

Establecimiento de un modelo de programación lineal para la utilización de los pastos de puerto

M. OCAÑA y A. SÁEZ

Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro.
CSIC. Zaragoza

RESUMEN

Se ha construido un modelo de programación lineal, en el que pueden competir los siete distintos tipos de pasto de puerto estudiados, tanto como alimentación de verano (pastados "in situ") de todas y cada una de las especulaciones ganaderas que pueden consumir cada tipo determinado, como de alimentación de invierno (segado y benificado) de todas ellas.

El modelo permite, en su solución, la distribución de los efectivos ganaderos según cada tipo de pasto, así como su localización geográfica dentro de la "unidad de gestión" delimitada.

El interés de encontrar soluciones a la determinación del óptimo de productividad ganadera del sistema valle-puerto radica, sobre todo, en la siguiente circunstancia: Las "zonas de montaña" del país tienen un potencial ganadero de primer orden, pero están despoblándose y declinando económicamente, debido a que sus sistemas tradicionales de producción no pueden competir con los de "tierra baja". Por otro lado, el consumo de productos ganaderos es más elevado cada vez y obliga a la Administración Pública a importarlos, provocando un déficit considerable a nuestra balanza comercial agraria. Sería incongruente, por lo tanto, dejar perder los recursos de montaña, que están por su naturaleza condicionados a la producción de carne y leche.

Una vez delimitada la zona (Pirineo central), que constituye una entidad económica a la que se aplica un criterio de "unidad de gestión", se han analizado detalladamente todos los factores productivos naturales y las relaciones existentes entre ellos. Se han definido, cartografiado y valorado los pastos de puerto y de valle y la influencia que sobre ellos ejercen los factores ecológicos, climáticos y edáficos, así como las posibilidades de aumentar la producción mediante abonado, siega y pastoreo.

En la tabla 1 están incluidas las especulaciones ganaderas como "módulos" de explotación, pero no como unidades de explotación. El total de especulaciones son 13: 8 de vacuno, 4 de ovino y 1 de equino.

En tres ciclos biológicos completos se ha realizado el estudio de la vegetación, desde el punto de vista florístico y fitosociológico, prestando atención especial a la valoración bromatológica y cartográfica de los pastos, así como a su evolución y al estudio geológico, edáfico y ecológico.

Tras haber cuantificado los recursos disponibles en esta "unidad de gestión" representativa del sistema valle-puerto del Pirineo Central, se ha realizado la planificación económica mediante la aplicación de un "modelo" de programación lineal, elaborado específicamente para este trabajo.

La valoración de los pastos de puerto, tanto en superficie como en su composición bromatológica, va expresada en la tabla 2. Como puede comprobarse, se delimitaron siete tipos de pastos distintos (no se han considerado aquí otros cuya extensión o importancia no es apreciable), que podrían ser consumidos por una, dos o tres especies.

De la misma forma, en la tabla 3 consta la de los pastos de puerto sometidos a las mejoras que se han considerado de interés (siega o abonado más siega) y que por su localización y accesibilidad pueden ser susceptibles de dicha mejora.

Se ha considerado también la producción actual del valle y los recursos de fuera del sistema valle-puerto (alimentación de invierno y concentrados). Todo ello entra en el esquema de la matriz principal del modelo expuesta en el cuadro 1.

En ella podemos observar que los pastos de puerto (tabla 2) se han agrupado en tres tipos, según puedan ser consumidos por:

Vacuno + Ovino + Equino	... ..	VOE
Ovino + Equino	... ..	OE
Equino	... ..	E

considerando en cada uno de ellos U.A. y P.D.

Tras varias aproximaciones se pudo comprobar que una de las limitaciones al óptimo aprovechamiento del sistema valle-puerto era la disponibilidad de heno a bajo coste. Por ello se consideró la posibilidad de que las hectáreas susceptibles de mejora, o parte de ellas, se utilizaran bien como alimentación de verano (pastándose "in situ") o bien utilizando su producción henificada para alimentación de invierno.

De esta forma los tipos de pastos ya citados (VOE, OE y E) se han transformado en:

VOE	... ..	Vacuno + Ovino + Equino
OE	... ..	Ovino + Equino
E	... ..	Equino
LC	... ..	Vacuno + Ovino + Equino
NDD	... ..	Vacuno + Ovino + Equino
FESK	... ..	Equino

Hay que tener en cuenta que hay pastos que solamente pueden ser consumidos en verde (pastados) por una especie determinada; concretamente los pastos Fesk de la tabla 2, que sólo sirven para equinos, pero que una

TABLA NUM. 1

PASTOS

	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5	V-6	V-7	V-8	0-1	0-2	0-3	0-4	E
U.A. Puerto	755,94	1.052,52	1.036,02	808,30	832,14	817,22	808,30	817,22	141,35	114,45	165,03	158,70	1.410,32
P.D. "	61,28	100,84	98,37	76	79,34	70,65	76	70,65	10,34	8,36	12,08	11,62	133,45
Días "	129	129	129	99	99	99	99	99	148	107	175	153	170
U.A. Valle (1) . .	1.735,93	1.803,9	2.089,4	2.253,83	2.236	2.362,95	2.238,19	2.377,31	202,27	245,75	—	240,87	1.318,52
P.D. " (1) . .	165,50	175,64	218,65	240,23	238,01	268,54	240,36	270,67	19,52	22,6	—	25,12	117,83
Tamaño expl. Pro. .	200	150	150	150	150	150	150	150	350	700	1.000	1.000	150
" " Valle. . .	15	15	15	25	30	25	15	25	500	1.000	—	500	30
C.C. (sin aliment.) .	4.808	5.129	14.164	13.209,60	21.820,40	15.874	18.017,20	16.274	419,20	582,80	1.129,85	524,40	2.653,30
M.O. Puerto (horas) .	6,45	8,60	8,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	1,53	3,06	1,75	1,53	11,33
M.O. Valle (horas) .	98,33	102,3	125,86	106,64	88,66	130	177,33	130	7,10	6,56	—	8,48	40,5
U.A. concentr. cría .	—	65	200	330	400	330	430	400	25,2	100	—	—	45
P.D. " " " . .	—	7,8	24	40	48	40	50	48	4,48	14	—	—	3,60
S.S. adulto día, Kg. .	10	10	10	10	10	10	10	10	1	1	—	1	10
" " " " . .	18	18	18	18	18	18	18	18	1,6	1,6	—	1,6	18

PRODUCCIONES

						(2)	(2)						
Machos . .	—	0,3-220	0,4-190	0,4-200	0,42-200	0,4-200	0,4-245	0,4-245					
	—	0,1-200	0,78-170	0,65-160	0,85-200	0,65-174	0,65-174	0,65-174					
	—	—	—	—	0,75-165	—	—	—					
Terneros	—	0,1-180	0,25-170	0,25-180	0,285-180	0,4-180	0,4-215 (2)	0,4-215 (2)					
Hembras .	—	0,15-180	—	—	—	—	—	—					
	—	—	—	—	—	—	—	—					
Mamón macho . . .	0,42	—	—	—	—	—	—	—					
Mamón hembra . . .	0,27	—	—	—	—	—	—	—					
Leche (litros) . . .	1.080	740,5	842,7	1.630	—	2.220	1.630	2.220					
Vacas desvieje . . .	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1-22	1,3-30	0,4-22	0,9 lech.-9 kg.	
Corderos (Kg.) . . .									—	0,2-22	0,4-28	—	
Ovejas desvieje . . .									0,12	0,12	0,10	0,12	
Lana									1,8	1,8	1,8	2,40	
Leche (litros)									—	—	—	80	
Potros													0,60-220
Yeguas desvieje . . .													0,04
Beneficio bruto . . .	15.017,80	20.781,86	26.716,35	32.098,70	32.382,66	38.917,10	36.862,95	43.863,05	1.770	3.425,40	682,95	4.210,40	11.346,70

(1) Alimentación invierno adulto+alimentación volumen cría.

(2) Sobreprecio de 2.000 pesetas la unidad.

FUENTE: "Anexo: Opciones".

TABLA NUM. 2

VALORACION DE LOS PASTOS DE PUERTO

TIPO DE PASTO	TH Festucete- Trifolietum Thalii	LC Lolieto-Cynosuretum		FSCP Festuciom-Scopariae		NDD Cervunal dulce	ND Nardion	NDA Cervunal agrio	FSP Hieracieto- Festucetum Spadiceae	FESK Festucetum Eskiae
PRODUCCION										
<i>Kilo verde</i>										
U.A.	0,2129	0,1993	0,1993	0,2139	0,2139	0,2211	0,2211	0,2102	0,2201	0,2154
P.D. (Kg.) . . .	0,038	0,028	0,028	0,0291	0,0291	0,0396	0,0396	0,0305	0,0341	0,0307
S.S. (Kg.)	0,272	0,2844	0,2844	0,2785	0,2785	0,3239	0,3239	0,4008	0,3240	0,3617
<i>Por hectárea</i>										
Peso (Kg.)	3.259,67	9.908,58	9.908,58	4.919,21	4.919,21	6.804,57	6.804,57	6.392,22	5.700,62	9.970,53
S.S. (Kg.)	885	2.818	2.818	1.370	1.370	2.204	2.204	2.562	1.847	3.534
U.A.	694	1.974,78	1.974,78	1.055,22	1.055,22	1.504,5 (1)	1.504,5 (1)	1.343	1.254,71	2.147,65
P.D. (Kg.)	123,87	277,44	277,44	143,15	143,15	269,46	269,46	194,96	194,39	306,09
Número hectáreas . .	666	69	1.201	1.498	2.527	34	5.096	1.258	262	2.691
Especie a utilizar . .	Todas	Eq.-Ov.	Todas	Eq.-Ov.	Todas	Eq.-Ov.	Todas	Equino	Todas	Equino
<i>Producción total</i>										
Peso (Tm.)	2.170,90	683,54	11.900,14	7.369,12	12.430,88	231,24	34.676,13	8.041,42	1.493,52	26.292,51
S.S. (Tm.)	589,40	194,40	3.384,40	2.052,30	3.462	74,90	11.231,60	3.223	483,90	9.510
U.A.	462.204	136.260	2.371.711	1.576.225	2.658.960	51.153	7.666.932	1.689.494	328.734	5.779.326
P.D. (Kg.)	82.497	19.143	333.205	214.439	361.740	9.161	1.373.168	245.260	50.930	823.688
Núm. Ha. ni abo- nables ni segables.	666	69	533	1.498	2.527	34	3.876	— (2)	262	2.281

(1) La producción según los análisis bromatológicos es de 1.504,5 U.A./Ha.; pero las pastables por el ganado, 860 U.A./Ha.

(2) Este tipo de pasto sólo tiene como posibilidad su siega. De ahí que ninguna de las 1.258 Ha. pueden ser pastadas.

FUENTE: "Valoración de los pastos de Puerto".

TABLA NUM. 3

VALOR POTENCIAL (EN HENO) DE LOS PASTOS DE PUERTO

TIPO PRODUCCION	LC				NDD				NDA		FESK	
	Segado	Abonado y segado	Segado	Abonado y segado	Segado	Abonado y segado	Segado	Abonado y segado	Segado	Abonado y segado	Segado	Abonado y segado
<i>Por Kg. de heno</i>												
U.A.	4255.0	8685.0	4255.0	8685.0	4255.0	8685.0	4255.0	8685.0	4255.0	8685.0	4255.0	8685.0
P.D.	780.0	1860.0	780.0	1860.0	780.0	1860.0	780.0	1860.0	780.0	1860.0	780.0	1860.0
S.S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coste (pras.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M.O. (horas)	4200.0	8280.0	4200.0	8280.0	4200.0	8280.0	4200.0	8280.0	4200.0	8280.0	4200.0	8280.0
<i>Por Ha.</i>												
Peso	5.330.60	12.92	5.330.60	12.92	5.330.60	12.92	5.330.60	12.92	5.330.60	12.92	5.330.60	12.92
U.A.	2.946.62	6.115.53	2.946.62	6.115.53	2.946.62	6.115.53	2.946.62	6.115.53	2.946.62	6.115.53	2.946.62	6.115.53
P.D.	446.17	1.191.00	446.17	1.191.00	446.17	1.191.00	446.17	1.191.00	446.17	1.191.00	446.17	1.191.00
S.S.	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Coste (pras.)	3.467.57	4.990.32	3.467.57	4.990.32	3.467.57	4.990.32	3.467.57	4.990.32	3.467.57	4.990.32	3.467.57	4.990.32
M.O. (horas)	66.21	147.1	66.21	147.1	66.21	147.1	66.21	147.1	66.21	147.1	66.21	147.1
Número Ha.	669	022.1	669	022.1	669	022.1	669	022.1	669	022.1	669	022.1

FUENTES: "Valoración de los pastos de Puerto".
"Transferencia de la producción estival de los puertos a los valles".

CUADRO 1

	PASTOS VOE								PASTOS OE				PASTOS E	PASTOS LC							
	V1	V2	—	V8	01	—	04	E	01	—	04	E		E	V1	—	V8	01	—	04	E
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	U.A. (VDE)	....	....	—	....	....	—	....	....												
2	P.D. (VDE)	....	....	—	....	....	—	....	....												
3	U.A. (OE)								....	—	....	....									
4	P.D. (OE)								....	—	....	....									
5	U.A. (E)												....								
6	P.D. (E)												....								
7	U.A. (LC)													....	—	....	....	—	....	....	
8	P.D. (LC)													....	—	....	....	—	....	....	
9	U.A. (NDD)																				
10	P.D. (NDD)																				
11	U.A. (FESK)																				
12	P.D. (FESK)																				
13	U.A. V1	....													....						
14	P.D. V1	....													....						
15	S.S. V1	....													....						
16	.....																				
17	.....																				
18	.....																				
19	.....																				
20	.....																				
21	U.A. 01				....				....												
22	P.D. 01				....				....												
23	S.S. 01				....				....												
24	.....																				
25	.....																				
26	.....								....				....	....						....	
27	U.A. E								....				....	....						....	
28	P.D. E								....				....	....						....	
29	S.S. E														(1) CV1	—	CV8	C01	—	C04	CE
30	SUPERFICIE LC																				
31	SUPERFICIE NDD																				
32	SUPERFICIE FESK																				
33	SUPERFICIE NAD																				

En punteado: necesidades por unidad de producción (desde la fila 13 con signo negativos)
(1) Coeficientes: Superficie por animal.

vez henificados, dicho producto puede ser consumido por cualquiera de las tres especies. En el planteamiento (cuadro II) puede observarse en las filas correspondientes a la alimentación de invierno. Por otra parte, hay un tipo de pasto, NDA de la tabla 2, cuya utilización en forma de pasto de verano, debido a sus características, sería muy escasa, y solamente por los équidos, mientras que en forma de heno (previa siega), podría ser utilizada por las tres especies y, además, en su totalidad.

Los pastos LC, NDD, FESK y NDA han sido introducidos en el planteamiento tanto de esta forma (pastos de verano) como para la alimentación de invierno, segados y henificados o abonados, segados y henificados.

CUADRO II

[illegible]

La unión de todas estas posibilidades está representada en el cuadro II por las inecuaciones de superficie:

Sumatorio de: Superficie que ocupa cada unidad ganadera en pastos de puerto por número de cabezas más Has. segadas o abonadas menor o igual que superficie total de ese determinado tipo de pasto.

Todo lo antedicho, incluido en el planteamiento, dio lugar a la siguiente solución (teniendo en cuenta sólo lo que a pastos o heno de puerto se refiere):

ESTRUCTURA DE LA MATRIZ

PASTOS

RECURSOS

ALIMENTICIOS

INVIERNO

	V1V2	V O E	O E	E	RECURSOS VOLUMEN V1	RECURSOS VOLUMEN V2	RECURSOS VOLUMEN V8	RECURSOS VOLUMEN O1	RECURSOS VOLUMEN O2	RECURSOS VOLUMEN O4	RECURSOS VOLUMEN E	RECURSOS VOLUMEN V2	RECURSOS VOLUMEN V8	RECURSOS VOLUMEN V1	RECURSOS VOLUMEN V2	RECURSOS VOLUMEN E	TERMINO INDEPENDIENTE
ALIM. VERANO TODAS ESPECULAC.	U.A. (VOE)																13.488.541
	P.D. "																2.201.540
	U.A. (OE)																1.763.638
	P.D. "																242.743
	U.A. (E)																5.779.326
	P.D. "																823.688
ALIM. INVIERNO VACUNO	U.A. (V1)																0.
	P.D. "																0.
	U.A. (V1)																0.
	P.D. "																0.
	S.S. "																0.
ALIM. INVIERNO VACUNO	U.A. V8																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. O1																0.
	P.D. "																0.
	U.A. O2																0.
	P.D. "																0.
	U.A. O4																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. E																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. V2																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. V8																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. O1																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. O2																0.
	P.D. "																0.
ALIM. INVIERNO OVINO	U.A. E																0.
	P.D. "																0.
M. Obra verano																	0.
M. Obra invierno																	0.
Cap. Circulante																	0.
Dis. heno Valle																	21.529,9 Tm

CUADRO III

	Unidades
<i>Especulaciones ganaderas</i>	
V4 (de NDD)	1.297
V4 (de LC)	1.632
V4 (de VOE)	9.089
V8 (de VOE)	600
O2 (de OE)	12.637
O4 (de OE)	2.000
E (de E)	3.474
E (de FESK)	624

Esta solución incluye la utilización de los siguientes recursos:

	Hectáreas
Pastos de puerto VOE:	
Asignados a vacas V4	7.372
Asignados a vacas V8	492
Pastos de puerto OE:	
Asignados a O2	1.313
Asignados a O4	288
Pastos de puerto E:	
Asignados a E	2.281
Pastos de puerto LC:	
Asignado a V4	668
Pastos de puerto NDD:	
Asignado a V4	1.220
Pastos de puerto FESK:	
Asignado a E	410
Pastos de puerto NDA: <i>Segado y benificado.</i>	
Asignado a V4	127,57
Asignado a V8	496,24
Asignado a O2	186,18

El planteamiento estudiado permite la competencia de un pasto (alimentación de verano) con su propio heno (alimentación de invierno), además de conseguir la *máxima utilización de la producción del puerto.*

ESTABLISHMENT OF A MODEL OF LINEAR PROGRAMMING FOR THE USE OF MOUNTAIN PASS PASTURES

SUMMARY

A MODEL of Linear Programming has been constructed, in which the 7 different types of mountain pass pasture studied are able to compete, both Summer feeding (grazed "in situ") of all and each one of the livestock speculations which can consume each determined type, and Winter feeding (mowed and haymade) of all of them.

The MODEL allows, in its solution, the distribution of the livestock species according to each type of pasture and, as well, their geographical localization within the delimited "management unity".