

Robotización del ordeño

ESTUDIO EN UNA EXPLOTACION DE VACUNO SITUADA EN LA PROVINCIA DE LUGO

Por: Fernando Verdes*, G. Amil* y Francisco Maseda*

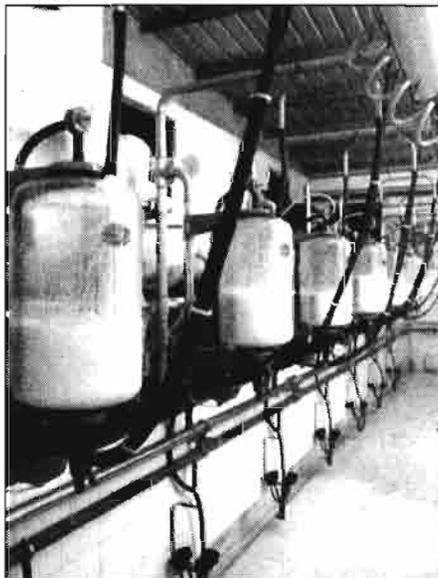
INTRODUCCION

A partir de los primeros años de la década de 1980, las nuevas tecnologías y de manera particular, la automática y la robótica, revolucionaron las técnicas de trabajo y permitieron realizar, en algunos casos por completo, el control de las variables que intervienen en los procesos productivos, sin necesidad de personal alguno.

El sector agrario presenta unas particularidades muy específicas que ralentizan la incorporación a sus procesos de producción las nuevas tecnologías aludidas en el párrafo anterior. Esas particularidades se refieren, entre otros, a los siguientes aspectos:

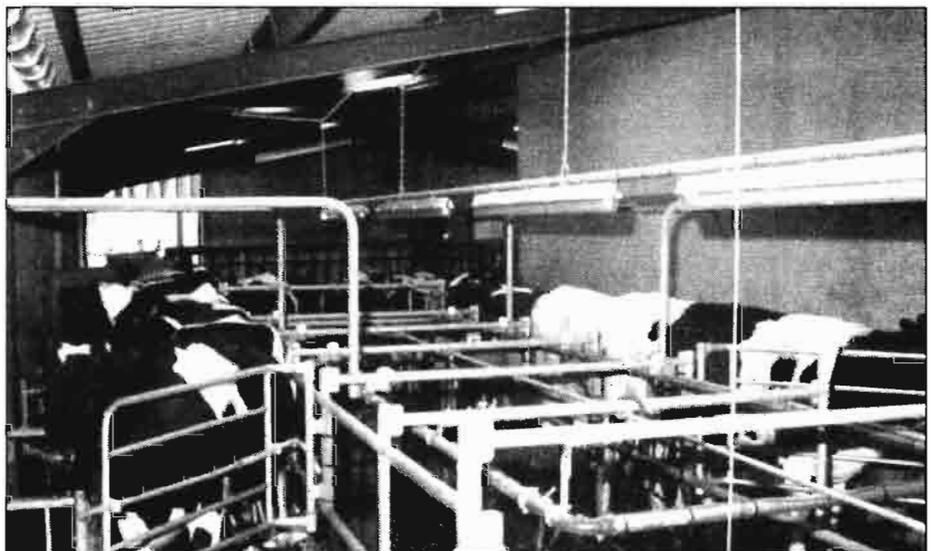
- estacionalidad de muchas labores,
- carestía y peligrosidad de algunos de los productos utilizados,
- necesidad de trabajar con productos difícilmente accesibles, baratos y dispersos en áreas muy amplias,
- gran variedad de formas, tamaños y colores de los productos obtenidos que, con frecuencia además, son extraordinariamente frágiles,
- posibilidad, al menos en alguna área de trabajo como por ejemplo en producción animal, de que puedan darse reacciones peligrosas e imprevisibles y, finalmente,
- condiciones climáticas, muchas veces adversas.

Por las razones expuestas, es todavía necesario desarrollar mucho trabajo investigador que permita incorporar, con garantía suficiente, aquellas técnicas de producción al sector agropecuario.



