $k$ .

#### **Determinación de la localización, número y tamaño óptimo de mataderos**

Para la determinación de la localización, número y tamaño óptimos de mataderos se utilizó el siguiente proceso iterativo:

1. Se distribuyó la cantidad total de ganado a sacrificar entre el número total de mataderos potenciales, cuyas capacidades se determinaron entre unos límites mínimo y máximo de capacidad de sacrificio.

2. Se calcularon los costes unitarios de sacrificio correspondientes a estas capacidades.

3. En base a estos costes, junto con los de transporte de ganado y carne y los datos de producción y consumo, se emprendió el primer análisis de ordenador cuyos resultados proporcionaron el flujo y volúmenes de ganado a sacrificar en cada matadero y los de carne a enviar a cada centro de consumo para obtener un coste mínimo.

4. Se procedió a hacer ajustes, de acuerdo con los costes marginales de sacrificio obtenidos para cada matadero, eliminando mataderos del análisis.

5. Se calcularon de nuevo los costes unitarios de sacrificio para los nuevos volúmenes correspondientes a cada matadero, procediéndose al segundo análisis de ordenador.

6. Se continuó este procedimiento iterativo hasta que el coste global obtenido cesó de disminuir.

Este proceso de optimización permitió la obtención de un mínimo local, que se consideró satisfactorio para los propósitos de este trabajo.

El programa de ordenador utilizado fue el descrito por Land y Powell.

#### **Determinación de diferencias interprovinciales óptimas de precios**

La solución del dual del modelo de programación lineal empleado proporcionó las diferencias interprovinciales de precios de ganado y carne que minimizarían los costes globales de transporte y sacrificio de ganado y de transporte de carne.

## RESULTADOS

Se resolvieron tres modelos diferentes, todos ellos modelos Ex-Post correspondientes al año 1975.

### Modelo I

El modelo básico se diseñó para la determinación de la localización, número y tamaño óptimos de mataderos para Galicia en 1975.

La solución de coste mínimo de este modelo supuso un coste global de transporte y sacrificio de 432,4 millones de pesetas al año o aproximadamente 5.933 pesetas/Tm canal. La mayor parte de este coste global mínimo correspondió a los costes de sacrificio, que representaron un 92,21 por 100 de los costes totales de transporte y sacrificio.

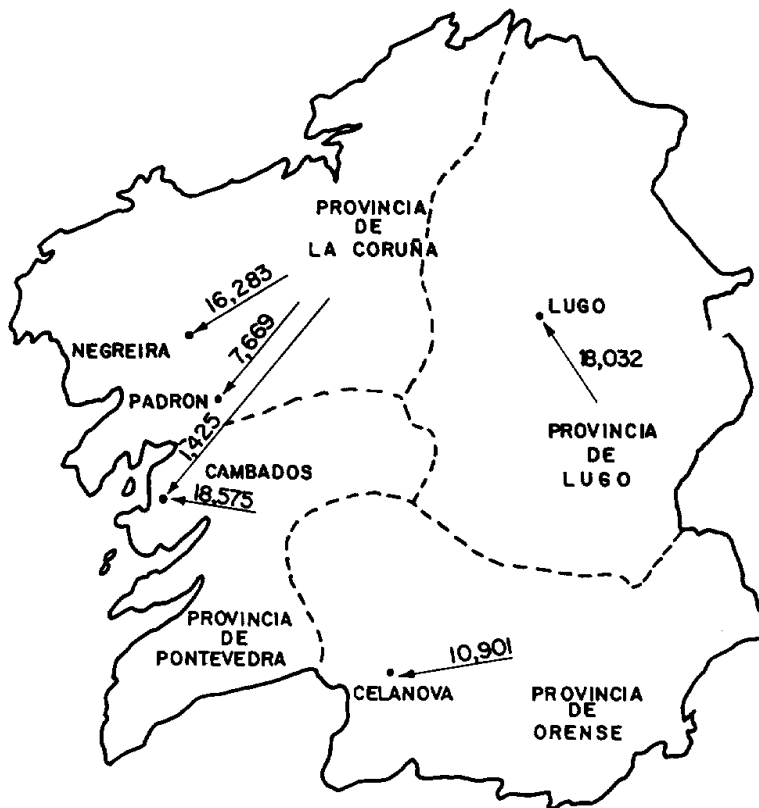
Esta solución de coste mínimo se obtuvo para una estructura de cinco mataderos, cuyos tamaños se determinaron simultáneamente al número óptimo (cuadro 3). El flujo óptimo de ganado desde las cuatro zonas de producción consideradas a los cinco mataderos de la estructura óptima aparece en el mapa 1, mientras que el mapa 2 muestra el flujo óptimo de carne desde los mataderos a los centros de consumo.

