

[ANÁLISIS COMPARATIVO]

Costes de utilización de una vendimiadora arrastrada y una autopropulsada

Manuel Agustín Tarifa Crespo**Elisa Poveda Bautista****Ángel Redondo García****Miguel Poveda Ciorraga****Andrés Porras Piedra**

E.U.I. Técnica Agrícola. Universidad de Castilla la Mancha

En Castilla-La Mancha se acrecienta progresivamente el interés por la vendimia mecanizada con la participación de cosechadoras de uva, también llamadas "vendimiadoras", frente a la tradicional recogida manual. Son muchos los motivos que propician este cambio, entre ellos, mano de obra en el sector primario, la rapidez que caracteriza a la vendimia mecanizada, la posibilidad de controlar más eficazmente los parámetros de vendimia y la rentabilidad que ofrecen las máquinas vendimiadoras.

Este trabajo compara dos tipos de vendimiadoras: una de ellas semisuspendida a un tractor y otra autopropulsada. Se tomaron, además de datos de campo durante la vendimia 2006, opiniones de los maquinistas y dueños de las máquinas.



Materiales y métodos

Material básico

La toma de datos a pie de campo se realizó utilizando:

Cinta métrica, cronómetro, cámara fotográfica, tijeras de poda y balanza.

Máquinas estudiadas

1. Tractor

- Precio del tractor: 30.160 €
- Potencia del tractor: 54,43 kW (74 CV) a 1.800 rpm.

- Consumo de combustible = 6,67 l/h.
- Tiempo estimado de utilización = 1.200 horas/año

2. Vendimiadora semisuspendida

- Precio de adquisición: 61.200 €
- Precio de su alquiler = 210 €/ha
- Tiempo de utilización= 9 (h/día) • 45 (días/año) = 405 horas/año

- El tiempo de utilización de ambas vendimiadoras será de 45 días al año, ya que durante este tiempo transcurre la campaña de vendimia en Castilla-La Mancha, con un rendimiento de 0,42 ha/h.

Características de la vendimiadora semisuspendida:

El sistema de vareo, que permite la utilización en cada línea de hasta 10 varas, en los ensayos se utilizaron cinco varas/línea con 410 golpes/minuto. El sistema de recepción y transporte era de escamas retráctiles y cinta transportadora. El sistema de almacenamiento estaba constituido por dos tolvas de 700 kg/tolva. Accionamiento: la máquina estaba dotada de sistema hidrostático de transmisión, por la toma de fuerza del tractor.



3. Máquina autopropulsada

Precio de adquisición = 132.000 €
 Precio de su alquiler = 210 €/ha
 Tiempo de utilización = 9 (h/día) • 45 (días/año) = 405 horas/año
 Potencia del motor = 102,97 kW (140 CV)
 Consumo de combustible = 12,5 l/h
 Rendimiento = 0,5 ha/h

Características de la vendimadora autopropulsada:

El sistema de vaceo de la máquina puede trabajar con 10 varas, o un número menor de ellas. En los ensayos se utilizaron seis varas/línea, con 440 golpes/minuto. El sistema de recepción y transporte es del tipo de escamas retractiles y cangilones flexibles. Este sistema de transporte se caracteriza porque los cangilones se desplazan con velocidad igual y opuesta a la de desplazamiento de la máquina. El sistema de almacenamiento estaba constituido por dos tolvas de 800 kg/tolva, fabricadas en acero inoxidable.

Accionamiento: toda la máquina, incluida la rodadura, era accionada mediante transmisiones hidrostáticas de potencia conectadas a su propio motor.

Mediciones

Para la comparación de ambos tipos de máquina, se midieron en campo las velocidades de desplazamiento, los tiempos muertos, las pérdidas de cosecha, y además se realizaron una serie de observaciones y comentarios que pueden ayudar en la toma de decisiones. Dichas observaciones y comentarios fueron recogidos durante los ensayos de los maquinistas y dueños de las máquinas, y son el fruto de la experiencia acumulada del trabajo con ellas.

Estudio financiero

Se han aplicado dos métodos: el de recuperación del capital y el de flujos de caja.