Ciñéndonos al campo concreto de la producción animal, y de manera particular al ordeño de las explotaciones de ganado vacuno, hay que señalar que es en esa labor donde fueron llevados a cabo los primeros sondeos informáticos que abrieron el camino hacia la automatización del sector pecuario y, en la actualidad se ha conseguido ya el desarrollo de una sofisticada tecnología que permite comercializar un tipo de sala de ordeño (SO) donde se llevan a cabo sin necesidad de personal alguno el control de las variables productivas.

En la revista de AGRICULTURA se han publicado artículos que hicieron referencia a la ingeniería de sistemas que interviene en la tecnología que permite realizar, sin intervención del vaquero, las labores de:



SOPEXA.

(*) Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Santiago.

- Identificación de los animales que acuden a la sala,
- pesado de los mismos y apoyo de la ubre,
- control de producción y detección precoz de mamitis,
- retirada automática de la unidad de ordeño,
- suministro de alimento concentrado según el nivel productivo, tanto dentro como fuera de la SO.

Como se puede observar, la única labor que necesita de la intervención de personal es la puesta de pezoneras y, por lo que a esta labor respecta, ya se ha conseguido realizar un robot de que la efectúa. Es lo que se conoce como robot de ordeño.

También AGRICULTURA, ha publicado artículos sobre el estado actual de la tecnología de dicho robot, describiendo, obviamente con las limitaciones que impone la protección industrial, los principios físicos utilizados, tanto en la parte de análisis de imagen como en la parte de robótica.

En la actualidad ya es posible adquirir un centro de ordeño robotizado (COR), y este trabajo pretende realizar un análisis de la incidencia que tal centro puede tener en la rentabilidad productiva.

INCIDENCIA DEL ORDEÑO ROBOTIZADO EN LA PRODUCCION LACTEA

A nuestro entender el estudio del ordeño robotizado, desde una perspectiva de ingeniería agronómica, debe tener en cuenta un doble aspecto: el puramente tecnológico y el de su influencia sobre la actual técnica productiva. En anteriores ocasiones se ha hecho referencia al primero y en esta, vamos a referirnos a su influencia en la rentabilidad productiva.

Una explotación de vacuno de leche puede ser definida como un lugar geográfico en el cual evolucionan tres poblaciones distintas:

- productos,
- medios productivos, y
- personal,

y para definir como se verá afectada la explotación si se sustituye la sala de ordeño, por un centro de ordeño robotizado, es preciso estudiar como resulta influido cada uno de los conjuntos aludidos.

Una explotación de ganado vacuno para producción láctea rinde básicamente dos tipos de productos:

- leche, y
- carne,

y en ambos tiene una incidencia notable la robotización como demuestran unas experiencias efectuadas por el IMAG [(Wageningen) Holanda] donde, trabajando con lotes de hembras, uno en ordeño clásico, dos veces al día, y otro en ordeño libre, se obtuvo como resultado que los animales en ordeño libre acudían al COR hasta ocho veces al día y, como consecuencia, sin variar la alimentación ven aumentada la cantidad de leche producida en el total de la lactación, en un 14%, sin que, por otra parte, se aprecie diferencia significativa alguna ni en el estado de salud ni en la fertilidad de los mismos.

Teniendo en cuenta este incremento productivo del 14%, en las páginas que siguen se calculan los flujos económicos comparando nueve situaciones, según el tipo de animales (alta, media y baja producción, medida en kg/vaca y año), el centro de ordeño (RO ó COR) y el racionamiento (disminución o no de consumo de pienso).

Se toma como referencia una explotación de ganado vacuno, situada en la provincia de Lugo y con una cuota láctea fijada en 321.420 kg/año. En ella está instalada una SO en espina de pescado para 10 plazas.

Los resultados obtenidos para esas nueve situaciones, figuran en el cuadro nº 1 y la justificación de los datos en el incluidos, es el objeto de este trabajo.

La leche producida, principal fuente de ingresos de la explotación, tendrá el mismo precio de venta cualquiera que sea el supuesto considerado. Por ello, y considerando fijas tanto la cuota de producción como la calidad, no afecta a los índices relativos obtenidos en las distintas situaciones y, su valor no se tiene en cuenta para los cálculos, a efectos comparativos.