Esta solución óptima sería estable incluso con reducciones en los costes de transporte de hasta un 8,07 por 100 o aumentos de hasta un 21,05 por 100 o con reducciones en los costes de sacrificio de hasta un 1,62 por 100 o aumentos de hasta un 0,68 por 100.

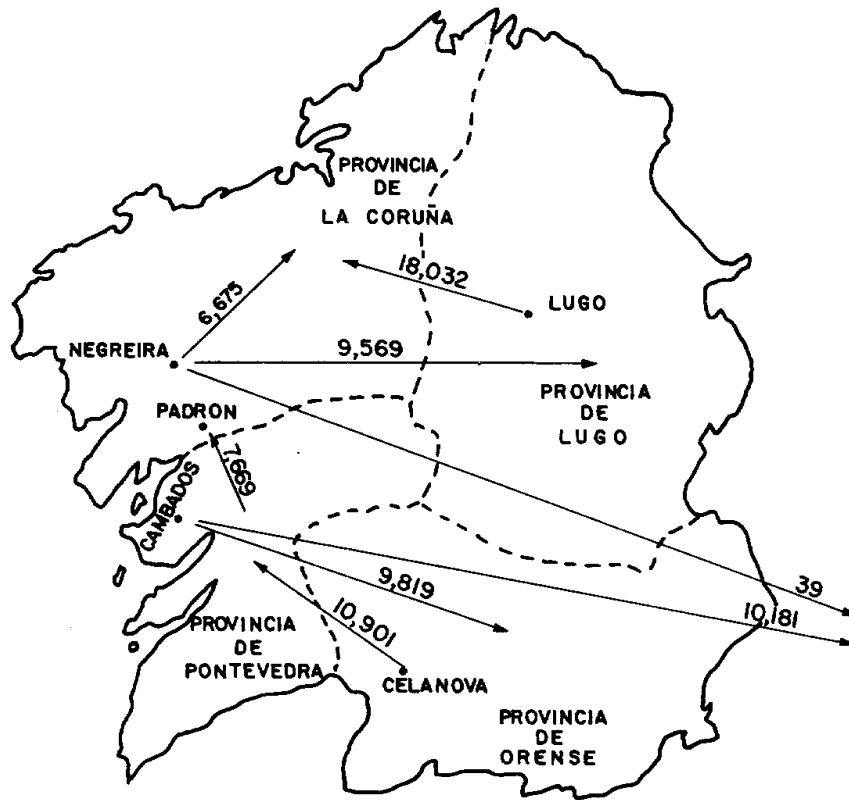
Cuadro 3

#### Localización, número y tamaño óptimos de mataderos (Modelo I). Galicia 1975

<i>Localización (municipio)</i>	<i>Tamaño (T. M. canal/año)</i>
Negreira	16.283
Padrón	7.669
Lugo	18.032
Celanova	10.901
Cambados	20.000



Mapa 1.- FLUJO OPTIMO DE GANADO, EN T.M. CANAL, DE AREAS DE OFERTA A MATADEROS.- GALICIA 1.975.



Mapa 2.- FLUJO OPTIMO DE CARNE, EN T.M. CANAL, DE MATADEROS A AREAS DE CONSUMO.- GALICIA 1975



El dual del modelo de minimización de coste resuelto sería un problema de determinar los precios de ganado y carne en cada provincia a fin de maximizar los ingresos totales. Los precios relativos que se obtendrían en la solución del dual entre las provincias gallegas muestran, sin embargo, una reducida importancia (cuadro 4).