Método de recuperación del capital

Consiste en considerar el interés del capital invertido, o coste de oportunidad del mismo, y los costes de depreciación de la maquinaria, para que

den lugar a un coste anual constante durante toda la vida de la máquina. Esta anualidad recibe el nombre de cuota de recuperación del capital (RC). Considerando un valor de desecho de la máquina al final de su vida útil, la recuperación de capital se calcula mediante la siguiente expresión:

$$RC = (V_a - V_d) \cdot \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + V_d$$

Ecuación en la que:

V_a = valor de adquisición de la máquina.

V_d = valor de deshecho de la máquina, calculado por (ASAE):

$V_d = (064 \cdot 0,885^N) \cdot V_a$, donde N es la vida útil de la máquina.

Método del Análisis de Costes mediante Flujos de Caja

Este método se basa en que la rentabilidad anual de una empresa es la diferencia entre los cobros, menos los gastos generados. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes costes y los siguientes beneficios:

Costes:

- 1) alojamiento de la maquinaria,
- 2) seguros e impuestos, 3) reparaciones y mantenimiento, 4) consumo de combustible, 5) consumo de lubricantes, 6) mano de obra

Beneficios:

- 1) trabajo remunerado de la maquinaria, 2) valor residual de la maquinaria.

Con estos datos se calculan una serie de parámetros financieros, que ayudan a elegir la inversión más rentable. Estos son los flujos de caja y el valor actual neto (V.A.N.)

Los Flujos de Caja son la diferencia entre los beneficios y los costes que genera la máquina.

El V.A.N. se calcula mediante la expresión:

$$V.A.N. = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{F_t}{(1+i)}$$

F_t = flujos de caja generados; B_t = beneficios generados; C_t = costes generados

i = interés, expresado en tanto por 1

t = horizonte temporal

Se utiliza como indicador de la rentabilidad de una inversión. Si su re-



Entre las diversas motivaciones para cambiar a una vendimia mecánica están, la mano de obra, rapidez de la vendimia, control de los parámetros de vendimia y rentabilidad

sultado es positivo, la inversión resultará rentable. Mayor V.A.N. revelará una mayor rentabilidad.

La Tasa Interna de Rendimiento (T.I.R.)

Es la tasa máxima de interés que puede pagar una máquina por los recursos utilizados si se desea que la máquina recupere su inversión y los costes de explotación y de todos modos termine sin pérdidas ni ganancias.

El T.I.R. es la tasa de interés que hace el V.A.N.=0, y se calcula mediante la expresión:

$$V.A.N. = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)} = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{F_t}{(1+i)} = 0$$

Siendo T.I.R.= i

Las conclusiones que generan sus resultados no siempre están en acuerdo con las que ofrece el V.A.N., esto es porque se trata de un indicador de rentabilidad relativo, no absoluto.

Período de retorno (Pay-Back)

Mide el número de años requeridos para recuperar el capital invertido en la máquina. Cuando el dinero recuperado anualmente es constante y permanente, entonces el Pay-Back (R) se calcula como:

$$R = \frac{\sum A}{\sum Q}$$

$\sum A$ = inversión inicial y de los flujos de caja negativos.

$\sum Q$ = flujos de caja positivos originados



Máquina semisuspendida
+ tractor de arrastre



Máquina
autopropulsada

Resultados y discusión

Tiempos muertos y velocidades de avance

Los valores medios de las mediciones que se tomaron en campo, son los siguientes:

a) Máquina semisuspendida

- Velocidad media de avance: 2 km/h
- Tiempo medio de giro en cabeceros: 63 segundos
- Tiempo medio de descarga de tolvas: aunque varía en función de lo llena que esté la tolva y el receptor en el que se descarga, el tiempo medio fue de 275 segundos.
- Tiempo medio de limpieza y mantenimiento: 20 min/día para limpieza y 15 min/día para engrase. Estas operaciones se realizan al final de la jornada con objeto de dejar la máquina lista para el día siguiente.

b) Máquina autopropulsada

- Velocidad de avance: 3,8 km/h. Se recomienda una velocidad de cosecha de unos 3,6 km/h, máxima (4km/h).
- Tiempo medio de giro en cabeceros: 32 segundos.
- Tiempo medio de descarga de tolvas: como en el caso anterior variará en función del llenado de la tolva y del receptor (en este caso remolques y bañeras). El tiempo medio de descarga fue de 300 segundos.

- Tiempo medio de limpieza y mantenimiento: al final de la jornada, se emplea una hora para limpieza y otra hora para repostar y engrasar la máquina.

Pérdidas de cosecha

Los datos se obtuvieron mediante muestreos sobre 16 vides que ya habían sido recolectadas por la máquina. De ellas, se recogió y pesó el fruto que había quedado en las cepas o que había caído al suelo, obteniéndose de este modo el tanto por ciento de pérdidas en cada muestreo.

Observaciones y comentarios recogidos

Máquina semisuspendida

En el caso particular de esta máquina, sus tolvas están fabricadas en polietileno, material resistente, pero no lo suficiente, ya que se ha ido agrietando principalmente por golpes a la hora de la descarga.

La máquina, avanza cabalgando sobre la línea de cepas que está cosechando, mientras que el tractor que la acciona avanza entre calles. Esta circunstancia hace necesario que el plano de avance de la máquina y el tractor no sean el mismo, provocando que el conjunto tractor-máquina vendimiadora no sea muy estable, lo que obliga a tener un especial cuidado a la hora de girar en los cabeceros, haciéndolo siempre en sentido de las agujas

del reloj. Además, cuando se realiza la descarga, es necesario descargar primero una tolva y luego la otra para que la máquina no bascule hacia atrás debido al peso. Los elementos de vareo son de poliéster, y se han de cambiar todos durante una campaña ya que acaban rompiéndose por desgaste.

Máquina autopropulsada

En esta máquina, los elementos de vareo son más resistentes, por lo que, es raro que se rompan; si bien, la mayor complejidad técnica de la máquina hace que sus averías exijan técnicos especializados para su reparación, lo que supone un mayor coste económico y un mayor tiempo perdido.

El motor de combustión acciona todo el circuito hidrostático de la máquina. Esto puede suponer una desventaja de las máquinas autopropulsadas frente a las semisuspendidas, ya que el fallo del motor supone la parada total de la máquina durante la reparación del motor, mientras que en la segunda, la reparación del motor del tractor que la arrastra no provoca la parada de la vendimia, ya que la máquina podría seguir funcionando arrastrada por otro tractor.

Estudio Financiero

Método de Recuperación del Capital

Valor residual de la maquinaria (V_d)

Tractor	5.689,10 €
Semisuspendida	11.544,20 €
Semi+ Tractor	17.233,30 €
Autopropulsada	24.899,30 €

i: tasa de interés (se utilizará un valor del 5% para los cálculos)

La cuota de recuperación de capital de ambos sistemas de recolección es (RC):

Tractor de arrastre
3.453,5 €/año
Semisuspendida
7.007,86 €/año
Tractor + Semi
10.461,36 €/año
Autopropulsada
15.115,02 €/año

Método del Análisis de Costes mediante Flujos de Caja

Alojamiento de la maquinaria

Se estima un coste de alojamiento de la maquinaria que varía entre el 0,5 y el 1% de su valor de adquisición.

Tractor de arrastre
150,80 €/año
Semisuspendida
306,00 €/año
Tractor + Semi
456,80 €/año
Autopropulsada
660,00 €/año

Seguros e impuestos

Su cuantía es variable, se calcula mediante estimación entre el 1 y el 3% del valor de adquisición de la maquinaria.

Tractor de arrastre
301,60 €/año
Semisuspendida
612,00 €/año
Tractor + Semi
913,60 €/año
Autopropulsada
1.320,00 €/año

Reparaciones y mantenimiento

Las reparaciones y mantenimiento de las máquinas serán más costosas en máquinas de mayor complejidad tecnológica, que a su vez tienen un precio mayor. Se estima, excepto en el caso de grandes averías, que el valor de este apartado representa aproximadamente el 0,8% del valor de adquisición de la máquina:

Tractor de arrastre
241,28 €/año
Semisuspendida
489,60 €/año
Tractor + Semi
730,88 €/año
Autopropulsada
1.056,00 €/año

Consumo de combustibles

Calculado a partir de los datos de consumo de estas máquinas, y considerando un precio de gasóleo agrícola de 0,645 €/L

- *Tractor de arrastre de la máquina semisuspendida*: en este caso, se considera como tiempo de utilización del tractor únicamente el que trabaja en conjunto con la máquina vendimiadora, es decir 405 horas/año.

$$C_{comb} = 6,67 \text{ L/hora} \cdot 405 \text{ horas/año} \cdot 0,645 \text{ €/L} = 1.742,37 \text{ €/año}$$

- *Máquina autopropulsada*
 $C_{comb} = 3.265,31 \text{ €/año}$

Consumo de lubricantes

Precio de aceite para motores diesel: 2,5 €/L

- *Tractor de arrastre de la máquina semisuspendida*. Para una potencia de 54,43 kW, el consumo de lubricante es de 0,06L/hora. Del mismo modo que en el caso anterior, para el cálculo del consumo e lubricantes, se considera el tiempo de utilización del tractor arrastrando la máquina vendimiadora, que son 405 horas/año.

$$C_{lubric} = 60,75 \text{ €/año}$$

- *Máquina autopropulsada*

Según tablas de ASAE, para una potencia de 102,97 kW, el consumo de lubricante es de 0,111 L/hora
 $C_{lubric} = 112,39 \text{ €/año}$

Mano de obra

El precio de la mano de obra eventual es de 5,6 €/hora para ambos casos: tractor de arrastre de la máquina semisuspendida, y máquina autopropulsada, con lo que el coste de mano de obra para cada una de ellas será:

- *Tractor de arrastre y máquina semisuspendida*. Se considera como tiempo de utilización de tractor de arrastre y máquina suspendida las 405 horas/año que trabajan en conjunto, aunque en otras épocas del año, el tractor realice otras labores.

$$C_{mo} = 2.414,16 \text{ €/año}$$

En el total de horas anuales, se incluyen las que el operador dedica a limpieza y engrase de la máquina (35 minutos diarios, como se vio con anterioridad).

- *Máquina autopropulsada*

$$C_{mo} = 2.772,00 \text{ €/año}$$

Como en el caso anterior, en el total de horas anuales, se incluyen las que el operador dedica a limpieza y engrase de la máquina (2 horas diarias).

Determinación de Beneficios

1) Trabajo remunerado de la máquina.

Los ingresos se calcularán teniendo en cuenta el período de tiempo que trabaja la máquina al año, su rendimiento diario, es decir, la superficie que cosecha al día y su precio de alquiler. De esta forma se obtienen los siguientes resultados:



- Máquina semisuspendida

Los ingresos que la máquina genera por su trabajo se calcularán teniendo en cuenta su rendimiento, las horas que trabaja anualmente y el precio que supone su alquiler.

$$B_{tr} = 35.721,00 \text{ €/año}$$

- Máquina autopropulsada

De la misma forma se calculará para este caso:

$$B_{tr} = 42.525,00 \text{ €/año}$$

2) *Valor residual de la maquinaria*

Tractor	5.689,10 €
Semisuspendida	11.544,20 €
Semi+ Tractor	17.233,30 €
Autopropulsada	24.899,30 €

Parámetros financieros

	V.A.N.	T.I.R.	Pay Back
Semisuspendida	176.256,76 €	46%	3,13 años
Autopropulsada	173.189,42 €	31%	4,03 años

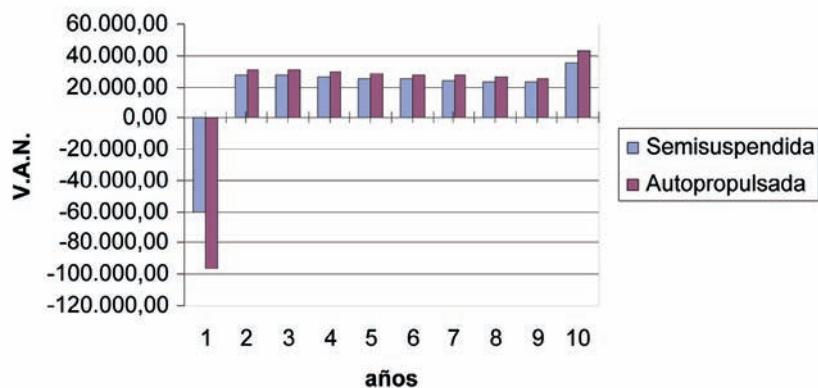
Conclusiones

- El precio de mercado de la máquina autopropulsada (132.000 €) dobla al de la máquina semisuspendida (61.200 €), si bien no se puede dejar de tener en cuenta que la máquina semisuspendida necesita un tractor de potencia adecuada que la accione de arrastre, cuyo precio es de 30.160 €.
- El coste del conjunto tractor-vendimiadora semisuspendida es de unos 40.000 € inferior al de la vendimiadora autopropulsada, añadiendo además la posibilidad de poder usar el tractor de arrastre para otras labores durante el resto del año.
- El consumo de combustible de la máquina autopropulsada también dobla en cuantía al de la máquina semisuspendida, sin embargo, su rendimiento horario es muy superior, ya que la máquina autopropulsada trabaja a más velocidad (3,8 km/h) que la semisuspendida (2 km/h), y en las maniobras en los cabeceros la máquina autopropulsada necesita tan sólo de 32 segundos, frente a los 63 segundos que requiere la semisuspendida.
- El tiempo que se ha de emplear diariamente para la limpieza, engrasado y aprovisionamiento de com-

Gráfico 1:

VAN de semisuspendida vs. autopropulsada

V.A.N. comparativo



bustible es mucho mayor para la máquina autopropulsada (2 horas por jornada) que para la semisuspendida (35 minutos por jornada). Lo mismo sucede en el caso de las posibles averías que se presenten, por la mayor complejidad tecnológica que ofrece la máquina autopropulsada.

- Referente a las perdidas de fruto que las máquinas presentan durante la cosecha, son menores en la semisuspendida que en la autopropulsada. Se apreció que la mayoría de estas perdidas se deben principalmente a viñas situadas en los postes extremos, más difíciles de vibrar al ser postes más robustos; y a racimos de segunda floración que sobrepasan la altura de vendimia de la máquina, si bien su recolección no es recomendable, ya que su contenido en azúcares es muy bajo al no haber madurado.

- Uno de los mayores inconvenientes que presenta la máquina semisuspendida es su poca estabilidad durante los giros en los cabeceros del viñedo, y durante la descarga de sus tolvas. Además sus tolvas son frágiles, al estar construidas en polietileno. En cuanto a la máquina autopropulsada, la dependencia del motor de combustión diésel para el accionamiento de todos sus elementos, se ve como una desventaja frente a la máquina semisuspendida, ya que la avería del motor supondría la parada total de la máquina en la autopropulsada, mientras que en la semisuspendida únicamente habría que sustituir el tractor que la acciona.

- El estudio financiero revela que, en las condiciones de trabajo descritas

para ambas máquinas, resulta más rentable la compra de una máquina semisuspendida. Así lo indica el V.A.N. total, aunque si se observa el gráfico comparativo del V.A.N. de ambas máquinas, el mayor valor actual neto total de la máquina semisuspendida se debe a una menor inversión inicial y no a un V.A.N. anual mayor como se podría pensar. En el mismo sentido, el período de retorno de la inversión es de un año más para el caso de la máquina autopropulsada. Estos datos indican una infrautilización de la máquina vendimiadora autopropulsada en las condiciones de trabajo estudiadas.

Bibliografía

Ortiz-Cañavate, J. (1989); Técnica de la mecanización agraria; Ed: Ediciones Mundi-Prensa.

Mankiw, N. Gregory (2002); Principios de economía; Ed: MacGraw-Hill

Hidalgo, L.; Hidalgo, J. Ingeniería y Mecanización Vitícola. Madrid. Ed. Mundi-Prensa (2001).

Lobón, F. "Vendimia mecanizada, su influencia en el rendimiento de la elaboración del vino". Agricultura nº 845, pág. 744-747 (2002).

Ministerio de Agricultura. La mecanización de la vendimia. Madrid. (1969).

Puertas, B.; Valcárcel, M.C.; Bustillo, J.M.; García de Luján, A. (Jul-Ag 2005); Vendimia manual - vendimia mecanizada, comparación analítica y organoléptica de los vinos de la variedad cabernet franc; revista "Enólogos" nº 36 (consultado en www.enologo.com/tecnicos/eno36/ined36_2.html). •