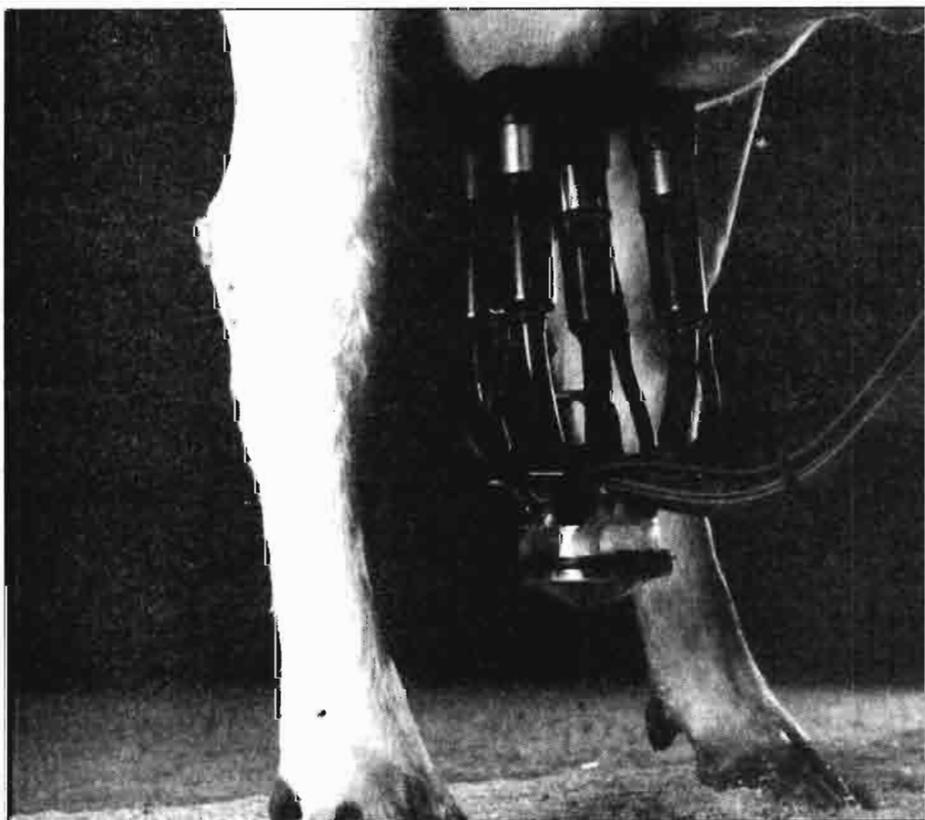
ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El cuadro nº 2, compara los valores medios de los índices relativos a "ingresos menos gastos (I-G) por kg de leche producida".

En el concepto "ingresos" se consideran las ventas de terneros y de vacas de desecho, ya que los derivados de la venta de leche son los mismos para todos los supuestos.

Ingresos por venta de terneros

El porcentaje medio de nacimientos se estimó en el 92%, siendo destinada



El grupo de producción de leche Harmony patentado por la compañía, proporciona un flujo continuo de leche y reduce la velocidad de impacto del aire en los pezones de las vacas.

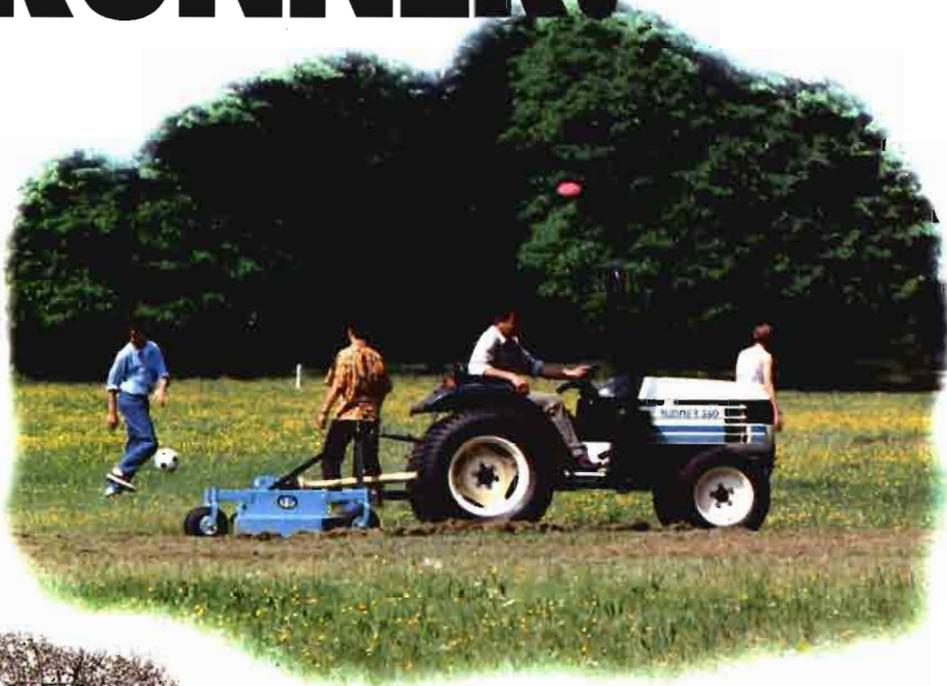
¿Qué tienen los profesionales del verde para cuidar los jardines de los municipios?