**Cuadro 4**

**Diferencias interprovinciales de precios de ganado y carne, en pts/T.M. canal. Galicia 1975**

	<i>Ganado</i>	<i>Carne</i>
La Coruña	0	190
Lugo	134	381
Orense	215	758
Pontevedra	274	0

### **Modelo II**

Dando preferencia a la localización de los mataderos en los centros de consumo se obtuvo una solución de coste mínimo para una estructura de tres mataderos (cuadro 5), que supuso un coste global de 467,1 millones de pesetas al año o 6.408,76 ptas/Tm canal, un 8,01 por 100 más alto, aproximadamente, que la solución del modelo I.

**Cuadro 5**

**Localización, número y tamaño óptimos de mataderos (Modelo II). Galicia 1975**

<i>Localización (municipio)</i>	<i>Tamaño (T. M. canal/año)</i>
La Coruña	25.377
Lugo	18.032
Orense	29.476

### Modelo III

Imponiendo una restricción adicional, en el sentido de que el tamaño máximo de los mataderos fuera de 10.000 Tm canal al año, la solución de coste mínimo se obtuvo para nueve mataderos (cuadro 6), con un coste mínimo de 463,5 millones de pesetas anuales o 6.362,48 ptas/Tm canal, un 7,23 más alto que la solución óptima del modelo I, aunque un 0,72 por cien menor que la solución óptima del modelo II.

Cuadro 6

Localización, número y tamaño óptimos de mataderos  
(Modelo III). Galicia 1975

<i>Localización (municipio)</i>	<i>Tamaño (Tm. canal/año)</i>
Carballo	3.952
Negreira	10.000
Padrón	10.000
Santiago	10.000
Lugo	10.000
Ribadeo	8.031
Orense	4.707
Celanova	6.195
Cambados	10.000

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, las tres hipótesis iniciales parecen confirmarse: En Galicia existe un número excesivo de mataderos, cuyos tamaños son, en general, demasiado reducidos, y la localización de los mataderos en lugares próximos a las zonas de producción permitiría alcanzar costes totales de transporte y sacrificio ligeramente menores que los que se obtendrán situándolos en zonas más próximas a los centros de consumo.

Las principales conclusiones que se derivan de este estudio pueden resumirse de la manera siguiente:

1. Los costes unitarios de sacrificio de ganado disminuyen rápidamente a medida que aumenta el volumen de sacrificio del matadero hasta alcanzar las 3.000 Tm canal anuales, continuando

esta disminución, aunque a menor ritmo, hasta llegar al menos a las 10.000 Tm anuales.

2. Los costes de sacrificio constituyen el componente más importante de los costes de transporte, sacrificio y distribución para la industria de mataderos.

3. El tamaño mínimo eficiente para los mataderos de Galicia en 1975 se podría haber fijado en 7.669 Tm canal/año.

4. A medida que se reduce el número de mataderos existentes hasta alcanzar el número óptimo, los costes totales analizados disminuyen considerablemente.

5. Una estructura óptima de cinco mataderos hubiese satisfecho el consumo regional de carne y dado salida a los excedentes en Galicia en 1975 a un coste mínimo.

6. La localización de los mataderos en lugares próximos a las zonas de producción es preferible, desde un punto de vista de minimización de costes, a su localización en lugares próximos a los centros de consumo.

En conjunto, este trabajo ha mostrado las ventajas económicas relativas de un desplazamiento hacia una estructura más concentrada de la industria de mataderos de Galicia, implicando a la vez un menor número de mataderos y mayores tamaños de los mismos.

## REFERENCIAS

- Díez Patier, E. (1977): *Número, localizaciones y tamaños óptimos de mataderos en Galicia*. Tesis doctoral inédita. E. T. S. I. A. Universidad Politécnica. Madrid.
- King, G. A., y S. H. Logan (1964): «Optimum Location, Number and Size of Processing Plants with Raw Products and Final Product Shipments». *Journal of Farm Economics*, 46: 94-108.
- Land, A., y S. Powell (1973): *Fortran Codes for Mathematical Programming: Linear, Quadratic and Discrete*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Ministerio de Agricultura (1974): *Estudio sobre mataderos y centros de distribución de carnes*. Subdirección General de Industrias Agrarias. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Ministerio de Agricultura (1975): *Boletín Mensual de Estadística Agraria* (números 3 a 12). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Ministerio de Agricultura (1976): *Boletín Mensual de Estadística Agraria* (números 1 y 2). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid.