

Análisis económico de la compra versus la contratación de una pulverizadora autopropulsada

Rodolfo Bongiovanni, Ph.D.

INTA-Manfredi, Junio 2003

El presente trabajo determina la conveniencia económica de comprar una pulverizadora autopropulsada o contratar el servicio de pulverización, usando el método de análisis del punto de equilibrio. Para ello se analiza un establecimiento agrícola de 1500 ha, representativo de la pampa húmeda, con una rotación de trigo/soja, maíz y soja en iguales proporciones (Panno, 1997). El administrador debe decidir sobre la opción más rentable para su establecimiento. Un **contratista** cobra **US\$ 3,55 por ha** (ó \$10/ha), y una pulverizadora autopropulsada representativa del mercado tiene las siguientes características y parámetros de costo (Tabla 1):

Tabla 1.

Capacidad del tanque	3100	litros
Ancho de trabajo	25	m
Coeficiente de tiempo efectivo	75	%
Tiempo de recarga	½	hora
Pulverizadora nueva (c/PC, AC, decreto 14%, sin IVA) + tanque 3000l	68600	US\$
Valor residual %	20	%
Valor residual	12070	US\$
Vida útil años	10	años
Vida útil horas	12000	horas
Tasa de interés anual nominal	20	%
Costo del gasoil, por litro	0,48	US\$/litro
Coeficiente de reparación y mantenimiento	0,0000088	
Potencia del motor	130	HP
Consumo combustible: $0,2g/Kw/h * 120HP * 1,34Kw/HP / 0,84 l/h$	23,10	litros/hora
Velocidad de trabajo en siembra directa	20	km/h
Velocidad de trabajo en siembra convencional	16	km/h
Costo mano de obra (incluye cargas sociales)	5,00	US\$/hora
Seguro contra terceros anual	786	US\$/año

La opción de comprar sólo deberá considerarse, ignorando los factores cualitativos, si sus costos variables son más bajos que los de la opción de contratar. La razón de esto es que los costos fijos correspondientes a un equipo propio son habitualmente más altos que los costos fijos que implica contratar el servicio. En esas circunstancias, la opción de contratar el servicio resulta preferible si la superficie a trabajar es menor que la cantidad de equilibrio. En cuanto se supera esta cantidad, la opción de un equipo propio comienza a ser la mejor.

Para este análisis, se estima que la pulverizadora autopropulsada deberá trabajar 5000 ha (10 tratamientos de 500 ha) en un planteo de siembra convencional, y 8000 ha (16 tratamientos de 500 ha) en un planteo de siembra directa, realizando los tratamientos indicados en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tratamientos en siembra convencional

Cultivo	Superficie	Tratamientos			
Maíz	500	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha		
Soja 1ra.	500	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha	Insect. 80 l/ha	
Trigo	500	Herb. 100 l/ha			
Soja 2da.	500	Herb. 80 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha	Insect. 80 l/ha

Tratamientos en siembra directa

Cultivo	Superficie	Tratamientos				
Maíz	500	Herb. 80 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha	
Soja 1ra.	500	Herb. 80 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha	Insect. 80 l/ha
Trigo	500	Herb. 80 l/ha	Herb. 80 l/ha	Herb. 100 l/ha		
Soja 2da.	500	Herb. 80 l/ha	Herb. 100 l/ha	Herb. 150 l/ha	Insect. 80 l/ha	

Resultados

Tal como lo indica la Tabla 3 y las Figuras 1 y 2, la opción de **contratar el servicio** resulta preferible si la superficie a pulverizar es menor que **4686 ha tratadas** en un planteo de siembra convencional (1875 ha propias con 2,5 tratamientos) o que **4413 ha tratadas** en siembra directa (1103 ha propias con 4 tratamientos). En cuanto se supera esta cantidad, la opción de un **equipo propio** comienza a ser la mejor, es decir por encima de las **4686 y 4413 ha**, respectivamente. Esto quiere decir que si los supuestos enumerados se cumplen, un productor que tenga que realizar diez tratamientos en siembra convencional, o dieciséis tratamientos en siembra directa (según la Tabla 2) comparará la pulverizadora autopropulsada en lugar de contratar.

Tabla 3:

	Convencional	Directa	
Total superficie a tratar	5000	8000	ha/año
Uso anual	258	328	horas/año
Costo total del contratista	17857	28571	US\$/año
Costo total del equipo propio	16996	18121	US\$/año
Superficie de equilibrio	4686	4413	ha/año
Costo fijo del equipo propio	2.57	1.61	US\$/ha
Costo variable del equipo propio	0.83	0.66	US\$/ha
Costo totales del equipo propio	3.40	2.27	US\$/ha

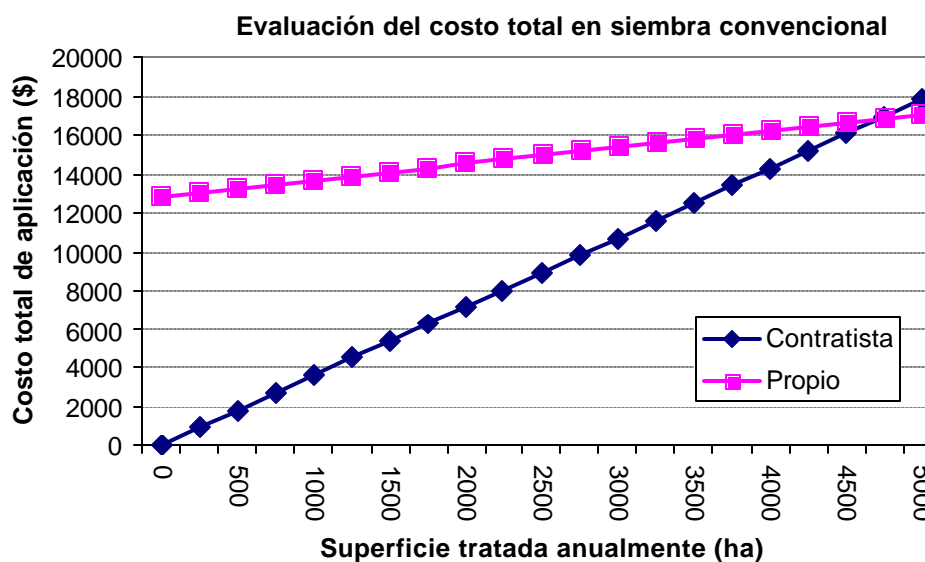


Figura 1

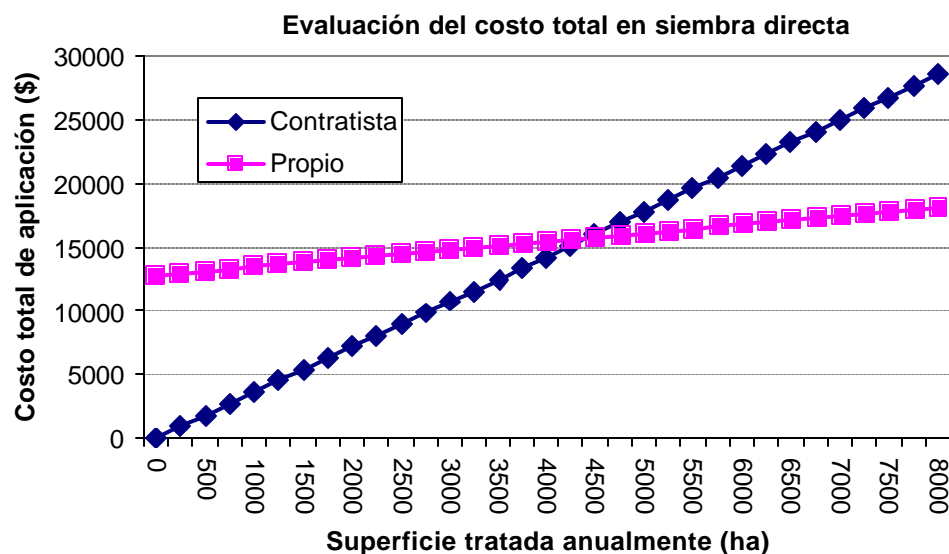


Figura 2

Análisis de sensibilidad

Un **análisis de sensibilidad** permite ver, entre otras cosas, cómo cambia esta superficie de equilibrio frente a cambios de las otras variables, como ser la tarifa que cobra el contratista para realizar la pulverización, manteniendo constante el resto de los costos. La Tabla 4 muestra la superficie de equilibrio frente a diferentes tarifas de pulverización por terceros, donde se puede ver que cuanto mayor es la tarifa del contratista, más conviene resulta contar con una pulverizadora propia, y que cuanto menos cobra el contratista, menos conveniente es la compra de una máquina propia.

Tabla 4:

Tarifa contratista	Superficie de equilibrio		Superficie PROPIA	
	Convencional	Directa	Convencional	Directa
US\$/ha	ha pulverizadas/año		ha	
4,50	3501	3347	1401	837
4,00	4053	3847	1621	962
3,57	4686	4413	1875	1103
3,00	5919	5490	2368	1373
2,50	7688	6980	3075	1745
2,00	10966	9580	4387	2395

Las Tablas 5 y 6 muestran cómo cambian los costos y las superficies de equilibrio cuando la vida útil de la máquina es de cinco años, con un valor residual del 40%.

Tabla 5:

	Convencional	Directa	
Total superficie a tratar	5000	8000	ha/año
Uso anual	258	328	horas/año
Costo total del contratista	17857	28571	US\$/año
Costo total del equipo propio	23033	24158	US\$/año
Superficie de equilibrio	6886	6485	ha/año
Costo fijo del equipo propio	3.78	2.36	US\$/ha
Costo variable del equipo propio	0.83	0.66	US\$/ha
Costo totales del equipo propio	4.61	3.02	US\$/ha

Tabla 6:

Tarifa contratista	Superficie de equilibrio		Superficie PROPIA	
	Convencional	Directa	Convencional	Directa
US\$/ha	ha pulverizadas/año		ha	
3,57	6886	6485	2755	1621

Conclusión

En **conclusión**, el productor de este estudio de caso optará por **comprar un equipo propio sólo si hace siembra directa**, no así si su planteo es de siembra convencional, porque el punto de equilibrio de 1875 ha propias supera la cantidad actual de 1500 usadas en el Ejemplo. En el caso de que el periodo de evaluación sea de sólo cinco años, el productor optará por contratar.

El que tome la decisión estratégica de contratar o comprar también deberá tener en cuenta que además de los costos fijos y de los costos variables de la pulverización existe un costo de oportunidad (más difícil de cuantificar económicamente), que es menor cuando se cuenta con una pulverizadora propia en tiempo y forma; por la mayor versatilidad para iniciar la pulverización en el momento más apropiado (velocidad del viento y humedad relativa), y por la posibilidad de realizar las regulaciones óptimas de acuerdo a las condiciones ambientales (caudal, tipo de pastillas, etc.), lo que en general lleva a una **mayor calidad de aplicación**.

Asimismo, la inversión en una pulverizadora autopropulsada puede resultar en una buena alternativa laboral para un productor chico, con capacidad ociosa de mano de obra familiar, quien a su vez podría realizar trabajos de pulverización a terceros. Este productor podría transformarse en un productor contratista, y abriría el camino a economías de escala en su explotación agropecuaria.

Apéndice: Metodología.

El método de análisis del punto de equilibrio se basa en el supuesto de que todos los costos pueden dividirse en dos categorías: costos variables y costos fijos. El costo variable, c , es la porción del costo total que varía directamente con la superficie trabajada Q , por lo que el costo variable total es cQ . El costo fijo, F , es la porción del costo total que permanece constante, independientemente de la superficie trabajada. Así, el costo total de la pulverización es igual a costos fijos, más costos variables multiplicados por el área trabajada, es decir: $\text{Costo total} = F + cQ$.

En el caso de elegir entre pulverizadora propia o contratista, el análisis se basa en encontrar la superficie en la cual el costo total de “comprar” es igual al costo total de “contratar”. Sea F_c igual al costo fijo (anual) de la opción de contratar, F_p igual al costo fijo del equipo propio, c_c igual al costo variable (por hectárea) de la opción de contratar y c_p igual al costo variable del equipo propio. Así, el costo total de contratar es $F_c + c_c Q$, y el costo total del equipo propio es $F_p + c_p Q$. Para encontrar la superficie de equilibrio, se igualan las dos funciones de costo, $F_c + c_c Q = F_p + c_p Q$, y se resuelve por Q :

$$Q = \frac{F_p - F_c}{c_c - c_p}$$

En este trabajo, el costo de la mano de obra corresponde al operario que conduce la máquina y es sólo por la realización de esa tarea. En el tiempo inoperativo de la pulverizadora recibirá otra retribución que corresponda a la realización de otras tareas en el establecimiento, ya que caso contrario, su salario sería un costo fijo.

Apéndice: Calidad de aplicación.

La calidad de aplicación depende de muchos factores: estado fenológico de las malezas, humedad del suelo, tipo de suelo, humedad ambiente, velocidad del viento al momento de la aplicación, caudal de campo, tamaño de gota, dosis del agroquímico, inactivación del caldo por mezcla de productos o por el pH del agua, pero fundamentalmente depende de la cantidad de producto activo que llega al blanco y/o al objetivo de aplicación y ello puede depender del caudal, de la presión, del tipo de boquilla utilizada, de la altura y de la distribución del pico en el botalón de la pulverizadora ya sea de arrastre o autopropulsada.

La calidad de aplicación de los productos químicos no sólo permite un control eficiente de hongos, insectos y malezas que afectan la producción, sino de la calidad de la máquina utilizada, su regulación y la capacitación del operario, todos estos factores inciden en los procesos de contaminación ambiental y la salud del operario que la utiliza.

El objetivo de una buena aplicación es lograr controlar las plagas y malezas a los niveles establecidos como umbrales de daño económico en los diferentes sistemas productivos, con la menor alteración ambiental posible, evitando riesgo para los operarios y la población en general.

La aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos exige la utilización de un equipo de pulverización de buena calidad y en buen estado para conseguir la máxima eficiencia en la aplicación, pero también para evitar daños sobre el cultivo que se requiere proteger. En la mayoría de los casos se le otorga mucha importancia al producto que se emplea y poca a la máquina que realiza la aplicación.

La ineficiencia de aplicación trae como consecuencia un aumento de los costos de producción, al tener que aumentar las cantidades de producto que la aplicación exige. Además, con ello se aumentan los riesgos de sobre-dosificación y de sub-dosificación, que pueden causar daños al ambiente o mermas en la producción.

Las pérdidas de cosecha de cultivos debidas a competencia de plagas, malezas y enfermedades superan los valores tolerables y esto se debe principalmente a las aplicaciones ineficientes de agroquímicos. Estas ineficiencias son debidas en su gran mayoría, a problemas que presentan los equipos de pulverización, como ser pastillas pulverizadoras dañadas o desgastadas, manómetros fuera de servicio, filtros tapados, velocidades excesivas de trabajo, mala posición de los picos en los barrales,

desapropiada altura del botalón por oscilaciones pronunciadas que provocan desuniformidad en la distribución del producto.

Ligado a esto están los problemas de posicionamiento del equipo dentro del lote, superposiciones o zonas sin aplicación, y un bajo nivel de capacitación de los operarios, lo que potencia estos errores.

Más del 60% de las aplicaciones de pulverización son realizadas por contratistas con equipos autopropulsados; equipos que presentan una relación directa entre la capacidad de trabajo y el caudal de aplicación, que también están directamente relacionados con las pérdidas por tiempo de carga. Como el precio se fija por la aplicación por ha, independientemente del caudal, generalmente el caudal está por debajo de lo aconsejado, lo que puede ocasionar deficiencias de calidad de aplicación cuando algunos de los factores climáticos son desfavorables, como alta velocidad de viento y baja humedad relativa (Bragachini et al., 2001).

Bibliografía:

- Bragachini, M., Méndez, A. y A. von Martini. 2001. Eslabonamiento productivo del sector maquinaria agrícola. Consejo Federal de Inversiones. <http://www.agriculturadeprecision.org/cfi/indice.htm>
- Krajewski, Lee J. & Ritzman, Larry P., 2000. Administración de Operaciones. Estrategia y análisis, 5ta. Edición. Pearson Educación, México, 2000. ISBN: 968-444-411-7. Pp. 67-71.
- Metalfor, 2003. Comunicación personal del Ing. Javier Grasso.
- Panno, J. 1997. Pulverizadora automotriz propia vs contratista. Revista Agromercado. Cuadernillo No. XVI. 31 Octubre 1997.
- Pla, 2003. Comunicación personal del Sr. Nancy Zanuzzi.