¿Y para trabajar en el campo?

¡EL RUNNER!

EN LOS MUNICIPIOS

Eficaz y confortable, concebido para aprovechar al máximo la potencia y trabajar con agilidad en espacios reducidos, el nuevo tractor compacto Runner Lamborghini trabaja con eficiencia y precisión en espacios cerrados, instalaciones deportivas, espacios verdes con un gama completa de aperos desarrollados para aprovechar al máximo su versatilidad.



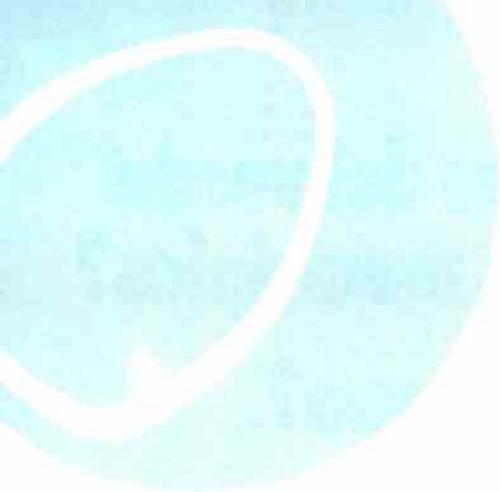
EN EL CAMPO

Trabajando en ladera y en terrenos difíciles el Runner Lamborghini se encuentra realmente a sus anchas aprovechando al máximo toda su capacidad de tracción.

En los invernaderos y en espacios cerrados exprime al máximo la gran maniobrabilidad con la que ha sido proyectado.

RUNNER 350.

Lamborghini



Especialistas en Girasol



**SEMILLAS
PACIFICO**



Distribuida en exclusiva por



CARGILL ESPAÑA, S.A.

EXTREMADURA - TEL. 924-45 55 00-01 CASTILLA-LEÓN - TEL. 983-23 96 59 CASTILLA-LA MANCHA - TEL. 967-44 09 21
ANDALUCÍA - TEL. 95-428 92 00 - TEL. 957-47 65 51 ARAGON-CATALUÑA - TEL. 976-27 58 91

CONCEPTO	kg / vaca y año								
	7 500		5 300		3 500				
	S O	C O R	S O	C O R	S O	C O R			
N° de vacas	42,9	37,6	60,0	52,6	91,8	80,6			
I Terneros	2,50	2,43	2,13	3,58	3,41	3,14	5,65	5,48	4,81
V. desecho	0,86	1,00	0,88	1,05	1,40	1,23	1,29	1,61	1,41
TOTAL INGRESOS	3,36	3,43	3,01	4,63	4,81	4,37	6,94	7,09	6,22
G Piensos	8,55	7,50	6,74	8,54	7,48	6,36	8,62	7,47	6,19
A M. obra	5,34	2,84		6,79	3,87		11,43	7,39	
S Forraje	5,63			7,79			10,16		
T Sanidad	1,20	1,05		1,59	1,39		2,28	2,00	
O Amortiz.	2,57	6,53	6,47	2,57	7,07	6,47	2,57	7,82	7,07
S Reposición	0,95	1,11	0,97	1,17	1,56	1,37	1,43	1,79	1,57
TOTAL GASTOS	24,23	24,80	23,69	28,44	29,36	27,25	36,48	36,91	34,38

Cuadro n° 1. Resumen de resultados en pta/kg. de leche

Tipo de ganado según producción	ALTA	MEDIA	BAJA
	I = $3,26 \pm 0,13$ G = $24,24 \pm 0,32$ -20,98	I = $4,60 \pm 0,13$ G = $28,35 \pm 0,61$ -23,75	I = $6,75 \pm 0,27$ G = $35,92 \pm 0,78$ -29,17

Sistema de ordeño	S O	C O R
	I = $4,89 \pm 1,05$ G = $29,72 \pm 3,59$ -24,74	I = $4,82 \pm 0,65$ G = $29,39 \pm 2,15$ -24,57

Racionamiento en el caso de C O R	I (sin reducción de animales)	II (con reducción de animales)
	I = $5,11 \pm 1,07$ G = $30,35 \pm 3,53$ -25,24	I = $4,53 \pm 0,93$ G = $28,44 \pm 3,14$ -23,91

Cuadro n° 2. Índices relativos en pta/kg de leche. Comparación de valores medios.

CONCEPTO	S O	C O R
ALTA PRODUCCION	7	6
MEDIA PRODUCCION	8	6
BAJA PRODUCCION	10	8

Cuadro n° 3. Vida útil de las hembras según producción y sistema de ordeño (años).

una parte de los mismos a la reposición anual de las hembras productoras que causan baja en la explotación.

El precio medio de venta en el mercado con destino a cría se estima, a efectos de cálculo, en 24.000 ptas./unidad.

Ingresos por venta de hembras de desecho

El período medio de vida útil de las hembras en la explotación va a depender fundamentalmente de dos factores:

- su productividad, y
- el sistema de ordeño utilizado.

Por ello, anualmente, será necesario reponer un determinado número de animales.

En el cuadro n° 3 aparecen reflejados los años de vida útil que se han considerado para cada caso, teniendo en cuenta los anteriores parámetros.

En el resumen del cuadro n° 1, se ha estimado, a efectos de cálculo, un precio medio de venta de 45.000 ptas./unidad.

Gasto en alimentos concentrados

Para la determinación de este coste, se ha considerado una ración diaria que supone una media de 0.280 kg de pienso por kg de leche para el ganado en producción, durante un período que abarca 10 meses al año.

El precio del concentrado se considera de 30.5 pta/kg y presenta el siguiente valor nutritivo:



GALICIA

- proteína digestible: 0.151 Kg/kg,
- energía digestible: 0.970 UF/kg,
- materia seca: 88.5%.

En el caso de mantener el mismo nº de cabezas con COR que con SO y debido a que los animales incrementan su producción como consecuencia del ordeño libre, el racionamiento debe tener en cuenta tal circunstancia y disminuir el concentrado de manera que la producción total del rebaño no sobrepase la cuota láctea disponible.

En el segundo supuesto, al disminuir el nº de efectivos con COR, es posible, produciendo el mismo volumen de forraje en la explotación, aumentar la cantidad ingerida por cada vaca y, en consecuencia, disminuir la cantidad de alimento concentrado.

Con esas hipótesis se diseña el racionamiento.

Gastos en mano de obra

Este coste se calculó valorando la unidad de tiempo empleada por la mano de obra en las diversas operaciones. Se tomó como dato base 426.7 pta/h, que equivale a una retribución anual de 1.200.000 pta.

El COR elimina gran parte de la mano de obra pues en esta labor emplea un trabajador 9 min/vaca y día, en el caso de las hembras muy productoras; 7.5 min/vaca y día, en las de media producción y 6.8 min/vaca y día, en el caso de las poco productoras, según datos obtenidos en la explotación de referencia.

Hay que tener en cuenta que en cada turno de trabajo, actuaban dos operarios y que la sala no disponía de retirada automática de la unidad de ordeño.

Gastos en alimentos forrajeros

La explotación considerada dispone de la siguiente producción forrajera:

- 180.846 kg de heno de pradera polifita de calidad media,
- 255.960 kg de ensilado de pradera, y
- 189.000 kg de forraje verde.

En los cuadros nº 4 y 5, se refleja el valor alimenticio de los forrajes utilizados, así como la ración alimenticia suministrada al ganado según producción y forma de ordeño.

En el caso de considerar hembras muy productoras, se producirá un exceso de alimentos forrajeros en la explotación, al haber un menor número de animales, mientras que en el caso opuesto, animales poco productivos, habrá un déficit.

El coste de los forrajes se ha calculado partiendo de un precio base de 10 pta/kg M.S.

