

# Cálculo del coste de la labor de empacado

Se analizan los costes fijos y variables de una empacadora convencional, una rotoempacadora y una macroempacadora

Comenzamos con este número una serie de artículos relacionados con los costes de las operaciones de recolección, tratando en este caso de las empacadoras, máquinas que llevan a cabo una compresión de la paja o forrajes para facilitar su manejo.

Ana María Moreno Collado,  
Pablo Pastrana Santamarta  
y Javier Ferrero González.

Departamento de Ingeniería Agraria. Universidad de León.

La utilización de las empacadoras comenzó con un pequeño retraso respecto a las cosechadoras, donde se pudieron ver artilugios curiosos como empacadoras estáticas manuales e incluso cosechadoras con sistema de empacado incluido.

Tras estos tímidos comienzos, se impuso durante décadas la empacadora hoy llamada convencional. Esta máquina consta de un *pick-up* que recoge la paja del suelo, pasando gracias a una horca mecánica u otros sistemas a la cámara de compresión, donde un pistón va comprimiendo la paja, formando bloques paralelepípedicos de 60 x 40 cm de sección y longitud regulable. Estas máquinas pueden llevar un trillo para disminuir la longitud de la paja.

Posterior en el tiempo y de innegable éxito, la empacadora de pacas cilíndrica "rollos" se extendió hace más de una década por todas las zonas siendo especialmente bien acogida en montaña, pues se adapta per-

Año	Amortización	Intereses	Seguro	Alojamiento	Impuestos	Total
Media €/año	2.624,17	697,36	550,00	200,00	100,00	4.171,53
Media €/h	4,37	1,16	0,92	0,33	0,17	6,95

Año	Reparaciones	Ac. motor	Ac. hidráulico	Total
Media €/h	1,02	0,17	0,12	1,3002

fectamente tanto al ensilado con cubierta plástica como a su manipulación mecanizada. Es una máquina sobre la cual existen bastantes variaciones, partiendo de un diseño básico (cámara fija o variable, atado con hilo o red, etc.). Es de desta-

Año	Empacadoras % (Y)
1	56
2	53
3	50
4	47
5	44
6	41
7	38
8	35
9	33
10	31
11	29
12	27

car que por su forma de trabajo no se consiguen grandes densidades ni se puede trillar la paja.

La última en llegar, masivamente hace poco más de un lustro ha sido la empacadora de grandes pacas paralelepípedicas. En estos pocos años se ha hecho con el mercado pues resuelve de forma satisfactoria el último problema de mecanización en cultivos extensivos (aunque existen sistemas de recogida de pacas rectangulares convencionales y de rotopacas no están extendidos), que era la recolección de la paja. Si bien las pacas cilíndricas permitían ya su manejo por medios mecánicos, el transporte a grandes distancias en camiones era inviable económicamente.

Adaptándose a los tres sistemas de empacado se han desarrollado los correspondientes sistemas de recogida de las pacas; desde los cargadores para convencionales situados a un costado del remolque, a los "pinchos" para manejar grandes



pacas con la pala del tractor o a remolques autocargadores para cualquiera de los tres sistemas.

### Tractor

Las características del tractor son las mismas que las de los anteriores artículos, con una potencia 115CV y 600 horas de utilización anual y una vida dentro de la explotación de doce años, con un precio de adquisición de 47.000 €. Los costes fijos y variables del tractor se detallan en los cuadros I y II.

### Empacadora de pacas rectangulares convencionales

Su comercialización ha disminuido en la misma proporción que han aumentado los otros tipos. Analizaremos una empacadora de un fabricante europeo con sistema de presión hidráulico. El precio es de 18.000 €, y en principio vamos a analizar un trabajo sobre 100 ha, lo que supone 77 horas al año de utilización.

### Rotoempacadora

En este caso, analizaremos una empacadora de fabricante europeo con cámara de compresión variable. El precio es de 13.000 € y en principio vamos a estudiar un trabajo sobre 100 ha, lo que supone 74 horas al año de utilización.

### Empacadora de grandes pacas

Por último, analizaremos una empacadora de fabricante europeo para realizar pacas con una sección de 80 x 90 cm. El precio es de 49.200 €. En principio vamos a analizar un trabajo sobre 100 ha, que supone 30 horas al año de utilización.

### Costes fijos

A continuación se describe el método de cálculo de los diferentes costes que se generan en el trabajo de las tres máquinas.

**Amortización:** existen diferentes métodos para su cálculo. En nuestro supuesto hemos determinado su valor en cada año a partir

de un porcentaje respecto al precio de adquisición. Este valor lo podemos ver en el cuadro III. El valor residual ( $Z_i$ ) en un año se obtiene multiplicando el precio de compra ( $X$ ) por el coeficiente  $Y$ . El coste de amortización se obtiene para el año 1 como:  $A_1 = X_1 - Z_1$  y para el año 2 y sucesivos como:  $A_i = Z_{(i-1)} - Z_i$

**Intereses:** para su cálculo tomamos una tasa de interés del 6% y una inflación del 3% por lo que tenemos un interés neto del 3%. Este valor se aplica al valor medio del tractor en ese año.

**Alojamiento:** coste de amortización de nave necesaria para alojar las empacadoras. Se estima un espacio necesario de 20 m<sup>2</sup> para la empacadora convencional, 16 m<sup>2</sup> para la rotoempacadora y 24 m<sup>2</sup> para la empacadora de grandes pacas.

En los cuadros IV, V y VI se muestran los costes fijos para cada año y los valores medios para los tres tipos de empacadoras.

### Costes variables

Los costes variables derivan de las reparaciones y el mantenimiento (cuadro VII).

Los valores de consumo y de capacidad de trabajo son datos reales extraídos de los resultados del estudio llevado a cabo para el MAPA para conocer el consumo de las operaciones agrícolas.

La capacidad de trabajo depende de factores como superficie de la parcela y forma. En nuestro caso vamos a dar los datos obtenidos en el estudio del MAPA para tractores de 115 CV de potencia (cuadro VIII). A fin de poder realizar una comparación se ha considerado trabajo empacando paja y considerando un ancho de trabajo de la cosechadora de 5 m.

Además, debemos tener en cuenta el coste de la mano de obra, aunque la labor sea llevada a cabo por el propietario de la explotación.

El resumen de costes fijos y variables se detalla en los cuadros IX, X y XI.

### CUADRO IV.

EMPACADORA CONVENCIONAL. RESUMEN DE COSTES FIJOS (€/AÑO) PARA CADA AÑO Y VALORES MEDIOS.

Año	Amortización	Intereses	Alojamiento	Total
1	7.920,00	421,20	120,00	8.461,20
2	540,00	294,30	120,00	954,30
3	540,00	278,10	120,00	938,10
4	540,00	261,90	120,00	921,90
5	540,00	245,70	120,00	905,70
6	540,00	229,50	120,00	889,50
7	540,00	213,30	120,00	873,30
8	540,00	197,10	120,00	857,10
9	360,00	183,60	120,00	663,60
10	360,00	172,80	120,00	652,80
11	360,00	162,00	120,00	642,00
12	360,00	151,20	120,00	631,20
Media €/año	1.095,00	234,23	120,00	1.449,23
Media €/h	14,22	3,04	1,56	18,82

### CUADRO V.

ROTOEMPACADORA. RESUMEN DE COSTES FIJOS (€/AÑO) PARA CADA AÑO Y VALORES MEDIOS.

Año	Amortización	Intereses	Alojamiento	Total
1	5.720,00	304,20	96,00	6.120,20
2	390,00	212,55	96,00	698,55
3	390,00	200,85	96,00	686,85
4	390,00	189,15	96,00	675,15
5	390,00	177,45	96,00	663,45
6	390,00	165,75	96,00	651,75
7	390,00	154,05	96,00	640,05
8	390,00	142,35	96,00	628,35
9	260,00	132,60	96,00	488,60
10	260,00	124,80	96,00	480,80
11	260,00	117,00	96,00	473,00
12	260,00	109,20	96,00	465,20
Media €/año	790,83	169,16	96,00	1.056,00
Media €/h	10,69	2,29	1,30	14,27

### CUADRO VI.

EMPACADORA DE GRANDES PACAS. RESUMEN DE COSTES FIJOS (€/AÑO) PARA CADA AÑO Y VALORES MEDIOS.

Año	Amortización	Intereses	Alojamiento	Total
1	21.648,00	1.151,28	144,00	22.943,28
2	1.476,00	804,42	144,00	2.424,42
3	1.476,00	760,14	144,00	2.380,14
4	1.476,00	715,86	144,00	2.335,86
5	1.476,00	671,58	144,00	2.291,58
6	1.476,00	627,30	144,00	2.247,30
7	1.476,00	583,02	144,00	2.203,02
8	1.476,00	538,74	144,00	2.158,74
9	984,00	501,84	144,00	1.629,84
10	984,00	472,32	144,00	1.600,32
11	984,00	442,80	144,00	1.570,80
12	984,00	413,28	144,00	1.541,28
Media €/año	2.993,00	640,22	144,00	3.777,22
Media €/h	103,21	22,08	4,97	130,25

CUADRO VII.

EMPACADORA, ROTOEMPACADORA Y EMPACADORA DE GRANDES PACAS. RESUMEN DE COSTES VARIABLES (€/H) PARA CADA AÑO Y VALORES MEDIOS.

Año	Empacadora convencional	Rotoempacadora	Empacadora grandes pacas
1	0,53	0,70	0,29
2	1,32	1,73	0,72
3	1,99	2,61	1,08
4	2,61	3,41	1,42
5	3,19	4,17	1,74
6	3,75	4,90	2,04
7	4,28	5,60	2,33
8	4,80	6,28	2,61
9	5,31	6,94	2,89
10	5,80	7,59	3,16
11	6,29	8,22	3,42
12	6,76	8,84	3,68
Media €/h	3,89	5,08	2,11

CUADRO VIII.

PARÁMETROS DE LA LABOR PARA LAS TRES MÁQUINAS

	Empacadora convencional	Rotoempacadora	Empacadora de grandes pacas
Ancho (cm)	500	500	500
Rendimiento real (ha/h)	1,30	1,35	3,38
Capacidad de trabajo real (h/ha)	0,77	0,74	0,30

CUADRO IX.

EMPACADORA CONVENCIONAL. RESUMEN DE COSTES.

Coste	Tipo	€/h	€/ha
Tractor	Fijos	6,95	5,35
	Variables	1,30	1,00
	<b>Totales</b>	<b>8,25</b>	<b>6,35</b>
Empacadora convencional	Fijos	18,82	14,48
	Variables	3,89	2,99
	<b>Totales</b>	<b>22,71</b>	<b>17,47</b>
Gasóleo	l/ha	12,00	
	€/ha		8,32
Mano de obra	€/h	3,75	
	€/ha		2,88
	<b>Totales</b>		<b>35,02</b>

CUADRO X.

ROTOEMPACADORA. RESUMEN DE COSTES.

Coste	Tipo	€/h	€/ha
Tractor	Fijos	6,95	5,15
	Variables	1,30	0,96
	<b>Totales</b>	<b>8,25</b>	<b>6,11</b>
Rotoempacadora	Fijos	14,27	10,57
	Variables	5,08	3,77
	<b>Totales</b>	<b>19,35</b>	<b>14,34</b>
Gasóleo	l/ha	12,00	
	€/ha		8,32
Mano de obra	€/h	3,75	
	€/ha		2,78
	<b>Totales</b>		<b>31,55</b>



Empacadora de grandes pacas.

CUADRO XI.

EMPACADORA GRANDES PACAS. RESUMEN DE COSTES.

Coste	Tipo	€/h	€/ha
Tractor	Fijos	6,95	2,06
	Variables	1,30	0,39
	<b>Totales</b>	<b>8,25</b>	<b>2,45</b>
Empacadora de grandes pacas	Fijos	130,25	38,59
	Variables	2,11	0,63
	<b>Totales</b>	<b>132,36</b>	<b>39,22</b>
Gasóleo	l/ha	12,00	
	€/ha		8,32
Mano de obra	€/h	3,75	
	€/ha		1,11
	<b>Totales</b>		<b>51,10</b>

CUADRO XII.

RESUMEN DE COSTES (€/T) DE LAS OPERACIONES DE EMPACADO ESTUDIADAS.

€/t	Empacadora convencional	Rotoempacadora	Empacadora grandes pacas
	19,73	19,17	28,59

CUADRO XIII.

EMPACADORA DE GRANDES PACAS (€/T) PARA DIFERENTES SUPERFICIES EMPACADAS.

€/t	Empacadora grandes pacas
100 ha	28,59
200 ha	19,02
500 ha	13,92
1.000 ha	12,88

### Resultados y conclusiones

Si suponemos que estamos empacando paja de cereal con un rendimiento de 2.000 kg/ha en el **cuadro XII** podemos observar los costes por tonelada de paja empacada para la situación analizada, incluyendo ya los costes de cuerda o malla para atar (**cuadro XII**).

En la situación analizada el coste por tonelada de la macroempacadora (**cuadro XII**) es mucho más alto debido a su infrutilización, pero si vamos aumentando las hectáreas empacadas (**cuadro XIII**), cosa que

es lo habitual para este tipo de máquinas, vemos como esas diferencias se van reduciendo, hasta hacerse a partir de 500 ha la mitad que en el caso de 100 ha al reducirse la repercusión de los costes fijos anuales por hectárea trabajada. ■