



Auditorías Energéticas

Informe



Informe de auditorías energéticas realizadas por AGACA según convenio con Melisanto, SCG y con la financiación de la Diputación de A Coruña, en el Programa 0305/414A/481 de “Subvencions de Agricultura dirixido as entidades asociativas agrarias e labregas da provincia de A Coruña, para actividades e investimentos”, expediente nº 2013010025.

El presente Informe versa sobre las posibilidades de ahorro y eficiencia energética en las explotaciones ganaderas de la sociedad cooperativa MELISANTO SCG, (Melide – A Coruña).

El primer paso para corregir ineficiencias en el consumo energético de una explotación agroganadera es el diagnóstico de la situación energética de esta explotación. Es necesario el uso de una metodología y utilizar unas herramientas que nos ayuden a identificar los puntos de mayor coste energético mediante la búsqueda y análisis de datos para plantear soluciones y, por último, evaluar los resultados.

La muestra objetivo de este Estudio está formada por nueve explotaciones de producción de leche como muestra representativa de las 240 explotaciones con actividad ganadera de MELISANTO, SCG. En cada una de estas explotaciones se estudió el grado de eficiencia energética de sus instalaciones, analizando los equipos consumidores de energía, los hábitos de consumo, las posibles ineficiencias energéticas, etc., para optimizar los aspectos que influyen en el coste total de la electricidad revisando la facturación eléctrica y realizando mediciones para entender los consumos de cada explotación. A partir de los resultados obtenidos, se fijan unas pautas alcanzables de ahorro de energía a corto, medio y largo plazo para reducir los consumos energéticos, recomendando posibles acciones para ahorrar energía, adecuadas por su potencial, coste y facilidad de ejecución.

La información obtenida en las explotaciones, una vez analizada en su conjunto, ofrece la posibilidad de establecer referencias en cuanto a consumos medios energéticos en las explotaciones y sirve de base para proponer proyectos de ahorro y eficiencia energética en el sector, que presento en este Estudio.

El consumo eficiente de la energía optimizando las instalaciones y controlando el uso de los equipos, repercute de forma directa en el control de la demanda y ahorro energético con lo cual se obtiene una reducción de la factura energética.

INDICE

0- Introducción.....	7
0.1- Auditorías energéticas.....	8
0.2- La muestra objetivo	9
1- El sector productor de leche.....	12
1.1- La producción de leche.....	12
1.2- Procesos productivos	14
1.2.1- Descripción del proceso productivo de producción de leche	14
1.2.2- Producción de materias primas.....	15
1.2.3- Alimentación	16
1.2.4- Ordeño	17
1.2.5- Enfriamiento y conservación de la leche.....	18
1.2.6- Limpieza y desinfección de la sala de ordeño y lechería	19
1.2.7- Limpieza del establo	20
1.2.8- Otros equipamientos	21
2- Análisis energético de la producción de leche	22
2.1- Descripción energética del proceso.....	22
2.2- Consumos energéticos.....	23
2.2.1- Consumos eléctricos.....	25
2.2.2- Consumos térmicos para ACS.....	27
2.2.3- Consumo de gasóleo en tractores	28
2.3- Balance energético.....	29
2.4- Costes energéticos	31

3-	Medidas de ahorro energético.....	34
3.1-	Variador de frecuencia en la bomba de ordeño.....	34
3.2-	Intercambiador de placas en el tanque de frío.....	37
3.3-	Lechería y Condensador del tanque de frío.....	40
3.4-	Recuperador de calor del condensador.....	41
3.5-	Iluminación	43
4-	Consumo de combustible.....	48
4.1.	Optimización del consumo de gasóleo en el tractor	48
4.2-	Selección y compra del tractor	49
4.3-	Mantenimiento del tractor	51
4.4-	Utilización del tractor: Conducción	52
5-	Resumen de las propuestas de ahorro energético.....	53
5.1-	Ahorro energético en la explotación media.....	54
5.2-	Otras posibilidades de ahorro energético	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las explotaciones de la muestra	10
Tabla 2. Nº de explotaciones de leche Galicia/España (1993/2011).....	12
Tabla 3. SAU, nº de tractores y cisterna de estiércol de las explotaciones de la muestra.....	16
Tabla 4. Sala de ordeño de las explotaciones de la muestra.	17
Tabla 5. Tanque de frío de las explotaciones de la muestra.	18
Tabla 6. Tipología del suministro de ACS de las explotaciones de la muestra.	19
Tabla 7. Tipología de la limpieza del establo de las explotaciones de la muestra.	20
Tabla 8. Consumos energéticos de las explotaciones de la muestra.....	23
Tabla 9. Distribución general de consumos energéticos de la muestra.....	24
Tabla 10. Distribución mensual de consumo eléctrico.....	25
Tabla 11. Balance de electricidad.	26
Tabla 12. Consumo térmico (kWh) para ACS.....	28
Tabla 13. Consumo de gasóleo (kWh) para labores agrícolas.....	28
Tabla 14. Balance energético global por fase de producción.....	29
Tabla 15. Balance energético global por fuente de energía	30
Tabla 16. Distribución de consumos y costes energéticos medios	32
Tabla 17. Ratios de consumo energético.....	32
Tabla 18. Distribución de costes energéticos (€) en cada explotación	33
Tabla 19. Dimensión del motor en la bomba de vacío.....	35
Tabla 20. Consumo eléctrico en el ordeño en las explotaciones de la muestra.....	35
Tabla 21. Ahorros en la instalación del variador de velocidad en la muestra.....	36
Tabla 22. Consumo eléctrico en el tanque de frío en las explotaciones de la muestra.....	37
Tabla 23. Ahorros en la instalación del intercambiador de placas en la muestra.....	39
Tabla 24. Consumo de ACS en las explotaciones de la muestra.....	42
Tabla 25. Ahorros en la instalación de recuperador de calor en la muestra	43
Tabla 26. Ahorros en la instalación de iluminación en las explotaciones de la muestra	44
Tabla 27. Niveles de iluminancia recomendados.....	44
Tabla 28. Consumo de gasóleo de tractores en las explotaciones de la muestra	48
Tabla 29. Ratios de consumo energético en las explotaciones de la muestra	54
Tabla 30. Ahorro de consumo en la explotación media	55

0- INTRODUCCIÓN

El sector productor de la leche está en constante evolución para adaptarse a los niveles de competencias que permitan trabajar en las condiciones actuales del mercado. Existen factores que van a condicionar la viabilidad futura de las explotaciones y su capacidad de soportar los posibles escenarios futuros de cotización de la leche. Cuestiones como la necesidad de recurrir a la mano de obra asalariada, la posibilidad de producir forrajes en la explotación, el poder eliminar el estiércol y los purines sin un coste elevado van a ser determinantes. La existencia de amortizaciones y costes financieros derivados de las inversiones en instalaciones, maquinaria o cuota láctea van a tener también gran importancia. El aumento en el tamaño de las explotaciones ha ido unido a una utilización cada vez mayor de equipos automatizados con el fin de hacer las más competitivas, ofertar empleos en condiciones laborales equiparables a otros sectores y suplir la carencia de mano de obra disponible. Estas circunstancias han determinado un aumento gradual del consumo de energía en estas explotaciones. La gestión de la explotación deberá ser muy adecuada y eficiente, centrada en la reducción de costes de producción por litro de leche, lo que no tiene por qué ser sinónimo de aumentar la producción por vaca.

El consumo eficiente de la energía optimizando las instalaciones y controlando el uso de los equipos, repercute de forma directa en el control de la demanda y el ahorro energético con el cual se obtiene una reducción de la factura energética. Independientemente del incremento en el consumo de electricidad, existen procesos en los que éste podría reducirse o hacerse económica y energéticamente más eficiente.

El primer paso para corregir ineficiencias en el consumo energético es el diagnóstico de la situación de las explotaciones ganaderas. La optimización del consumo eléctrico en las explotaciones de ganado vacuno lechero es posible, pero pasa por la evaluación del consumo real producido en cada equipo y proceso de la explotación. La información obtenida y analizada ofrece la posibilidad de

establecer referencias en cuanto a consumos medios energéticos en las explotaciones ganaderas y sirve de base para proponer proyectos de ahorro y eficiencia energética en el sector.

0.1- Auditorías energéticas

Una auditoría energética estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética de unas instalaciones en particular. Se analizan los equipos consumidores de energía, las costumbres y hábitos de consumo, las posibles ineficiencias energéticas, etc. A partir de los resultados obtenidos, se recomiendan las acciones idóneas para optimizar el consumo en función de su potencial de ahorro, la facilidad de implantación y su coste de ejecución.

Los principales objetivos que se acordaron con las auditorías energéticas realizadas en las nueve explotaciones, son los siguientes:

- Conocer la situación energética actual de la explotación ganadera y analizar los potenciales de ahorro de energía de las instalaciones.
- Realizar mediciones que permitan un mejor entendimiento del consumo de la instalación.
- Revisar la facturación eléctrica de manera que se optimicen los distintos aspectos que influyen en el coste total de la electricidad.
- Reducir los consumos energéticos fijando objetivos alcanzables de ahorro de energía a corto, medio y largo plazo.
- Recomendar posibles acciones para ahorrar energía, adecuadas por su potencial, coste y facilidad de ejecución.

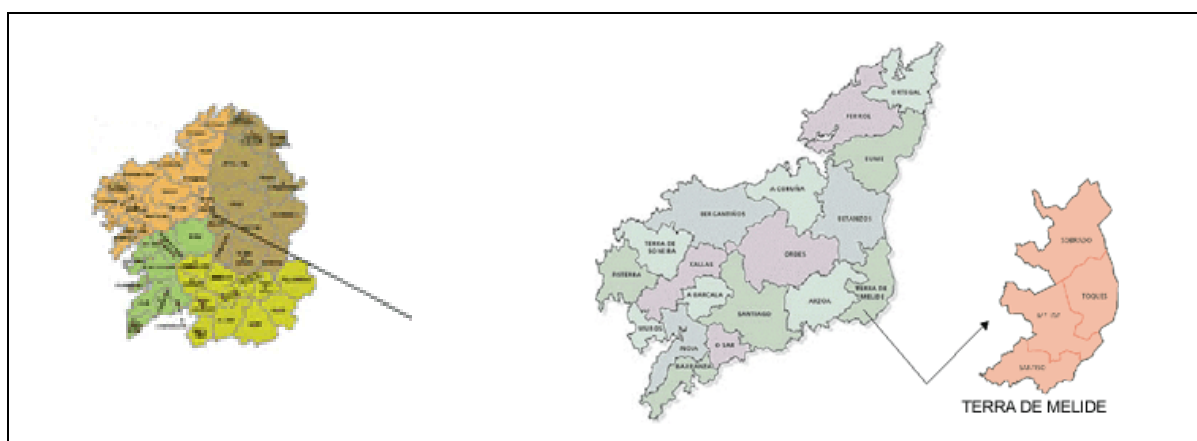
Con los datos recogidos en estas auditorías se elabora el presente Estudio del Potencial de Ahorro y Eficiencia Energética en las explotaciones de leche. Mediante este estudio se pretende concienciar a los ganaderos en particular, y a los usuarios del medio rural en general, sobre las necesidades de reducir la presión que se está ejerciendo sobre el medio natural, de forma que la

implantación de las medidas propuestas suponga el primer paso de cara a una visión más ecoeficiente de todas las actividades productivas.

0.2- La muestra objetivo

La muestra objetivo de este estudio está formada por nueve explotaciones ganaderas de producción de leche de MELISANTO, SCG.

MELISANTO Sociedad Cooperativa Galega cuenta con 620 socios que tienen sus explotaciones agrícolas y ganaderas en el extremo oriental de la provincia de A Coruña. El municipio de Melide es la cabecera de la comarca Terra de Melide que comprende los municipios de Melide, Santiso, Toques y Sobrado dos Monxes.



Localización de MELISANTO, SCG.

La muestra fue seleccionada teniendo en cuenta la tipología de explotación que se buscaba para este estudio: número de vacas (desde 20 hasta 75 cabezas), volumen de producción de leite (desde 200.000 kg hasta cerca de 750.000), diferentes tipologías de las instalaciones de ordeño (en plaza, en espina de pescado) y sus instalaciones de ahorro energético (intercambiador de calor, acumulador, etc.) entre otras variables.

Tabla 1. Resumen de las explotaciones de la muestra

	Nº Vacas	Sistema ordeño	Tanque frío	Producción leche	Producción ACS	Vivienda vinculada
ADEXM01	33	Espina 2x3	2.160	305.239	Termo eléctrico	No
ADEXM02	24	Plaza 4	1.800	229.802	Termo eléctrico	Si
ADEXM03	60	Espina 2x4	3.100	731.485	Termo eléctrico	Si
ADEXM04	48	Espina 2x8	6.000	371.111	Intercambiador	No
ADEXM05	33	Espina 2x3	3.000	442.355	Intercambiador	Si
ADEXM06	44	Espina 2x5	4.200	501.398	Butano	Si
ADEXM07	35	Plaza 3	1.600	235.411	Intercambiador	Si
ADEXM08	63	Espina 2x5	6.000	682.218	Termo eléctrico	No
ADEXM09	65	Espina 2x5	6.000	696.414	Butano	Si

También se considera el hecho de que algunas explotaciones tienen el contador de electricidad para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación. En esos casos se realizan los ajustes pertinentes de acuerdo con la potencia total instalada y las horas de funcionamiento de cada equipo. Tomando como referencia las explotaciones que no tienen esa vinculación y así se calcula el porcentaje de consumo eléctrico correspondiente a la explotación y el porcentaje correspondiente a la vivienda. En los cálculos siguientes se consideran únicamente los consumos de la explotación.

ADEXM01: 33 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x3 puntos; un tanque de frío de 2.160 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 6,60 kW con tarifa de acceso 2.0A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo.

ADEXM02: 24 vacas en ordeño; ordeño en plaza con circuito con 4 puntos; un tanque de frío de 1.800 litros; 2 ordeños diarios; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 10,39 kW con tarifa de acceso 2.1A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM03: 60 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x4 puntos; un tanque de frío de 3.100 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 6,60 kW con tarifa de acceso 2.0DHA; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM04: 48 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x8 puntos; un tanque de frío de 6.000 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 16,50 kW con tarifa de acceso 3.0A; transformador a 300 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM05: 33 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x3 puntos; un tanque de frío de 2.160 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 9,90 kW con tarifa de acceso 2.0A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM06: 44 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x5 puntos; un tanque de frío de 4.200 litros; ACS con calentador de butano; potencia eléctrica contratada: 9,90 kW con tarifa de acceso 2.0A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM07: 35 vacas en ordeño; ordeño en plaza con circuito con 3 puntos; un tanque de frío de 1.600 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 6,60 kW con tarifa de acceso 2.0A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

ADEXM08: 63 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x5 puntos; un tanque de frío de 1.600 litros; ACS con termo eléctrico; potencia eléctrica contratada: 10,35 kW con tarifa de acceso 2.1A; transformador a 450 m del establo, contador eléctrico para el establo.

ADEXM09: 65 vacas en ordeño; sala de ordeño en espina de pescado 2x5 puntos; un tanque de frío de 6.000 litros; ACS con calentador de butano; potencia eléctrica contratada: 13,20 kW con tarifa de acceso 2.1A; transformador a 200 m del establo, contador eléctrico para el establo y para la vivienda vinculada a la explotación.

1- EL SECTOR PRODUCTOR DE LECHE

1.1- La producción de leche

La producción de leche en España está concentrada en seis comunidades (Galicia, Castilla y León, Cataluña, Asturias, Andalucía y Cantabria), constituyendo el 85% de la producción nacional. Cerca del 35% de la producción total de leche de España corresponde a la producción de Galicia.

El sector lácteo tiene una gran importancia económica y social en Galicia hasta el punto de que el 30% de los ayuntamientos dependen económicamente de la producción de leche, se genera un empleo superior a los 100.000 puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos, y un 25% de la población de Galicia depende económica y socialmente del sector lácteo.

En Galicia existen 12.715 explotaciones ganaderas de producción de leche con una cuota de 2.303.136 toneladas, lo que significa el 56% de los productores y el 38% de la cuota total de España.

Tabla 2. Nº de explotaciones de leche Galicia/España (1993/2011).

	abr-93	abr-11	Variación
Galicia	68.745	12.714	-56.030 (81,50%)
España	141.451	22.770	-118.681 (83,90%)

El sector lácteo sufrió en España, en los últimos 18 años, una gran disminución en el número de explotaciones. En Galicia, esta reducción alcanzó el 81,50% de pérdida de explotaciones de leche.

Al inicio de este período el 87% de las explotaciones ganaderas tenían una cabaña ganadera, con un rango de vacas inferior a 30 vacas, situación ha variado en los últimos 10 años. Este rango está en continuo descenso hasta el 20% actual. En contraposición a esta disminución del número de explotaciones pequeñas, las explotaciones de mayores rangos aumentaron el número de vacas situándose actualmente en el rango de 50-99 vacas.

El periodo de adaptación de las estructuras productivas gallegas como consecuencia de la entrada en el Mercado Común (1986), dio lugar a multitud de estudios para conocer la rentabilidad de la actividad productiva medida en términos económicos considerando los inputs y los outputs. Otros estudios demuestran que la rentabilidad económica obtenida de las explotaciones ganaderas de producción de leche resulta baja, situándose el umbral de viabilidad de estas explotaciones en 30 vacas.

Estas adaptaciones a las exigencias comunitarias han provocado una disminución del número de explotaciones y un aumento en la producción de leche, que nos muestran que las explotaciones lecheras que quedan activas son cada vez más eficientes. La reducción del número de explotaciones no mermó la productividad, ya que en los últimos años la producción de leche se mantiene, con una ligera disminución del 3% en la campaña 2004/2005 y recuperando la posición en el año siguiente, según observamos en la figura siguiente.

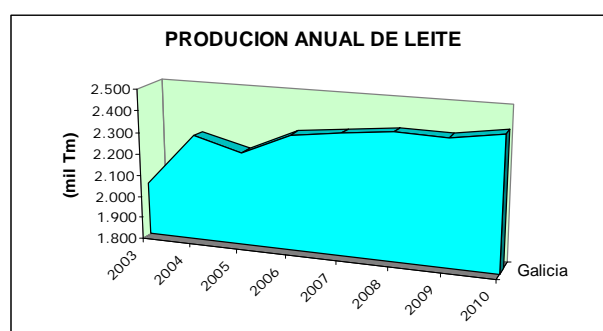


Figura 1. Producción anual de leche en Galicia (2003-2010).

El motivo de la disminución del número de explotaciones en estos últimos años hay que buscarlo principalmente por el abandono de las explotaciones familiares de subsistencia y la asociación de explotaciones para crecer y mantener la competitividad.

Otra causa de esta disminución fue la fuerte crisis de precios de estos últimos años, lo que obligó a un gran número de explotaciones a cerrar o a producir en pérdidas, obligadas por el endeudamiento derivado principalmente de las inversiones en instalaciones para mejorar el establo y la compra de cuota para

poder producir. Recordemos que esta cuota queda anulada a partir de la campaña 2015, aunque los ganaderos tendrán que seguir devolviendo los créditos solicitados para su compra.

El sector agrario sigue soportando un fuerte incremento en el precio de la mayor parte de los bienes que necesita para producir (piensos, abonos, fertilizantes, combustibles, etc.). Esta situación, hace peligrar la viabilidad económica de muchas explotaciones, tanto agrícolas como ganaderas.

1.2- Procesos productivos

La explotación tipo consiste en una nave de una planta destinada a la estabulación libre de ganado vacuno. Anexos al establo, se encuentra una sala de espera, la sala de ordeño y la lechería donde está el tanque de frío.

Por lo general, el establo es de estructura de hormigón, cubierta a dos aguas de fibrocementos y cerramiento en bloque de hormigón con ventilación lateral y superior, con una zona para las vacas en ordeño y unas zonas específicas para las vacas secas, recría y terneros.

1.2.1- Descripción del proceso productivo de producción de leche

El proceso productivo de la explotación de vacuno de leche incluye una serie de pasos indispensables para la obtención del producto final, la leche, y su almacenamiento y conservación hasta la salida de la explotación.

Los procesos necesarios para la producción de leche en las explotaciones se pueden resumir en los siguientes subprocesos:

- Producción de materias primas
- Alimentación
- Ordeño
- Frío y conservación de la leche
- Limpieza y desinfección de la sala de ordeño y lechería

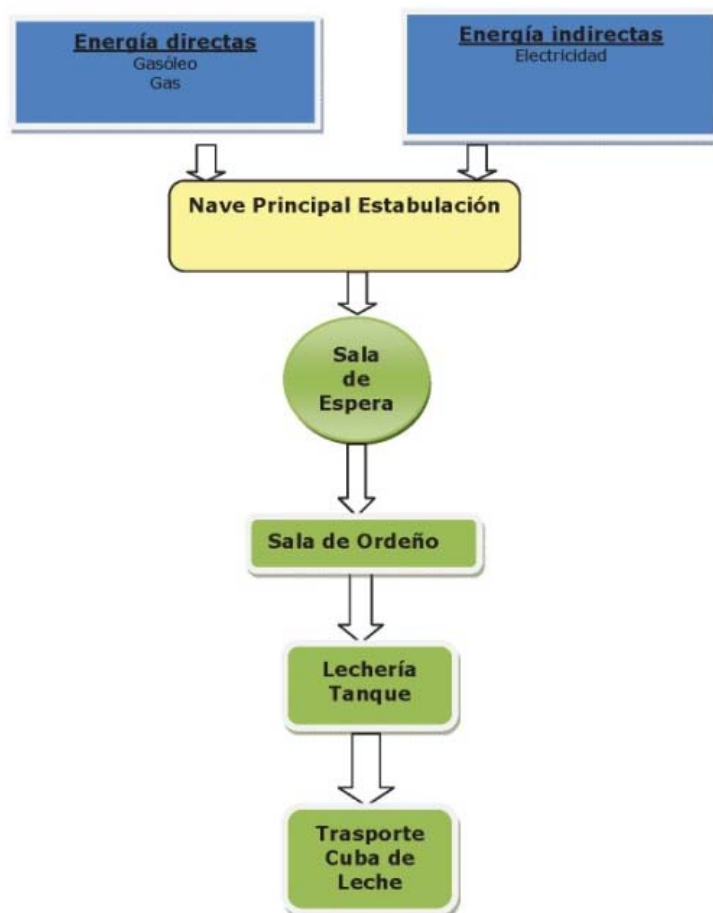


Figura 2. Diagrama de flujos en la explotación ganadera de leche.

En los siguientes apartados se tratará con más detalle cada una de estas etapas del proceso productivo centrándose en aquellos aspectos más determinantes en el consumo energético del conjunto de la instalación.

1.2.2- Producción de materias primas

Las explotaciones tienen tierras para la producción de los alimentos básicos de ganadería (maíz forraje, hierba para silo o para heno, zonas de pastoreo,...) con unas producciones variables dependiendo de la ubicación de la explotación. Los costes de producción también varían según el tipo de las fincas, superficie, pendientes o distancia.

La explotación media tiene un tractor ligado a las labores de alimentación (con remolque) y otro tractor que se dedica a las labores agrícolas.

Se observa cierta relación entre el número de tractores y la SAU (Superficie Agraria Útil) de cada explotación, aproximadamente un tractor por cada 20 hectáreas. Los tractores auditados tienen unas potencias entre 55 CV y 180 CV, con una media de 100 CV.

Tabla 3. SAU, nº de tractores y cisterna de estiércol de las explotaciones de la muestra.

	SAU Ha	TRACTORES Nº	CONSUMO L	CISTERNA PURIN (L)
ADEXM01	14	1	694	3.000
ADEXM02	23	2	7.695	3.000
ADEXM03	42	2	7.001	6.000
ADEXM04	25	2	9.270	8.000
ADEXM05	14	1	3.020	3.000
ADEXM06	20	2	2.600	8.000
ADEXM07	20	2	1.877	7.000
ADEXM08	30	1	9.477	6.000
ADEXM09	26	3	4.966	12.000
VALOR MEDIO	24	2	5.178	6.222

Para la realización de los trabajos, cada explotación tiene unas herramientas específicas siendo la cisterna de estiércol y el remolque autocargador los presentes en todas ellas.

Algunas explotaciones de la muestra, para realizar los trabajos agrícolas más pesados utilizan los servicios de las cooperativas a las que pertenecen e, incluso pueden tener ellas mismas constituidas una CUMA, por lo que no siempre existe una relación entre los consumos energéticos y el empleo de diversas herramientas.

1.2.3- Alimentación

El ganado acostumbra a estar separado por lotes según la producción, separándose los animales en producción de las vacas secas, recrias o terneros. Esta separación permite hacer un racionamiento específico del alimento de cada lote.

Los alimentos que reciben los animales son de tres tipos (silo de maíz o de hierba, heno de hierba y pienso). Para distribuir el alimento en el establo, la opción más utilizada es la del tractor con pala.

Otra forma habitual es utilizar el carro mezclador de la cooperativa para preparar y repartir la ración de los animales.

1.2.4- Ordeño

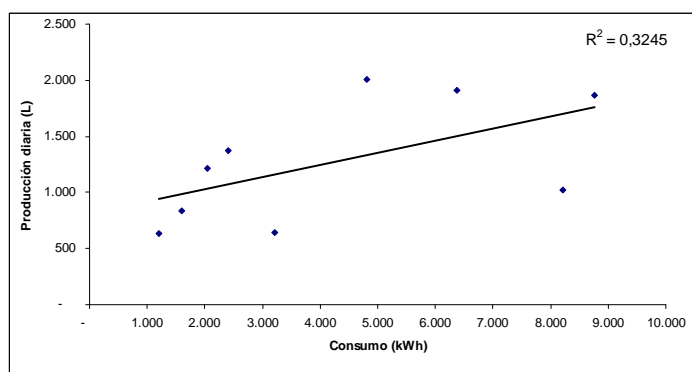
Anteriormente el ordeño de ganado se realizaba en la propia estabulación, cuando las explotaciones eran en estabulación fija, siendo el ganadero el que se desplazaba hacia la vaca, ya fuera con un sistema de ordeño portátil completo o con parte del sistema que se acopla al circuito de vacío.

Tabla 4. Sala de ordeño de las explotaciones de la muestra.

	Nº vacas ordeño	Sistema ordeño	Producción anual	Tiempo de ordeño (min)
ADEXM01	33	Espina 2x3	305.239	90
ADEXM02	24	Plaza 4	229.802	60
ADEXM03	60	Espina 2x4	731.485	90
ADEXM04	48	Espina 2x8	371.111	150
ADEXM05	33	Espina 2x3	442.355	90
ADEXM06	44	Espina 2x5	501.398	90
ADEXM07	35	Plaza 3	235.411	90
ADEXM08	63	Espina 2x5	682.218	120
ADEXM09	65	Espina 2x5	696.414	90
VALOR MEDIO	45		466.159	97

Con el fin de reducir el esfuerzo manual requerido en estas operaciones y aumentar la eficiencia de la misma reduciendo el tiempo empleado, en la mayor parte de las explotaciones actualmente se emplea el ordeño en sala. El ganado se dirige a la sala de espera cercana a las instalaciones de ordeño, siendo este sistema el más adecuado para las instalaciones de estabulación libre del ganado que son las más utilizadas en la actualidad. En las explotaciones auditadas el sistema más utilizado es el de espina de pescado.

Figura 3. Relación entre producción diaria de leche y el consumo anual del tanque de frío.



1.2.5- Enfriamiento y conservación de la leche

En toda explotación láctea, el sistema de enfriamiento es imprescindible. El frío permite mantener la calidad bacteriológica de la leche. La temperatura a la que se debe mantener la leche tiene que ser inferior a 4 grados centígrados. Para que la temperatura entre ordeño no varíe, habitualmente tiene que ponerse en funcionamiento un agitador durante unos 3 minutos unas 3-4 veces a la hora.

El grupo de frío y la bomba de vacío se deben situar en una dependencia libre de polvo, sin peligro de heladas y muy bien ventilada. También se pueden colocar las máquinas en el exterior, cubiertas con un tejadillo. Los condensadores deben estar a una distancia mínima de 50cm de la pared y las láminas deben mantenerse limpias.

Normalmente las explotaciones tienen un tanque de almacenamiento de la leche.

Lo más habitual es una recogida de leche cada 2 días, por lo que el tanque se llena con cuatro ordeños.

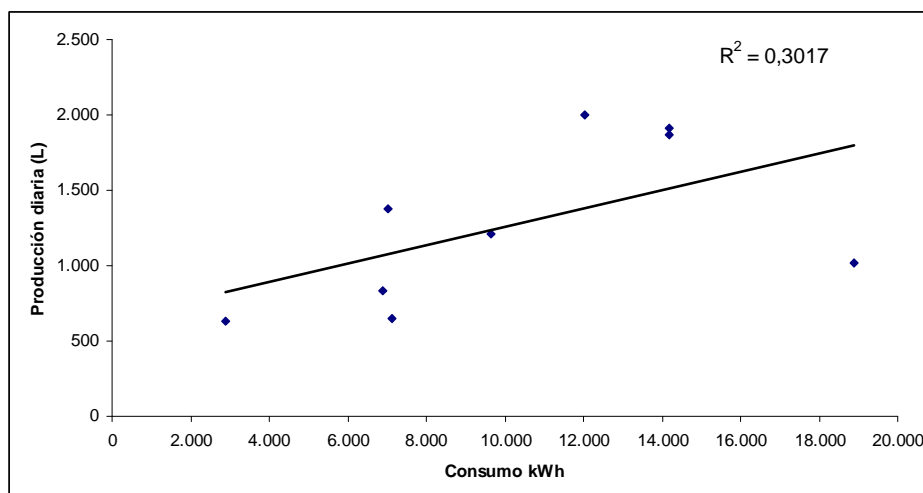
Tabla 5. Tanque de frío de las explotaciones de la muestra.

	Producción L	Capacidad Tanque L	Producción L 4 ordeños	% Llenado tanque
ADEXM01	305.239	2.160	1.673	77%
ADEXM02	229.802	1.800	1.259	70%
ADEXM03	731.485	3.100	4.008	129%
ADEXM04	371.111	6.000	2.033	34%
ADEXM05	442.355	3.000	2.424	81%
ADEXM06	501.398	4.200	2.747	65%
ADEXM07	235.411	1.600	1.290	81%
ADEXM08	682.218	6.000	3.738	62%
ADEXM09	696.414	6.000	3.816	64%
VALOR MEDIO	466.159	3.762	2.554	74%

Para comprobar el correcto dimensionamiento del tanque se calcula el porcentaje de llenado cada cuatro ordeños del tanque. Las necesidades de capacidad de carga son menores que la capacidad real de los tanques, variando entre el 34% y el 81%, de lo cual se puede deducir que la inversión fue mayor de lo necesario.

La ADEXM-03 tiene una recogida de leche cada día, por lo que también entra en el rango anterior, al tener un llenado del 65% del tanque cada 2 ordeños.

Figura 4. Relación entre producción diaria de leche y el consumo anual del tanque de frío.



Debido a la diferencia entre la capacidad del tanque y la producción de leche, los gastos energéticos aumentan. Una de las causas de esta diferencia puede ser la perspectiva de crecimiento de las explotaciones o bien que las explotaciones bajaron su producción como consecuencia de la crisis de precios que asoló Galicia estos años.

1.2.6- Limpieza y desinfección de la sala de ordeño y lechería

La limpieza del sistema de recogida y almacenamiento de la leche es muy importante para asegurar la calidad de éste.

Tabla 6. Tipología del suministro de ACS de las explotaciones de la muestra.

	Consumo ACS L/día	Combustible para ACS	Sistema Ordeño	Consumo ACS L/vaca/día
ADEXM01	180	Termo eléctrico	Espina 2x3	5,45
ADEXM02	220	Termo eléctrico	Plaza 4	9,17
ADEXM03	180	Termo eléctrico	Espina 2x4	3,00
ADEXM04	230	Intercambiador	Espina 2x8	4,79
ADEXM05	150	Intercambiador	Espina 2x3	4,55
ADEXM06	220	Butano	Espina 2x5	5,00
ADEXM07	200	Intercambiador	Plaza 3	5,71
ADEXM08	220	Termo eléctrico	Espina 2x5	3,49
ADEXM09	220	Butano	Espina 2x5	3,38
VALOR MEDIO	202			4,95

El sistema de ordeño debe ser esterilizado al término de cada ordeño y para realizar esta limpieza es necesaria la utilización de agua caliente.

Según el sistema de ordeño se utiliza una cantidad determinada de agua al día.

Para calentar el agua en las explotaciones, tres emplean el intercambiador de calor con el tanque de refrigeración, dos casos utilizan el calentador de butano y cuatro explotaciones tienen termo eléctrico, a pesar de la baja eficiencia energética y con el aumento de coste ya que no tienen tarifa eléctrica de discriminación horaria (excepto una que tiene tarifa 2.0DHA).

1.2.7- Limpieza del establo

Para la limpieza de los establos que no tienen el emparrillado, se emplean las arrobaderas.

Por lo general, el emparrillado es utilizado en las explotaciones antiguas y pequeñas, con menor número de vacas. Este sistema no requiere ningún aporte energético, si bien es aconsejable limpiar periódicamente las parrillas bien con agua a presión o con pala, para lo que es necesario un aporte energético.

Tabla 7. Tipología de la limpieza del establo de las explotaciones de la muestra.

	Limpieza Establo
ADEXM01	Arrobadera
ADEXM02	Emparrillado
ADEXM03	Arrobadera
ADEXM04	Arrobadera
ADEXM05	Arrobadera
ADEXM06	Arrobadera
ADEXM07	Emparrillado
ADEXM08	Emparrillado
ADEXM09	Arrobadera

Las arrobaderas mecánicas son el sistema más empleado en las explotaciones de la muestra. Es importante señalar que las explotaciones con este sistema tienen mayor número de vacas que las que tienen el suelo emparrillado.

1.2.8- Otros equipamientos

Existen otras herramientas con un grado variable de implantación en las explotaciones ganaderas. Entre otros elementos, cabe destacar:

- Sistema de ventilación para la regulación de la temperatura y favorecer la circulación del aire en el establo.
- Cepillo rascador, herramienta para mejorar el bienestar animal.
- Bomba de pozo de agua. A veces va acompañada de una bomba de presión.
- Herramienta de soldadura, que tiene un uso muy puntual pero con una demanda energética elevada.

Los motores de estos elementos son de baja potencia y con un mantenimiento preventivo adecuado, no suponen una partida importante dentro de los consumos totales.

2- ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

El primer paso para corregir ineficiencias en el consumo energético es el diagnóstico de la situación de las explotaciones ganaderas. La información obtenida y analizada ofrece la posibilidad de establecer referencias en cuanto a consumos energéticos medios o servirá de base para detectar posibilidades concretas de ahorro y proponer proyectos de eficiencia energética en el sector.

2.1- Descripción energética del proceso

En el diagrama de flujos que se representa a continuación, se resumen las diferentes fases del proceso productivo incidiendo en la demanda energética de cada fase y los factores que influyen en ella.



Figura 5. Diagrama energético en la explotación ganadera de leche.

Tal y como se justificará en los siguientes apartados las fases del proceso que presentan mayor demanda energética son: las labores agrícolas, el enfriamiento de la leche y el ordeño.

2.2- Consumos energéticos

Las explotaciones ganaderas de producción lechera que participan en este estudio, se abastecen externamente de los siguientes suministros energéticos:

- **Electricidad:** para el funcionamiento de los motores eléctricos e iluminación de las instalaciones.
- **Combustibles:** consumo de butano para la producción de agua caliente sanitaria utilizada en la limpieza de animales e instalaciones, y consumo de gasóleo para las labores agrícolas de la explotación.

En la siguiente tabla se recogen los diferentes consumos de productos energéticos de las explotaciones auditadas.

Tabla 8. Consumos energéticos de las explotaciones de la muestra.

CONSUMO TOTAL kWh	Electricidad	Butano	Gasóleo Caldera	Gasóleo Tractores
ADEXM01	14.180			6.746
ADEXM02	7.178			74.795
ADEXM03	25.824			68.045
ADEXM04	31.176			90.104
ADEXM05	14.218			29.354
ADEXM06	16.234	5.712		25.272
ADEXM07	11.329			37.684
ADEXM08	32.121			92.116
ADEXM09	23.776	3.808		48.270
TOTAL MUESTRA	176.035	9.521	0	472.387

El consumo eléctrico se destina mayoritariamente a las labores propias de la actividad ganadera: ordeño, enfriamiento de la leche, iluminación y ventilación de los establos, arrobaderas de limpieza, equipos auxiliares (bomba de pozo, motores de alimentación, rascadores de ganado, etc.), etc.

El consumo de butano se dedica a la producción de ACS para la limpieza de animales e instalaciones de ordeño mediante una sencilla instalación de un calentador de agua situado cerca del punto de consumo.

El gasóleo se utiliza principalmente en las labores agrícolas de la explotación.

En la siguiente tabla se resumen los principales datos medios de los consumos energéticos de la muestra considerada.

Tabla 9. Distribución general de consumos energéticos de la muestra.

CONSUMO ENERGETICO		Uds	kWh	Tep
ELECTRICIDAD	176.035	kWh	176.035	15,14
BUTANO	750	Kg	9.521	0,82
GASOLEO	48.600	Lt	472.387	40,62
TOTAL MUESTRA			657.942	56,57

Del consumo energético de la muestra el 72% corresponde al consumo de gasóleo en los tractores y maquinaria agrícola, un 27% corresponde al consumo de energía eléctrica y el 1% es butano. En la muestra no hay caldera de gasóleo.

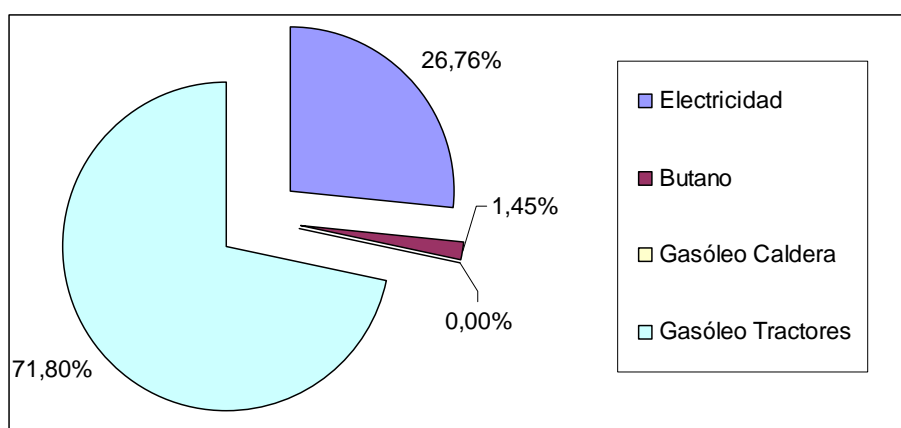


Figura 6. Distribución del consumo energético de la muestra en 2013.

Nota:

1.000 litros gasoil = 9.720 kWh = 0,8358 tep
 1.000 kg butano = 12.694 kWh = 1,123 tep
 1 tep (tonelada equivalente de petróleo) = 11.630 kWh
 1 kWh = 0,000086 tep

2.2.1- Consumos eléctricos

La mayoría de las estabulaciones cuentan con centro de transformación situado cerca de la explotación estudiada, a menos de 250 metros del cuadro general de la explotación. Este centro de transformación abastece las necesidades de energía eléctrica para iluminación y fuerza de todas las dependencias de la explotación ganadera.

Existen explotaciones que su punto de suministro coincide con el de la vivienda vinculada, lo cual puede distorsionar los consumos de cada proceso¹ en el establo.

Analizando las facturas eléctricas proporcionadas por las ganaderías estudiadas se observan unos consumos mensuales medios de 2.120 kWh de energía activa.

Tabla 10. Distribución mensual de consumo eléctrico.

	Consumo medio (kWh)
Ene	2.262
Feb	2.052
Maz	2.051
Abr	1.976
May	1.946
Jun	1.936
Jul	2.393
Ago	2.334
Sep	1.940
Oct	2.153
Nov	2.205
Dec	2.190
MEDIO MENSUAL	2.120

Estos consumos eléctricos mensuales se corresponden con las necesidades totales de la explotación ganadera, considerando además las necesidades de vivienda vinculada.

¹ Se realizaron mediciones con analizador de redes SMART READER 3 PLUS, tomando datos, cada 15 minutos, de las intensidades de consumo de la actividad productiva en cada explotación durante una semana. Con estos datos y conociendo la duración y potencia nominal de las máquinas de cada proceso, extrapolamos el % de consumo de la explotación. También tenemos explotaciones sin vivienda vinculada, cuyos datos de consumo nos sirven de referencia para hacer el reparto vivienda/explotación.

Como se puede observar en la gráfica, el consumo de energía eléctrica durante el año 2013 se incrementa en los meses de junio a agosto (meses de máxima calor) debido a la demanda de frío en las explotaciones para mantener una temperatura adecuada para la conservación de la leche.

También se observa un ligero repunte en los meses invernales debido al consumo para cubrir las necesidades de calefacción de la vivienda vinculada a la explotación y a las mayores necesidades de luz artificial en este período.

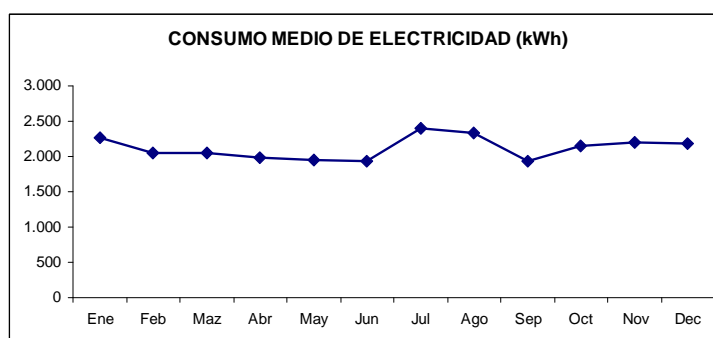


Figura 7. Consumo eléctrico medio mensual de la muestra en 2013.

En la siguiente tabla e ilustración, se recoge una estimación de la distribución del consumo eléctrico en las principales fases o procesos de la explotación ganadera fundamentada en los tiempos de utilización de cada equipo y en mediciones puntuales que permitieron hacer estimación del consumo eléctrico de la explotación.

Tabla 11. Balance de electricidad.

BALANCE DE "ELECTRICIDAD"		
FASES DE PRODUCCIÓN	Consumo anual (kWh)	% de cada fase
Electricidad Ordeño	4.294	21,95%
Electricidad Tanque de frío de leche	10.316	52,74%
Electricidad Arrobaderas Limpieza	544	2,78%
Electricidad Termo ACS	744	3,80%
Electricidad Ventilación	1.006	5,14%
Electricidad Iluminación	1.838	9,39%
Otros motores eléctricos	819	4,18%
VALOR MEDIO	19.559	100%

Las fases de enfriamiento de la leche (52%) y ordeño (22%) son las que presentan mayor consumo eléctrico, por lo que serán los procesos a los que se le prestará más atención. Otros consumos significativos son la iluminación (9%), la ventilación de establos (5%), la producción de ACS con termo eléctrico (4%).

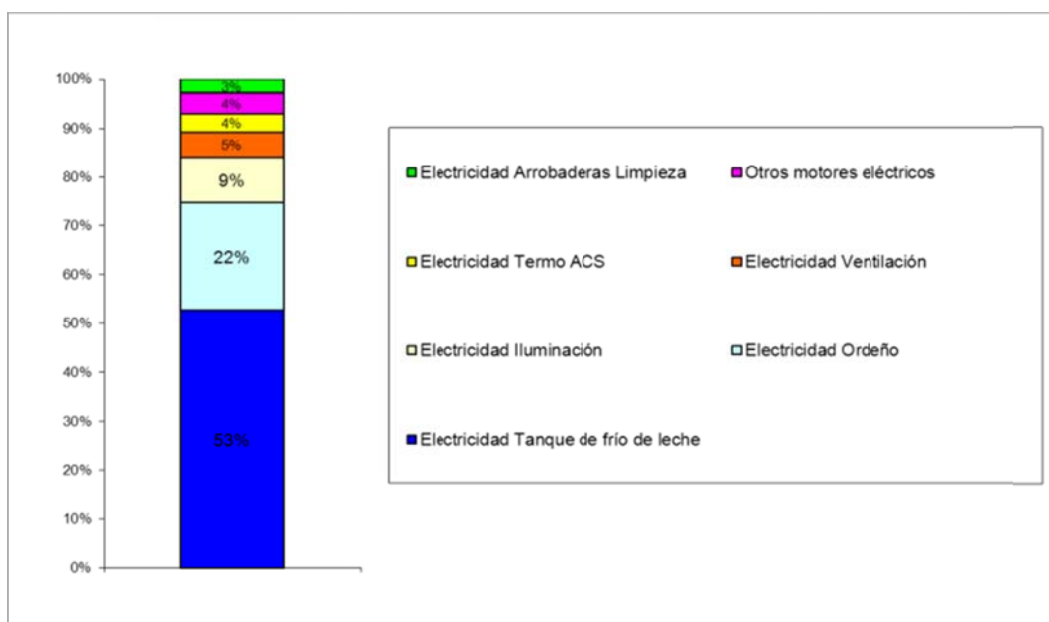


Figura 8. Distribución del consumo eléctrico.

Otros equipos auxiliares, limpieza de establos con arrobadera, bomba de pozo de agua, bomba de presión, sinfín de alimentación, etc., consumen el 7% de la necesidad eléctrica total de la explotación.

2.2.2- Consumos térmicos para ACS

La producción de agua caliente sanitaria para la limpieza de instalaciones de ordeño y tanque de frío, se obtiene con intercambiador y bomba de calor en 3 explotaciones, calentador de butano en 2 explotaciones y con termo eléctrico en las 4 restantes.

El consumo medio de agua caliente sanitaria para la limpieza y desinfección de los equipos y circuito de leche, se sitúa en torno a los 202 litros diarios a una temperatura de 70°C.

La distribución mensual del consumo térmico resulta relativamente constante a lo largo del año.

Tabla 12. Consumo térmico (kWh) para ACS

CONSUMO TERMICO ACS (kWh)	BUTANO	GASÓLEO	L/día
ADEXM01			180
ADEXM02			220
ADEXM03			180
ADEXM04			230
ADEXM05			150
ADEXM06	5.712		220
ADEXM07			200
ADEXM08			220
ADEXM09	3.808		220
VALOR MEDIO	4.760	0	202

El consumo térmico medio de las explotaciones que utilizan el calentador de butano alcanza los 4.760 kWh anuales, equivalente a 31,25 kg (2,5 bombonas) de butano mensuales. Según estudios realizados, la elección del combustible depende principalmente del volumen de consumo: las instalaciones con menos consumo utilizan butano y las explotaciones ganaderas con mayor demanda utilizan la caldera de gasóleo.

2.2.3- Consumo de gasóleo en tractores

Las explotaciones tienen tractores con sus diferentes herramientas: arado, grade de discos, cisterna de distribución de purín, remolque autocargador, etc., que se utilizan en las labores agrícolas de arado, gradeo, aplicación de fitosanitarios y herbicidas, recolección, ensilado, etc. Al menos uno de los tractores también se utiliza para las labores de alimentación del ganado y limpieza del establo.

Tabla 13. Consumo de gasóleo (kWh) para labores agrícolas

CONSUMO GASOLEO TRACTORES	CONSUMO kWh	SAU (Ha)	kWh/Ha
ADEXM01	6.746	14	482
ADEXM02	74.795	23	3.252
ADEXM03	68.045	42	1.620
ADEXM04	90.104	25	3.604
ADEXM05	29.354	21	1.398
ADEXM06	25.272	20	1.264
ADEXM07	37.684	20	1.884
ADEXM08	92.116	30	3.071
ADEXM09	48.270	26	1.857
VALOR MEDIO	52.487	25	2.048

El consumo energético medio de estas labores de las nueve explotaciones estudiadas se sitúa en torno a los 52.487 kWh anuales, equivalente a un consumo de 450 litros mensuales de gasóleo en cada explotación.

La superficie media de la muestra es de 25 Ha de SAU con un consumo medio de 2.048 kWh/ha. En la muestra existe una explotación que tiene un consumo muy bajo debido a que las labores agrícolas más pesadas las realiza con la maquinaria de MELISANTO, SCG.

En todos los casos la fuente energética empleada es gasóleo B, resultando una dependencia total de este combustible.

2.3- Balance energético

Con los datos de la muestra de las nueve explotaciones ganaderas estudiadas se realiza el balance energético global teniendo en cuenta todos los consumos analizados anteriormente.

El balance de la explotación media por fases o zonas de producción indica que las labores agrícolas demandan el 72% de la energía total consumida en la explotación ganadera media.

Tabla 14. Balance energético global por fase de producción

BALANCE GLOBAL POR FASE DE PRODUCCIÓN		
FASE DE PRODUCCIÓN	Consumo anual (kWh)	% de cada fase
Electricidad Ordeño	4.294	5,87%
Electricidad Tanque de frío de leche	10.316	14,11%
Electricidad Arrobaderas Limpieza	544	0,74%
Electricidad Ventilación	1.006	1,38%
Electricidad Iluminación	1.838	2,51%
Otros motores eléctricos	819	1,12%
Producción ACS	1.802	2,46%
Gasóleo Tractores	52.487	71,80%
VALOR MEDIO	73.105	100%

Estudiando el consumo global de energía por sus fuentes, tenemos la siguiente distribución. Llama la atención que casi tres cuartas partes (72%) del consumo energético total de la explotación media corresponden al consumo de gasóleo.

Tabla 15. Balance energético global por fuente de energía

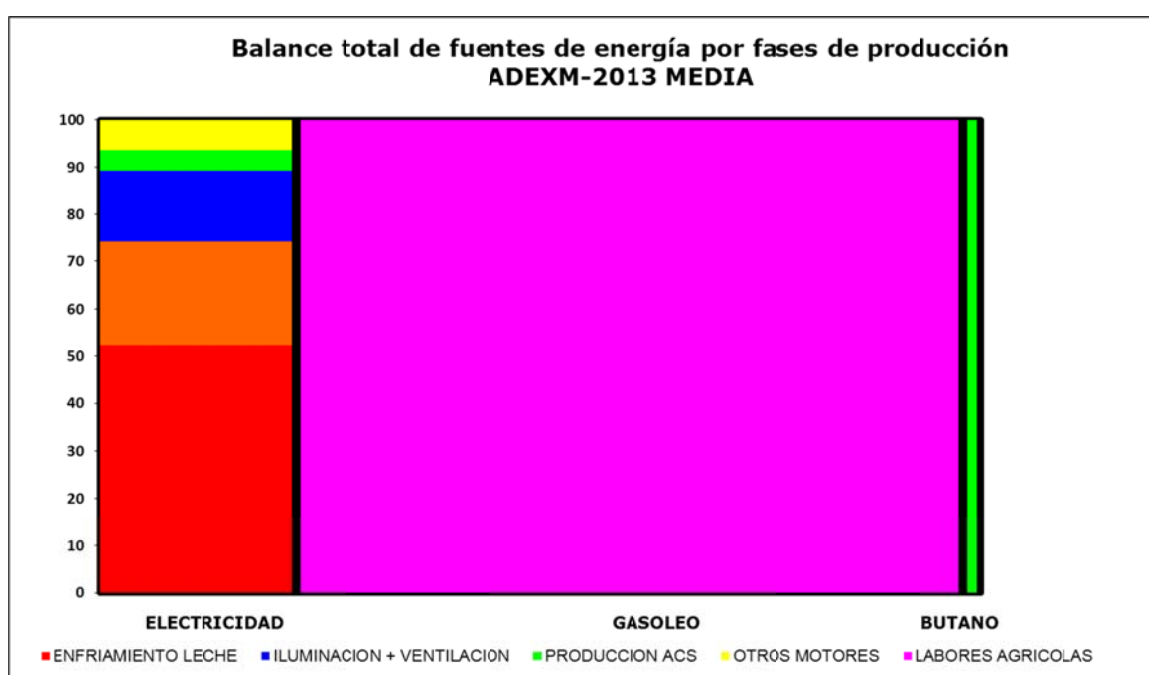
BALANCE POR FUENTES DE ENERGIA		
FUENTE DE ENERGÍA	Consumo anual (kWh)	% de cada fuente
Electricidad	176.035	26,76%
Butano	9.521	1,45%
Gasóleo	472.387	71,80%
TOTAL ENERGÍA	657.942	100%

Podemos concluir que:

- Consumo de electricidad: representa el 26,76% del total de energía consumida por la muestra.
 - Distribución del consumo eléctrico por fases del proceso: el 52% del consumo se corresponde con las necesidades de enfriamiento de la leche, seguido del ordeño (22%) y la iluminación (9%). La ventilación y otros usos consumen el 17% del total.
- Consumo de gasóleo: es el 71,80% del total de energía consumida por la muestra.
 - Distribución del consumo de gasóleo por fases del proceso: el 100,00% de este consumo se realiza en las labores agrícolas.
- Consumo de butano: equivale al 1,45% del total de energía consumida por la muestra.
 - Distribución del consumo de butano por fases del proceso: el 100% del consumo es para la producción de ACS para la limpieza de los equipos.

En la ilustración siguiente, se resumen los consumos globales de energía (electricidad, butano y gasóleo) en las explotaciones ganaderas estudiadas en la muestra durante el año 2013. En el eje horizontal se representa el peso de cada una de las fuentes energéticas consumidas. En el eje vertical se representa la distribución del consumo en las diferentes fases o procesos de consumo. De esta manera, y con una única gráfica, se obtiene una visualización de los consumos energéticos entrantes en la explotación media de la muestra.

Figura 9. Balance energético de la explotación media.



2.4- Costes energéticos

En el año 2013, la explotación media de la muestra presentó una demanda energética de 76.807 kWh con un coste medio de 7.878 euros, correspondiendo el 53% del coste al gasóleo consumido por los tractores, seguido por el coste de la energía eléctrica (41%) y el combustible requerido (5%) para la generación de ACS.

Tabla 16. Distribución de consumos y costes energéticos medios

	Cantidad kWh	Coste (€)	% s/coste
ELECTRICIDAD	19.559	3.255	41,32%
BUTANO	4.760	428	5,43%
GASÓLEO CALDERA			
GASOLEO TRACTORES	52.487	4.195	53,25%
EXPLOTACION MEDIA	76.807	7.878	

Estas necesidades energéticas medias, se traducen en un consumo energético de 0,157 kWh/litro de leche, que a un coste medio de 0,103 euros/kWh, supuso durante el año 2013 una repercusión de 0,016 euros/litro de leche producido.

Tabla 17. Ratios de consumo energético

RATIOS DE CONSUMO	kWh/L Leche	€/kWh	€/L leche
ELECTRICIDAD	0,0420	0,1664	0,0070
BUTANO	0,0023	0,0899	0,0002
GASOLEO TRACTORES	0,1126	0,0799	0,0090
VALOR MEDIO	0,157	0,103	0,016

Teniendo en cuenta la evolución reciente del coste del término de energía y del término de potencia, con total seguridad la repercusión en los costes de producción de leche podrá alcanzar los 1,8 céntimos/litro de leche.

Se debe entender, que este coste se refiere únicamente al consumo que se produce en la explotación láctea y que no incorpora otros consumos energéticos como los derivados del transporte de leche a la industria láctea, de los procesos de esterilizado y envasado y del transporte de la industria a los puntos finales de venta.

Como se puede observar en la siguiente tabla el ratio de coste energético por litro de leche varía según la explotación desde los 0,009 euros/litro hasta los 0,033 euros/litro.

Tabla 18. Distribución de costes energéticos (€) en cada explotación

COSTE ANUAL €	Electricidad	Butano	Gasóleo Tractores	€/L leche
ADEXM01	2.262		510	0,009
ADEXM02	1.497		5.863	0,032
ADEXM03	2.892		5.937	0,012
ADEXM04	5.099		6.985	0,033
ADEXM05	2.260		2.674	0,011
ADEXM06	2.599	514	2.029	0,010
ADEXM07	1.801		2.977	0,020
ADEXM08	6.631		7.044	0,020
ADEXM09	4.255	342	3.735	0,012
TOTAL MUESTRA	29.296	856	37.754	0,016

El sector se encuentra abocado a una honda transformación en la que es obligado implantar la mejora de la rentabilidad y por tanto, la reducción de los costes de producción, entre los que se encuentran los costes energéticos.

3- MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Como se justificó en el apartado anterior las actividades ganaderas tienen un importante consumo de energía. El presente capítulo tiene como finalidad orientar sobre las mejoras concretas que se pueden adoptar para incrementar la eficiencia energética de las instalaciones. Las mejoras a adoptar, resumidas a continuación se deben tomar como líneas de actuación a desarrollar, y los resultados alcanzados, como órdenes de magnitud de los mismos, dado que los cálculos se refieren a valores promedio.

Los datos recogidos pueden servir como base para la posterior realización de estudios más profundos en las mejoras propuestas que por su especial interés así lo requerirán.

3.1- Variador de frecuencia en la bomba de ordeño

Los sistemas de ordeño deben estar dimensionados conforme a las normas ISO-UNE 68048/68050/68061, teniendo en cuenta el número de animales a ordeñar para no sobrepasar la hora y media de tiempo de ordeño, dependiendo del tipo de sala de ordeño y de la zona de espera con su empujador. También es importante un adecuado mantenimiento de la maquinaria de ordeño. Con estas medidas se podrá mejorar el rendimiento de la instalación de ordeño reduciendo el tiempo de funcionamiento de todos los equipos (iluminación, bomba de vacío, unidad final, etc.) consiguiendo un importante ahorro energético.



Fotografía 1- Diversos tipos de bombas de vacío

La bomba de vacío tiene que estar bien dimensionada y colocada en un local independiente y bien aireado. A modo de referencia en la siguiente tabla se relaciona la capacidad de la bomba con su potencia eléctrica.

Tabla 19. Dimensión del motor en la bomba de vacío.

BOMBA VACIO L/MIN A 50 Kpa	MOTOR ELECTRICO Kw
600	1,50
800	2,20
1.200	3,00
1.500	4,00
2.100	5,50
2.800	7,50

El valor medio del consumo eléctrico para ordeño es de 4.294 kWh en la explotación media, con un ratio de 0,009 kWh/litro de leche, teniendo variaciones importantes dependiendo principalmente del tipo de sala de ordeño. Así en la muestra estudiada se observa que el consumo de ordeño de las instalaciones en espina presenta valores que varían de 0,005 a 0,022 kWh/litro. Las dos instalaciones en plaza presentan un comportamiento dispar con un consumo que va de 0,005 a 0,014 kWh/litro.

En la siguiente tabla se detalla el consumo en ordeño de cada una de las explotaciones auditadas.

Tabla 20. Consumo eléctrico en el ordeño en las explotaciones de la muestra

BOMBA DE VACIO ORDEÑO	Consumo eléctrico kWh	Producción leche L/año	Tipo de Sala de ordeño	Ratio kWh/L
ADEXM01	1.606	305.239	Espina 2x3	0,005
ADEXM02	1.205	229.802	Plaza 4	0,005
ADEXM03	4.818	731.485	Espina 2x4	0,007
ADEXM04	8.213	371.111	Espina 2x8	0,022
ADEXM05	2.044	442.355	Espina 2x3	0,005
ADEXM06	2.409	501.398	Espina 2x5	0,005
ADEXM07	3.212	235.411	Plaza 3	0,014
ADEXM08	8.760	682.218	Espina 2x5	0,013
ADEXM09	6.377	696.414	Espina 2x5	0,009
VALOR MEDIO	4.294	466.159		0,009

La instalación de un variador de frecuencia, también llamado variador de velocidad, es una de las mejores tecnologías para reducir hasta un 60% los costes operacionales en los sistemas de ordeño (Upton 2010), al controlar la velocidad de las bombas de vacío. Habitualmente las bombas de vacío funcionan continuamente durante el proceso de ordeño, independientemente de la demanda real. La instalación de un variador de frecuencia permite que la velocidad de la bomba de vacío se adapte a la demanda, reduciendo de este modo el consumo energético.

Tabla 21. Ahorros en la instalación del variador de velocidad en la muestra

VARIADOR DE VELOCIDAD	Consumo kWh	Ahorro		Inversión €	Período retorno años
		kWh	€		
ADEXM01	1.606	482	77	550	7,2
ADEXM02	1.205	361	75	550	7,3
ADEXM03	4.818	1.445	162	550	3,4
ADEXM04					
ADEXM05	2.044	613	97	550	5,6
ADEXM06	2.409	723	116	550	4,8
ADEXM07	3.212	963	153	550	3,6
ADEXM08	8.760	2.628	542	550	1,0
ADEXM09					
VALOR MEDIO	3.436	1.031	175	550	4,7

Con la instalación de un variador de velocidad en el motor de las bombas de vacío se calcula un ahorro anual medio del 30% de la energía eléctrica consumida en el ordeño, lo que representa unos 1031 kWh. La inversión necesaria para la instalación está en torno a los 550 euros y el período de retorno se situaría de media en 4,7 años, muy dependiente del consumo inicial de cada instalación.

Además del ahorro energético, hay otros beneficios derivados de la instalación de los variadores, como los que se detallan a continuación:

- Mejora en la calidad de la leche debido a una menor tensión en las ubres al aplicar un vacío constante.
- Menos ruido, las vacas están más tranquilas, por lo que segregan menos adrenalina y por lo tanto segregan más prolactina, por lo que la producción aumenta.

- Menor mantenimiento en la bomba de vacío gracias a los arranques suaves y un funcionamiento más lento y uniforme y, por lo tanto, un aumento de la vida útil de los motores lo que repercute en un ahorro económico para la explotación.

3.2- Intercambiador de placas en el tanque de frío

El tanque de almacenamiento de la leche deberá estar bien dimensionado, teniendo en cuenta el número de ordeños diarios, la velocidad de enfriamiento y la temperatura ambiente.

El valor medio del consumo eléctrico para enfriamiento es de 10.316 kWh en la explotación media, con un ratio de 0,022 kWh/litro de leche. Como se observa en la siguiente tabla, en la que se recogen los datos individuales de cada instalación, existen diferencias importantes de consumo desde los 0,013 kWh/litro hasta los 0,051 kWh/litro.

Tabla 22. Consumo eléctrico en el tanque de frío en las explotaciones de la muestra

TANQUE DE FRIO	Consumo eléctrico kWh	Producción leche L/año	Capacidad Tanque(l)	Ratio kWh/L
ADEXM01	6.899	305.239	2.160	0,023
ADEXM02	2.891	229.802	1.800	0,013
ADEXM03	12.045	731.485	3.100	0,016
ADEXM04	18.892	371.111	6.000	0,051
ADEXM05	9.636	442.355	3.000	0,022
ADEXM06	7.026	501.398	4.200	0,014
ADEXM07	7.118	235.411	1.600	0,030
ADEXM08	14.169	682.218	6.000	0,021
ADEXM09	14.169	696.414	6.000	0,020
VALOR MEDIO	10.316	466.159	3.762	0,022

Un intercambiador de placas es un aparato que permite transferir eficazmente calor entre dos fluidos sin que exista contacto entre ellos y, por lo tanto, sin riesgo de contaminación. Así, puede utilizarse para preenfriar con agua de la traída la leche recién ordeñada antes de introducirla en el tanque frigorífico.



Fotografía 2- Intercambiador de placas, tanque de frío y evaporador

Con esta medida puede conseguirse enfriar la leche hasta una temperatura de unos 3°C – 4°C por encima de la temperatura de agua de entrada, mientras que el agua que entra en el intercambiador se calienta hasta unos 20°C por lo que puede ser utilizada en la limpieza de la explotación o para la bebida del ganado. Diversos estudios recomiendan emplear en invierno agua templada (16°C – 18°C) para la bebida del ganado, lo que aumenta el bienestar de los animales y aumenta el consumo de agua.

Para que el rendimiento del intercambiador sea el mayor posible, los líquidos tienen que estar en contacto con la máxima superficie de la placa para asegurar un intercambio de calor rápido. La eficacia del sistema para preenfriar la leche está ligada al volumen de leche a enfriar y la temperatura del agua disponible, siendo unos 2,5 litros de agua por cada litro de leche la relación de volumen para asegurar la eliminación óptima del calor de la leche. Cuanto menor sea la temperatura de entrada del agua, mayor será el ahorro obtenido. Estimando en 11°C – 14°C la temperatura media del agua en Galicia y de 36°C la temperatura de la leche, el salto térmico se sitúa en unos 22°C con el consiguiente ahorro

energético reflejándose en la drástica reducción del consumo total del ciclo frigorífico.

En la siguiente tabla se resumen los resultados de los estudios realizados en las explotaciones auditadas.

Tabla 23. Ahorros en la instalación del intercambiador de placas en la muestra

INTERCAMBIADOR DE PLACAS	Consumo	Ahorro		Inversión	Período retorno
	kWh	kWh	€	€	anos
ADEXM01	6.899	3.153	503	1.600	3,2
ADEXM02	2.891	867	181	1.300	7,2
ADEXM03	12.045	3.613	405	1.300	3,2
ADEXM04					
ADEXM05					
ADEXM06	7.026	2.810	450	1.600	3,6
ADEXM07	7.118	2.562	407	1.300	3,2
ADEXM08	14.169	4.960	1.024	1.300	1,3
ADEXM09					
VALOR MEDIO	8.358	2.994	495	1.400	3,6

Las explotaciones analizadas tienen un consumo energético medio de 8.358 kWh en el enfriamiento de la leche. Si instalamos un intercambiador de placas, con una inversión media de 1.400 euros obtenemos un ahorro anual de 2.994 kWh (495 euros) lo que representa un ahorro medio de como mínimo el 35% de la energía eléctrica consumida en el tanque de frío. Se observa que en cada explotación se tuvo en cuenta el coste concreto de adquisición de la energía eléctrica que junto a otros factores determina que el período de retorno varíe entre 1 y 7 años dependiendo de la explotación, situándose el valor medio en 3,6 años.

Aplicando esta medida también se consigue una mejora en la calidad bacteriológica de la leche debido a que se reduce considerablemente el tiempo empleado para rebajar la temperatura de éste a 4°C, alterándose en menor medida la temperatura de la leche almacenada en el tanque en cada ordeño.

3.3- Lechería y Condensador del tanque de frío

En el momento de construir o remodelar la lechería² se puede actuar sobre el diseño del local, sobre el propio tanque y sobre los sistemas de enfriamiento para mejorar su diseño y obtener un ahorro de energía.

El local deberá estar orientado preferentemente hacia el Norte y aplicarse un buen aislamiento térmico en las paredes y la cubierta.

El condensador de la instalación frigorífica, siempre que sea posible, deberá estar situado en el exterior de la lechería, en sitios donde haya sombra, orientación norte y con un buen flujo de aire donde la temperatura del aire ambiente es inferior a la temperatura del interior del edificio, para facilitar su funcionamiento, al tiempo que contribuye a no subir la temperatura del local de la lechería.

La colocación del condensador en el exterior en un lugar apropiado facilita la condensación lo que implica que el compresor funcione menos tiempo para el enfriamiento de la leche. Pueden obtenerse ahorros de hasta un 15% del consumo energético. Solo con la correcta ubicación del condensador se estima que se puede alcanzar un ahorro medio en las explotaciones auditadas de 530 kWh/año (75 euros). La modificación de una instalación existente supone una inversión de unos 500 euros. Debido a la dificultad de aplicación de esta medida solo es recomendable en el caso de ser necesario cambiar el equipo de frío actual.

También es importante que el condensador reciba un buen mantenimiento y limpieza periódica para favorecer su rendimiento frigorífico con el consecuente ahorro de tiempo de enfriamiento de la leche.

La limpieza del ventilador influye sobremanera en el consumo debido a que la cantidad de flujo de aire ambiente que pasa por el condensador está directamente relacionada con el consumo energético y con la eficiencia del compresor. Un correcto mantenimiento del condensador, limpio de hojas de los árboles, polvo u

² Lechería: Local donde está el tanque de enfriamiento y conservación de la leche a la espera de la cisterna que la transporte a la industria transformadora.

otros elementos que dificultan el flujo de aire, facilita su correcto funcionamiento y supone un interesante ahorro energético que no supone inversión alguna.

3.4- Recuperador de calor del condensador

Para reducir los consumos energéticos al calentar el agua resulta eficiente la utilización de recuperadores de calor disipado en el condensador de la instalación frigorífica.

El calor robado a la leche para su enfriamiento y el aportado por el compresor del ciclo frigorífico se disipa en el condensador de la instalación frigorífica. Si el refrigerante del circuito frigorífico, de modo previo a su entrada en el condensador, se hace circular por un intercambiador de calor con agua de la traída puede llegar a calentarse esta agua a una temperatura de 55°C sin un consumo energético adicional. Este sistema de recuperación de calor permite el precalentamiento del agua y por lo tanto una reducción de alrededor del 80% de consumo en el calentamiento del agua.

Con este sistema se ahorra la energía necesaria para el salto térmico del agua desde los 15°C (temperatura del agua en la red) hasta los 55°C. La cantidad de litros de agua que se pueden calentar es aproximadamente del 75% del volumen de leche que se enfría, aunque estas cantidades varían en función de la carga del tanque y del uso de un pre-enfriador de la leche, ya que estos dos aspectos modifican la energía empleada por el tanque.



Fotografía 3- Intercambiador de calor

La explotación media de la muestra consume anualmente 73.811 litros de ACS y requiere un consumo energético de 0,039 kWh/litro de ACS. Como ya se comentó anteriormente, la generación de Agua Caliente Sanitaria utilizada en la limpieza

de los equipos de ordeño se cubre en cuatro explotaciones con termo eléctrico, en dos explotaciones mediante calentador de butano y tres explotaciones ya tienen implantado el recuperador de calor, con lo cual tienen un consumo energético nulo.

En la siguiente tabla se detalla el consumo de las distintas explotaciones.

Tabla 24. Consumo de ACS en las explotaciones de la muestra

CONSUMO ACS	CONSUMO L/año	CONSUMO ENERGÍA kWh		RATIO CONSUMO kWh/L
		Butano	Termo	
ADEXM01	65.700		1.314	0,020
ADEXM02	80.300		1.387	0,017
ADEXM03	65.700		1.606	0,024
ADEXM04	83.950			
ADEXM05	54.750			
ADEXM06	80.300	5.712		0,071
ADEXM07	73.000			
ADEXM08	80.300		3.285	0,041
ADEXM09	80.300	3.808		0,047
VALOR MEDIO	73.811	4.760	1.898	0,039

Consideramos una opción interesante para tres explotaciones de la muestra. Descartamos otras tres (ADEXM01, ADEXM02 Y ADEXM03) porque la inversión a realizar presenta un periodo de retorno mayor de 20 años. Las tres explotaciones con opciones tienen un consumo energético medio de 4.269 kWh en el calentamiento del agua para la limpieza de los equipos de ordeño y el tanque de frío. Instalando un recuperador de calor, con una inversión media de 2.500 euros obtenemos un ahorro anual de 3.507 kWh (315 euros) lo que representa un ahorro del 60% de la energía térmica consumida en la producción de ACS.

Tabla 25. Ahorros en la instalación de recuperador de calor en la muestra

RECUPERADOR DE CALOR	Consumo kWh	Ahorro		Inversión €	Período retorno años
		kWh	€		
ADEXM01					
ADEXM02					
ADEXM03					
ADEXM04					
ADEXM05					
ADEXM06	5.712	3.427	308	2.500	8,1
ADEXM07					
ADEXM08	3.285	3.285	296	2.500	8,4
ADEXM09	3.808	3.808	342	2.500	7,3
VALOR MEDIO	4.269	3.507	315	2.500	8,0

Esta opción es interesante si se puede aprovechar el calor para ACS en las viviendas asociadas a la explotación en los casos en que sea posible.

3.5- Iluminación

Con los avances tecnológicos actuales, es posible una reducción del coste energético dedicado a la iluminación. De modo resumido conviene revisar los siguientes aspectos de la instalación de iluminación:

- Sistemas de control de encendido: Número y situación de los interruptores existentes para encender por separado las distintas zonas de trabajo. Uso de sistemas de control automáticos.
- Utilización de lámparas eficientes, principalmente fluorescentes de última generación con balastos electrónicos y lámparas de vapor de sodio.
- Utilización de colores claros en las paredes que favorezcan la iluminación del establo por la reflexión de la luz.
- Estado y limpieza de las lámparas y las ventanas.

Cuantificar el potencial de ahorro de estas medidas resulta complicado. No obstante, con unas sencillas medidas que requieren una mínima inversión, en las auditorías realizadas se detectó un potencial de ahorro mínimo superior a los 400 kWh lo que supone unos 64 euros/año de ahorro alcanzable con una inversión de 273 euros y un periodo de retorno de 4,8 años.

Tabla 26. Ahorros en la instalación de iluminación en las explotaciones de la muestra

ILUMINACION E OUTROS	Consumo kWh	Ahorro		Inversión €	Período retorno años
		kWh	€		
ADEXM01	2.628	631	101	240	2,4
ADEXM02	885	315	66	240	3,7
ADEXM03	3.373	675	76	240	3,2
ADEXM04	2.847	569	93	240	2,6
ADEXM05	1.478	295	47	240	5,1
ADEXM06	2.041	410	66	240	3,7
ADEXM07	835	222	35	180	5,1
ADEXM08	1.058	211	44	240	5,5
ADEXM09	1.393	279	50	600	12,0
VALOR MEDIO	1.838	401	64	273	4,8

En cuanto a la intensidad lumínica necesaria, existen estudios que relacionan la producción lechera con los niveles de iluminación. Así, algunos investigadores observaron que las vacas expuestas a un régimen diario de 16 a 18 horas de luz mostraban incremento en su producción láctea del 6,7%, respecto a otros animales sometidos a un fotoperiodo natural (Derios 2011).

En la siguiente tabla se recogen valores de referencia de niveles de iluminancia recomendados para distintas dependencias.

Tabla 27. Niveles de iluminancia recomendados

Almacenes	Nivel de Iluminancia (Lux)		Establo	Nivel de Iluminancia (Lux)
Almacenes y Graneros	50		Pasillo limpieza	150 - 200
Almacén de abonos	50		Pasillo alimentación	20
Almacén de maquinaria	50		Sala ordeño	150 - 200
Preparación de piensos	150 - 200		Lechería	150 - 200

El incremento de la producción lechera va acompañado de un aumento de la ingesta de ración de las vacas y de un mayor consumo energético, por lo que el nivel de iluminación que se desea mantener en el establo y zonas de habitación del ganado es una decisión estratégica que corresponde tomar al titular de la explotación.

A la hora de seleccionar el tipo adecuado de iluminaria, lámpara y equipo auxiliar es necesario determinar, en primer lugar, la dependencia objeto del estudio, teniendo en cuenta la actividad que se va a realizar en ella.

Para reducir costes (instalación, funcionamiento y mantenimiento), la elección de las lámparas debe hacerse considerando las siguientes características:

- Índice de reproducción cromática (IRC): a mayor índice de reproducción cromática más capacidad para reproducir los colores “verdaderos” de los objetos. Entre las lámparas que cumplan el rendimiento de color mínimo recomendado para la actividad a desarrollar, debe escogerse aquella que tenga mayor eficiencia (lum/W) y mayor vida útil.

El ganado vacuno no requiere una reproducción cromática elevada por lo se debe priorizar la eficiencia energética en la elección de las lámparas a utilizar en el establo.

- Eficacia luminosa (lum/W): Las lámparas deben tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lum/W. A mayor eficacia luminosa mayor eficiencia y para el mismo nivel de iluminación hacen falta menos lámparas y luminarias, lo que supone una menor inversión inicial y menores costes de funcionamiento.
- Vida útil: A mayor vida útil menores costes de mantenimiento. Conviene instalar lámparas con una vida útil superior a las 12.000 horas.

Las lámparas incandescentes, halógenas (excepto las de baja tensión) y de luz de mezcla no precisan ningún equipo auxiliar para conectarse a la red eléctrica, pero las lámparas de descarga, requieren balastos y algunas también arrancadores. En general, se recomienda la utilización de balastos electrónicos debido a que ofrecen las siguientes ventajas en comparación con los electromagnéticos:

- Reducción del consumo superior al 25% respecto a un balasto electromagnético.
- Incremento de la eficacia de la lámpara (hay que instalar menos lámparas para obtener el mismo nivel de iluminación)

- Incremento de la vida de la lámpara hasta un 50%. Reducción de costes de mantenimiento.
- No se necesita cebador para el arranque de la lámpara, lo que implica otra reducción de costes de mantenimiento.
- No se necesita condensador para la corrección del factor de potencia, puesto que la demanda de energía reactiva de los balastos electrónicos es despreciable en comparación con los balastos electromagnéticos.
- Eliminación del efecto estroboscópico (intermitencia de la luz). Se aumenta la calidad de la luz de la lámpara (reducción de dolores de cabeza y cansancio en la vista debidos al pestañeo producido por los balastos electromagnéticos).
- Aumento del confort general, se eliminan los ruidos producidos por los equipos.
- Nivel de iluminación constante, no afectado por las variaciones de tensión a lo largo del día.
- Incorporan protección contra sobretensiones.
- Reducción de la carga térmica del edificio debido a su menor consumo.
- Desconexión automática de las lámparas defectuosas o agotadas.
- Posibilidad de conexión a la corriente continua para iluminación de emergencia.

La pérdida más importante del nivel de iluminación está causada por el ensuciamiento de la luminaria en su conjunto (lámpara + sistema óptico). Es fundamental la limpieza de los componentes ópticos como reflectores o difusores, estos últimos, si son de plástico y se encuentran deteriorados, se deberían substituir.

Según el CTE (Código Técnico de Edificación) se debe proceder a la limpieza general de luminarias, como mínimo, 2 veces al año. Con esta periodicidad de

limpieza se recupera un 20% de la iluminancia de las luminarias. Es importante tener en cuenta que la depreciación de la iluminación después de 6 meses de la limpieza de la luminaria es del orden del 30%, y al cabo de un año puede llegar al 40%.

El grado de iluminación de una estancia depende también del color elegido para pintar las paredes. En función del color elegido reflejará más o menos luz, lo que hará que la cantidad de iluminancia varíe. Resulta conveniente pintar de colores claros las paredes interiores y techos de las distintas estancias con lo que se reducirá sustancialmente el consumo de electricidad para conseguir los mismos niveles de iluminación que si se pintan de color oscuro o si se encuentran sin pintar. En la elección del color del suelo y las paredes donde incida directamente el sol se deberá tener en cuenta el peligro de deslumbramiento, reduciendo consecuentemente los peligros.

El sistema de control más sencillo es el interruptor manual. Su uso correcto, apagando la iluminación en periodos de ausencia de personas, permite ahorros significativos, más incluso cuando en la nave de la explotación hay varias zonas controladas por interruptores distintos de forma que una pueda estar apagada aunque otras estén encendidas. No obstante, en la mayoría de los casos las personas no son rigurosas con los criterios de encendido y apagado.

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimientos y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Los sistemas automáticos con frecuencia permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido al instalar este tipo de sistemas puede ser de hasta un 70%. En nuestro caso, con los animales en movimiento, no es conveniente la aplicación de estos sistemas de regulación.

4- CONSUMO DE COMBUSTIBLE

En las explotaciones ganaderas de la muestra, es importante el consumo de gasóleo en el tractor para realizar las labores agrícolas.

4.1. Optimización del consumo de gasóleo en el tractor

Las explotaciones analizadas³ tienen un consumo medio de 48.600 litros (52.487 kWh) de gasóleo que utilizan para trabajar una superficie media de 25 Ha de superficie agraria útil, con un ratio de consumo de combustibles de 2.048 kWh por hectárea trabajada.

Tabla 28. Consumo de gasóleo de tractores en las explotaciones de la muestra

CONSUMO GASOLEO TRACTORES	CONSUMO kWh	SAU (Ha)	kWh/Ha
ADEXM01	6.746	14	482
ADEXM02	74.795	23	3.252
ADEXM03	68.045	42	1.620
ADEXM04	90.104	25	3.604
ADEXM05	29.354	21	1.398
ADEXM06	25.272	20	1.264
ADEXM07	37.684	20	1.884
ADEXM08	92.116	30	3.071
ADEXM09	48.270	26	1.857
VALOR MEDIO	52.487	25	2.048

El consumo depende del cultivo, de la orografía del terreno, del tipo de suelo, del tamaño de las parcelas, de las condiciones meteorológicas, etc. No obstante, siguiendo las recomendaciones del IDAE que se recogen a continuación sobre la selección, mantenimiento y conducción de los tractores el potencial de ahorro energético en las explotaciones auditadas es muy importante, estimándose de forma conservadora una porcentaje de ahorro del 10% del consumo sin necesidad de aumentar las inversiones, lo que supone en la explotación media 5.249 kWh/año (540 litros de gasóleo) equivalentes a 333 euros/año de ahorro.

³ La explotación ADEXM01 trabaja sus tierras alquilando los servicios de la CUMA de la cooperativa

De modo resumido para optimizar el consumo se debe tener en cuenta que un mantenimiento preventivo ahorra costes en comparación a un mantenimiento correctivo, que a la hora de comprar un tractor entre las variables a ponderar deber tenerse en cuenta la eficiencia energética y que para conducir un tractor es conveniente una cierta formación por motivos de seguridad y eficiencia. Todos estos aspectos se abordan con mayor detalle en los siguientes apartados.

4.2- Selección y compra del tractor

La elección del tractor o tractores adecuados para los trabajos a realizar en la explotación es el elemento clave para obtener la mayor eficiencia global en el conjunto de las labores agrícolas y ganaderas. El primer paso es determinar el número de tractores que se necesitan en la explotación, los requerimientos de potencia de cada uno de ellos y el equipamiento básico que deben tener en función de los trabajos a realizar.

El coste horario de un tractor es la suma de los costes fijos (amortización, intereses, seguros) y de los costes variables que se producen cuando el tractor está trabajando (consumo de combustibles, aceites, ruedas, mantenimiento y reparaciones). El coste variable más importante es el de gasóleo por lo que, en el momento de la compra del nuevo tractor, debe ser uno de los factores prioritarios de selección.

La forma más fácil de valorar la eficiencia del tractor es tener en cuenta, además de los distintos condicionantes técnicos, la cualificación energética del tractor. La cualificación energética viene representada por una letra que va desde el A al E y que resume la información de la eficiencia energética del tractor, siendo los más eficientes los de la letra A y los menos los de la letra E. La lista de los modelos clasificados con la categoría de eficiencia está en la página web del IDAE, www.idae.es, y en concreto en el siguiente link:

<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.82/recategoria.1052/reImenu.88>

En esta lista además de la cualificación final el parámetro más representativo de la eficiencia energética es el ratio de consumo en litros partido de la energía entregada en kWh. Con la tecnología actual, valores de 0,300 l/kWh indican un consumo energético eficiente, valores de 0,400 l/kWh o superiores representan un consumo energético pésimo. En el momento de comprar el tractor se debe solicitar información de este parámetro al vendedor.

De cara a facilitar la comparación de los distintos tractores a continuación se citan las principales normas de ensayo de potencia en los motores agrícolas:

- SAE J1995: mide la potencia del motor sin tener en cuenta el filtro del aire, el silenciador, el tubo de escape, alternador y ventilador. Se puede decir que es una “potencia bruta”.
- ISO TR 14396: mide la potencia del motor montado sin sistema de refrigeración y a una presión atmosférica de 0,99 barómetros.
- SAE J1349: es una norma americana. La potencia se mide sobre el motor con todos los accesorios, pero sin funcionar el ventilador. La potencia obtenida es la “potencia neta”.
- DIN 70020: la potencia se mide con el ventilador en funcionamiento, con lo cual resulta un 1% menor. Se considera como “potencia neta”, empleada por la mayor parte de los constructores europeos.
- ECE R24: esta norma mide la potencia sobre el motor con un sistema de refrigeración pero con el ventilador parado. Norma adoptada por la mayor parte de los países de la UE. También controla las emisiones de humos en el escape de los tractores agrícolas.
- OCDE: el control de la potencia se hace en la toma de fuerza del tractor en condiciones normales de funcionamiento. Hay unas pérdidas de potencia en la transmisión que pueden rondar del 5% al 15% según el modelo de los tractores analizados.

4.3- Mantenimiento del tractor

El mantenimiento del tractor se debe hacer a lo largo de toda la vida útil, y no solo cuando está nuevo o en garantía. Este mantenimiento debe seguir el “libro de instrucciones” del fabricante del tractor, donde se especifican todas las revisiones que se deben hacer.

El mantenimiento del tractor es fundamental, ya que su falta puede hacer que el consumo de gasóleo aumente en un 10 a un 25% al trabajar la tierra, algo que según diversas referencias sucede con frecuencia.

La limpieza del filtro del aire facilita una mezcla correcta entre el aire y el gasóleo en el motor del tractor. Los trabajos agrícolas se hacen en ambientes con mucho polvo que queda retenido en el filtro para evitar que se dañe el motor. Si tenemos el 10% del filtro sucio, se limita la cantidad de aire entrante provocando un 5% de aumento del consumo de gasóleo. Si el filtro está con un 20% de suciedad, el consumo se incrementa por encima del 22%. Dada su importancia en el consumo, actualmente, muchos tractores incorporan sistemas de limpieza y/o pilotos que avisan del nivel de suciedad del filtro. Con el uso los microporos del filtro se acaban obstruyendo por lo que éste cada vez se ensucia con mayor rapidez hasta que es necesario su cambio. Por lo tanto, conviene llevar un control de la rapidez con la que se ensucia el filtro, lo que servirá de referencia para valorar la necesidad de su cambio.

Pasa lo mismo con el filtro del gasóleo, que evita que entren restos sólidos en la bomba y los inyectores. Si el filtro está sucio, no pasa gasóleo y el tractor no puede hacer el trabajo, e incluso puede producir averías de importancia en el motor.

La bomba de inyección hace la regulación y dosificación del gasóleo que llega a los inyectores y deben tener revisiones periódicas cada 1.000 horas de trabajo para evitar averías graves, mal funcionamiento, exceso de consumo y emisión excesiva de gases contaminantes.

4.4- Utilización del tractor: Conducción

El consumo de un motor varía en función de la velocidad de giro y de la carga que debe vencer. El tractor deberá desarrollar la potencia necesaria empleando el régimen del motor y la marcha más adecuada, intentando conseguir el mínimo consumo de gasóleo. Para cargas elevadas, los consumos específicos más bajos suelen registrarse cuando el motor trabaja a un régimen de giro próximo al de par máximo. Jugando con el acelerador y con la caja de cambios se obtiene un buen aprovechamiento de la potencia y la óptima transformación del combustible en fuerza para realizar las labores agrícolas. Por ello es recomendable consultar con frecuencia el manual del tractor y comentar con los fabricantes las dudas que vayan surgiendo.

Para realizar labores con aperos conectados a la toma de fuerza, se considera el régimen del motor señalado por el fabricante del aparato. En la actualidad la mayoría de los tractores disponen de dos regímenes normalizados en la toma de fuerza, a 540 rpm y a 1.000 rpm.

En la transmisión de la potencia del tractor tenemos un nuevo elemento: las ruedas que soportan al tractor. En los trabajos de tracción se produce un incremento del 15% en el consumo de combustible debido a las pérdidas por rodadura y por patinaje o deslizamiento. Es por eso que es conveniente lastrar el tractor para hacer determinadas labores. Si el lastrado es insuficiente o excesivo se producen incrementos del consumo de combustible. También hay que respetar las normas del fabricante en cuanto al tipo de neumático y la presión de inflado debe estar de acuerdo con el trabajo a realizar y el estado del terreno. El nivel de deslizamiento puede medirse comparando el número de vueltas que dan las ruedas con el apero trabajando y con el apero levantado para una distancia fija. Si el porcentaje de patinaje supera el 8% en terrenos firmes o el 15% en terrenos blandos conviene analizar la conveniencia de lastrar el tractor.

Puede obtenerse más información sobre conducción eficiente del tractor en: “Ahorro de combustible en el tractor agrícola” editada por el IDAE (2005).

5- RESUMEN DE LAS PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO

En el actual entorno de elevada competencia, la viabilidad futura de las instalaciones pasa por la optimización de los costes de producción.

La implantación de las propuestas de ahorro y eficiencia energética analizadas en las auditorías realizadas en las explotaciones y ahora mostradas en este Estudio, tienen como objetivo la reducción del coste económico que los consumos energéticos suponen para la explotación ganadera de producción de leche, ayudando a mejorar la rentabilidad de las actividades productivas. El objetivo último de este análisis es la reducción real del consumo energético: se trata de hacer el mismo trabajo utilizando menos recursos.

Reducir el consumo de energía tiene una repercusión global, ya que ayudamos a disminuir las emisiones de gases y partículas contaminantes. La conservación del medio natural (atmósfera, suelo, agua, flora y fauna, etc.), depende de todas las personas, cada una en su justa medida. En un entorno local, la disminución de emisiones permite mejorar la calidad del aire que respiramos aumentando la limpieza de las aguas y suelo, facilita el crecimiento de las plantas y, en general, colabora a incrementar nuestra salud y nuestra calidad de vida.

Las propuestas más eficientes en el ahorro energético son también las propuestas ambientales más destacables ya que inciden en las emisiones de gases de efecto invernadero que se calculan mediante la huella de carbono siguiendo diversos protocolos y herramientas que permitan incorporar este cálculo a la gestión diaria de la explotación, lo cual permite optimizar el tratamiento de esta huella de carbono desde la eficiencia energética con sus correspondientes ahorros, incluyendo el transporte y la gestión ambiental.

En general, entre las ventajas destacadas de reducción del consumo energético que afectan a la explotación ganadera de producción de leche, se puede citar:

- Optimización de los procesos productivos, profundizando en el mejor conocimiento de los mismos.

- Mejora de la competitividad de la explotación, permitiendo obtener la leche y otros productos a un menor coste energético.
- Disminución del impacto negativo sobre el aire, las aguas y los suelos en el entorno inmediato de la explotación.
- Disminución de emisiones contaminantes asociadas, como pueden ser las emisiones derivadas de la generación y del transporte de la energía a la explotación.
- Incremento de la independencia energética de la explotación.
- Cumplimiento de las obligaciones legales de reducción de contaminantes.

5.1- Ahorro energético en la explotación media

La explotación media de la muestra tiene 46 vacas en ordeño y un consumo energético equivalente a 73.105 kWh que a precios del año 2013 supone un coste de 7.545 euros anuales. El consumo energético de estas explotaciones ascendió a 0,16 kWh/litro de leche y supuso un coste de 1,6 cént/litro.

Este consumo se refiere únicamente al que se produce en la explotación láctea y, por tanto, no incorpora los derivados del transporte de la leche a la industria láctea, de los procesos de esterilizado y envasado y del transporte del productor resultante a los puntos finales de venta.

Como promedio, en las explotaciones auditadas se pueden conseguir unos ahorros del 35% del consumo de energía manteniendo el mismo nivel de servicios.

Tabla 29. Ratios de consumo energético en las explotaciones de la muestra

RATIOS DE CONSUMO	kWh/L Leche	€/kWh	cts€/L leche
ELECTRICIDAD	0,0420	0,1664	0,70
BUTANO	0,0023	0,0899	0,02
GASOLEO TRACTORES	0,1126	0,0799	0,90
VALOR MEDIO	0,157	0,103	1,62

La tendencia a la automatización de las explotaciones y factores como el aumento del nivel de iluminación para modificar el fotoperiodo natural de las vacas pueden suponer una mayor demanda energética de las explotaciones, pero se debe entender que estas decisiones estratégicas del ganadero llevarán asociados cambios en la productividad de la explotación, por lo que de producirse, pueden suponer un descenso en el ratio de consumo energético por litro de leche producido o a la reducción de otros costes como la mano de obra necesaria para la realización de los trabajos.

El valor de la energía ahorrada, valorada a los precios efectivamente pagados por cada explotación durante el año 2013 sería de unos 1.230 €/año. Todas las previsiones apuntan a que los costes de los diferentes productos energéticos van a seguir subiendo por encima del Índice de Precios de Consumo (IPC), por lo que la implantación de medidas de ahorro y eficiencia energética puede marcar importantes diferencias en la competitividad de las explotaciones.

Tabla 30. Ahorro de consumo en la explotación media

	Ahorro		Inversión	Prazo ejecución meses	Periodo retorno años
	kWh	€	€		
Intercambiador placas	2.994	495	1.400	0,3	3,6
Recuperador calor	3.507	315	2.500	0,5	8,0
Variador velocidad	1.031	175	550	0,3	4,7
Iluminación	401	64	273	3,0	4,8
Energía solar térmica	1.376	181	2.500	1,2	15,4
EXPLOTACION MEDIA	9.308	1.230	7.223	1,1	7,3

Para lograr este ahorro energético sería necesario realizar una inversión próxima a los 7.223 € con un periodo de retorno conjunto en torno a los 7,3 años. En la tabla se puede apreciar un resumen de las medidas a adoptar en la explotación media, así como las inversiones asociadas y el periodo de retorno simple de cada propuesta. Estos periodos que oscilan según la medida hasta 15,4 años, se deben tomar como orden de magnitud dado que existen diferencias importantes en función de las particularidades de cada explotación. Las inversiones o

presupuestos de cada medida no consideran las posibles subvenciones oficiales para favorecer el ahorro energético y la instalación de energías renovables y que pueden hacer más atractivo el periodo de retorno.

Las mejores oportunidades para reducir los consumos son:

- La instalación de un intercambiador de placas para enfriamiento de la leche puede reducir el consumo eléctrico de la instalación frigorífica en más del 50%.
- Un variador de velocidad en la bomba de vacío puede ahorrar un 40% en el uso de energía del sistema de ordeño de leche.
- Pequeños cambios en la iluminación que incluso se pueden realizar progresivamente, tales como: automatización de los encendidos, regulación del nivel de iluminación en función de la luz natural, sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo, sustitución de tubos fluorescentes de 38 mm de diámetro por tubos de 26 mm de diámetro y balastos electrónicos, pintado de las paredes en colores claros...
- Un sistema de recuperación de calor disipado en el condensador de la instalación frigorífica, puede reducir el uso de la energía para calentar el agua en un 60%.
- Una adecuada planificación en la compra y el uso de los tractores en las explotaciones seleccionando el tractor adecuado para los trabajos a realizar teniendo en cuenta criterios de eficiencia energética.

5.2- Otras posibilidades de ahorro energético

A lo largo del presente Estudio surgieron otras posibilidades de ahorro en la gestión energética de las explotaciones, que por su especial relevancia convendría estudiar con mayor detalle. En concreto parece oportuno destacar las siguientes: En algunos casos el ahorro económico se produce sin que exista un ahorro de consumo energético.

- Contratación del suministro de energía eléctrica: Aunque no suponga un ahorro de energía, una vigilancia de las condiciones de contratación del suministro (discriminación horaria, potencia contratada, precios de energía,...) y su comparación con las de mercado puede suponer importantes ahorros económicos a la explotación.
- Optimización de la potencia contratada: Es importante que la potencia contratada esté en consonancia con la potencia demandada por la instalación. La recomendación básica será contratar una potencia ligeramente superior, del orden del 10% de la demanda real de potencia.
- Optimización del factor de potencia y consumo de energía reactiva: En cualquier instalación con motores, lámparas de descarga o transformadores, existe una energía reactiva que disminuye el rendimiento de la instalación. Para evitar su consumo se colocan las baterías de condensadores, mejorando la potencia disponible y reduciendo las caídas de tensión y el coste del recibo de la electricidad.
- Energía solar térmica: El coste y rentabilidad de estas instalaciones es variable dependiendo del tipo, tamaño, calidad de materiales, etc. Su periodo de amortización varía entre 7 y 15 años en función del tipo de combustible a sustituir y las propias características de la instalación.
- Planta de generación de biogás. En la actualidad, estas plantas incorporan un importante riesgo tecnológico pero se están desarrollando una gran cantidad de experiencias piloto que hacen prever que en poco tiempo se produzcan importantes avances en el control de los procesos.
- Caldera de biomasa: Pueden ser una buena alternativa para satisfacer las necesidades térmicas de la explotación. Debido al incremento del coste de los combustibles fósiles, la instalación de caldera de biomasa permite importantes ahorros económicos en los costes de combustible.