Gastos en Sanidad

Este concepto engloba los costes ocasionados por la asistencia veterinaria y la inseminación artificial, estimándose en 9.000, 8.500 y 8.000 pta/vaca y año según se consideren hembras de alta, media o baja producción.

Gastos en amortización de las instalaciones de ordeño

El cálculo del coste horario y anual de la SO y del COR, se ha efectuado en ba-

se a las expresiones que son de uso común en la bibliografía al respecto.

Se trabajó además con los siguientes datos:

- valor de adquisición para la SO: 5.000.000 pta,
- valor de adquisición para el COR: 10.000.000 pta,
- vida útil para la SO: 12 años (17.000 h).
- vida útil para el COR: 7 años (18.000 h).

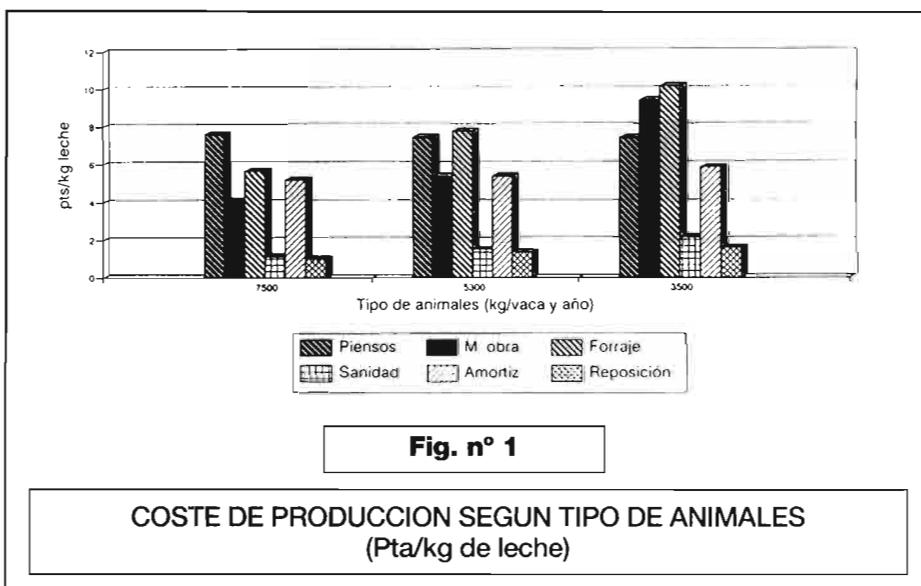
El nº de horas de trabajo al año para la SO se dedujo en base a los datos de mano de obra.

Para el COR, se consideró que éste dispone de 4 puntos de ordeño siendo utilizados simultáneamente dos de ellos como media y empleando en cada turno 5, 4 y 3 min., según la mayor o menor productividad del animal.

Finalmente, se considera el 9% como interés del capital.

Gastos en recría para reposición

Según datos experimentales, los gastos ocasionados por una novilla hasta su



CONCEPTO	HENO	ENSILADO	VERDE
PD (kg/kg)	0.038	0.009	0.017
UF (kg/kg)	0.490	0.150	0.150
MS (%)	85.70	22.50	20.00

Cuadro nº 4. Valor nutritivo de los alimentos forrajeros.

CONCEPTO	kg / vaca y año						Vacas secas
	7 500		5 300		3 500		
	S O	C O R	S O	C O R	S O	C O R	
Nº vacas	42,9	37,6	60,0	53,6	91,8	80,6	
Heno R1	9,0	10,4	9,0	10,4	7,0	8,0	5,8
Heno R2	9,0	10,4	9,0	10,4	4,7	5,7	4,7
Ensilado	27,3	31,8	24,0	26,0	27,0	31,4	22,8
Verde	14,7	17,3	17,0	18,5	20,0	23,3	20,0

Cuadro nº 5. Ración alimenticia suministrada según producción y sistema de ordeño. (kg/día).

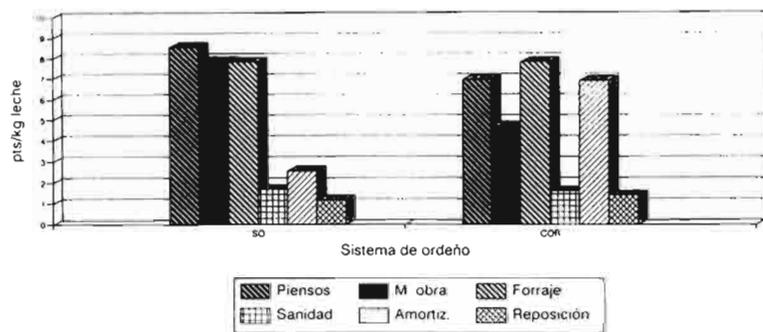


Fig. nº 2

COSTE DE PRODUCCION SEGUN TIPO DE ANIMALES (Pta/kg de leche)

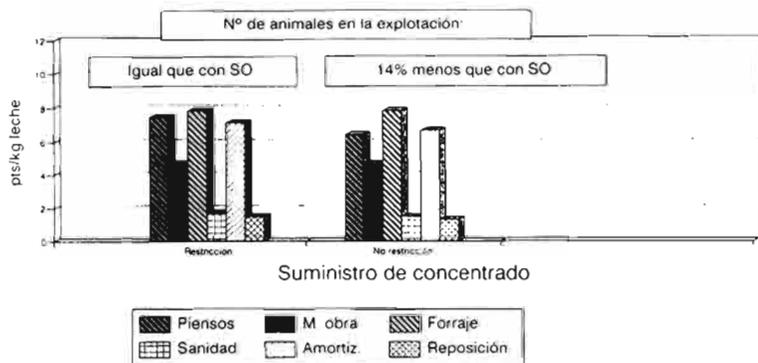


Fig. nº 3

COSTE DE PRODUCCION SEGUN SUMINISTRO DE CONCENTRADO

de producción”, medida en pta/kg de leche producida, tienen los factores de variación, “tipo de animales”, “sistema de ordeño”, y “suministro de concentrado”.

De manera gráfica, esa influencia se cuantifica en las figs. nº 1, 2 y 3, que representan, desglosado, el coste que ocasiona cada uno de los componentes que intervienen en una explotación de vacuno de leche, a excepción de la maquinaria y de los fertilizantes, por considerar que no dependen de los factores antes aludidos.

Teniendo en cuenta los resultados representados en la fig. nº 1, relativa a la influencia del *tipo de animales*, puede concluirse que los gastos ocasionados por el consumo de forraje, mano de obra, sanidad y la necesidad de reposición, se incrementan notablemente cuando se trabaja con animales de menor producción. Hay que añadir que si bien la cifra de 7.500 kg/vaca y año, es muy alta, es necesario tener en cuenta, sin embargo, que el robot consigue incrementar la producción, como puede verse en la gráfica, sin incrementar el consumo de piensos compuestos.

Por lo que atañe al *sistema de ordeño*, fig. nº 2, vemos que este factor no afecta al consumo de alimentos forrajeros, ni a la sanidad, ni a las necesidades de reposición; en cambio se producen alteraciones de gran importancia en los capítulos relativos a la mano de obra, a la amortización y al consumo de piensos compuestos.

Ya en el caso de instalar un *centro de ordeño robotizado*, fig. 3, y teniendo en cuenta que en ordeño libre los animales

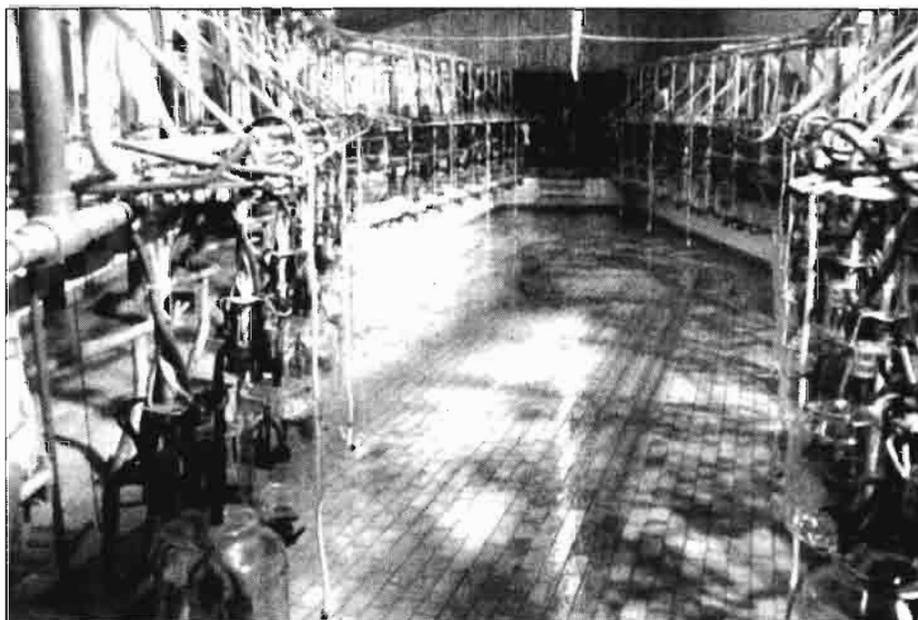
entrada en producción ascienden a 50.000 pta. Asimismo, el primer parto, por término medio, tiene lugar cuando ésta alcanza los dos años de edad.

Conviene señalar que en el estudio económico no se han cuantificado los costes de utilización de la maquinaria existente en la explotación, ni los correspondientes al mantenimiento y abonado de las superficies forrajeras, por suponerlos similares, tanto con el empleo de la SO como con el COR. Tampoco se contabilizaron las partidas correspondientes a seguros e impuestos.

Asimismo, el trabajar con animales de gran calidad supone además el disponer de crías de un alto valor genético que puede reportar mayores beneficios y facilidad para su venta.

CONCLUSIONES

Las conclusiones hacen referencia a la influencia que sobre la variable “costes



incrementan su producción, los resultados no sufren alteraciones importantes cualquiera que sea la solución adoptada, esto es, o disminuir la ingestión de concentrado o disminuir el nº de animales.

En la fig. nº 4 se ha considerado el coste total de la leche producida, en pta/kg, calculado como los gastos debidos a los apartados antes aludidos de consumo de pienso, mano de obra, etc., menos los ingresos obtenidos con la venta de terneros más vacas de deshecho, y se ha representado dicho coste en función de los factores de variación.

En esa fig. puede verse como el único factor con influencia significativa en el coste es el primero de ellos, y además con la particularidad de que, salvo el consumo de pienso compuesto, todos los apartados contribuyen, en mayor o menor medida, a ese encarecimiento, como se comprobó en la anterior fig. nº 1. Existen datos en la bibliografía especializada sobre este punto y señalan una disminución importante del rendimiento cuando se trabaja con animales de producción superior a 6.500 kg/vaca y año; sin embargo con el COR puede superarse, a nuestro juicio, ese umbral.

Por lo que respecta a los componentes del precio, es de destacar, en primer lugar que, en el caso de instalar un centro de ordeño, es la amortización del mismo, el único factor que encarece de ma-



nera importante el coste de producción. El resto de los componentes del precio, o se mantiene o disminuye respecto a la sala de ordeño. Así pues la única limitación para el empleo de un robot es el elevado coste de adquisición. Estos resultados invitan a reflexionar sobre la conveniencia de establecer en nuestro país una línea de investigación que, apoyán-

dose en las conclusiones conseguidas por centros de trabajo extranjeras, tenga como finalidad la construcción de un robot que se adapte a las estructuras de nuestro sector lácteo.

Téngase en cuenta que al disminuir el concepto de amortización y equipararse en este aspecto con la sala de ordeño, el coste de producción de un litro de leche puede disminuir en un 20%, cantidad importante teniendo en cuenta la producción anual.

En el aspecto sanitario, si bien en el coste no hay un reflejo importante de la robotización, no es arriesgado pensar que puede haber una disminución considerable en la aparición de mamitis ya que el ordeño libre vacía la cisterna de la ubre con mayor frecuencia que en el ordeño clásico. A través de este efecto el robot puede evitar, además de los gastos relativos a la sanidad, los derivados de la pérdida productiva.

Con la utilización del COR se consigue una importante disminución en los costes de mano de obra. Así, de los números que figuran en el cuadro de resultados se puede estimar un ahorro situado en torno a un 75%. Además con la robotización se obtiene un notable incremento de la calidad de vida; esa mejora si bien no cuantificable tiene una gran transcendencia, al establecer como referencia el sector servicios o cualquier otro distinto del primario.

La referida mejora actúa sobre dos aspectos básicos, como son: el horario y el tipo de trabajo, eliminando la rigidez del primero y la incomodidad del segundo.

