

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONOMICO DE UN PARQUE MECANIZADO Parte 1 – Caracterización de la situación inicial

DONATO de COBO, L. B.⁽¹⁾; M. O. TESOURO⁽²⁾; A. A. ONORATO⁽³⁾ y A. M. FUICA⁽⁴⁾;

RESUMEN

Durante un año, el grupo de trabajo de Gestión Integral de la Maquinaria Agrícola del Instituto de Ingeniería Rural realizó el análisis del parque de maquinaria, con rentabilidad negativa, de un establecimiento mixto de 2.016 ha ubicado en el sur de la provincia de Santa Fe.

El estudio efectuado consistió en dos etapas:

- 1) La caracterización de la situación inicial fue llevada a cabo con la información estadística existente en la empresa y la medición, con instrumental específico, de los parámetros técnicos que determinan el desempeño de los distintos equipos en el campo.
- 2) El seguimiento durante un año de cada una de las máquinas, con el propósito de establecer su productividad y grado de eficiencia. Los principales registros llevados en esta etapa fueron: consumo de combustible, horas y hectáreas trabajadas.

Como resultado de esta primera etapa se concluyó que la relación entre la potencia total del parque de maquinaria y la superficie productiva, conocida como índice de mecanización, fue lo suficientemente baja como para descartar problemas de sobredimensionamiento, que como se sabe, trae aparejado mayores costos operativos en el uso de la maquinaria.

Palabras Clave: Maquinaria agrícola – gestión - rentabilidad.

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANÁLISIS OF AN AGRICULTURAL MACHINERY OPERATION Part 1 – Initial diagnostic

SUMMARY

During the last year the farm machinery management group of the rural engineering institute has been analysing the agricultural machinery performance and costs on a 2016 has farm placed in the southern part of Santa Fe Province. The work plan consisted of two steps. On the first one basic information was gathered from statistical data of the farm and measurements over the different machines using specific equipment. The second step consisted of making a complete study of the performance of each machine over a whole year. The principal information gathered was fuel consumption and hours and surface worked. Form the first analysis the relation between the available power and the cultivated surface was sufficiently low to discard over dimension problems that could produce higher operative costs.

Key Words: Agricultural machinery – management – profitability.

(1) Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Instituto de Ingeniería Rural - C.N.I.A. - I.N.T.A. C.C. 25 (1712) Castelar - Buenos Aires, Argentina. Telefax: 54 11- 4665-0495/0450. E-mail ldonato@cnia.inta.gov.ar.

(2) Ingeniero Agrónomo. Instituto de Ingeniería Rural - C.N.I.A. - I.N.T.A. y docente Cátedra de Maquinaria Agrícola de la FAUBA. Buenos Aires, Argentina. C.C. 25 (1712) Castelar - Buenos Aires, Argentina. Telefax: 54 01- 4665-0495/0450. E-mail otesouro@cnia.inta.gov.ar.

(3) Lic. en Mecanización Agrícola. Universidad Argentina de la Empresa (UADE). Lima 717 - Buenos Aires, Argentina. Te.: 54 11- 4372 -5454. E-mail aaonorato@uade.edu.ar.

(4) Licenciada en Matemática. Instituto de Ingeniería Rural - C.N.I.A. - I.N.T.A. C.C. 25 (1712) Castelar - Buenos Aires, Argentina. Telefax: 54 01- 4665-0495/0450. E-mail afuica@cnia.inta.gov.ar.

INTRODUCCION

El presente estudio se hizo a pedido de la Consultora que asesoraba al establecimiento en cuestión, porque la empresa maquinaria según sus cálculos daba rentabilidad negativa. El objetivo que perseguían era confirmar si esto era así y si existían alternativas que mejoraran la misma.

A través de un convenio de asistencia técnica entre el Instituto de Ingeniería Rural y la empresa, que duró un año, se pudo partir de un diagnóstico inicial y hacer el seguimiento durante un año de los equipos, que permitieron arribar a una alternativa económicamente viable.

MATERIALES Y METODOS

El establecimiento en estudio, de 2.016 ha ubicado en el sur de la provincia de Santa Fe, en la zona de Venado Tuerto presenta un suelo con predominio de la serie Venado Tuerto, argiudol típico profundo y bien drenado, que ocupa los sitios altos del paisaje. Esta serie de suelos no presenta limitaciones en lo que respecta a su utilización, siendo apto para una gran variedad de cultivos de interés comercial. El riesgo de erosión es mínimo. En el 33% de la superficie se hacía Trigo / Soja de 2da.; en el 26 % Maíz; el 24% estaba destinado a Pradera y el 17% restante estaba cultivado con Soja de 1ra.

En primer lugar se hizo una visita al establecimiento, donde se efectuó un relevamiento del parque de maquinaria, se establecieron las condiciones operativas y se determinaron, con instrumental específico, los parámetros que afectan el desempeño de los distintos equipos en el campo. Con los datos obtenidos se elaboró un diagnóstico inicial.

En cuanto a las unidades tractivas, se relevaron los parámetros que caracterizan el funcionamiento del motor del tractor. Estos son cupla, potencia, consumo horario y específico. Fueron realizados utilizando un dinamómetro eléctrico portátil con capacidad para 221 kW (300CV) y un medidor electrónico instantáneo de consumo de combustible, ambos marca Froment.

Por otro lado, los objetivos de los ensayos de las máquinas fueron 1) relevar las eficiencias operativas de los equipos, en condiciones normales de trabajo; 2) determinar la potencia aprovechada en la barra de tiro de los tractores y 3) determinar la energía demandada por las labores. Para tal fin se reemplazó el tanque de combustible de los tractores por un recipiente de 10 litros de capacidad. Luego de cada ensayo, se repuso el gas oil utilizando una probeta, mediante la cual pudo conocerse el volumen de combustible consumido. La fuerza de tracción requerida por las distintas máquinas, fue obtenida empleando celdas de carga electrónicas, las que se intercalaron entre la barra de tiro del tractor y el implemento a medir.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Penetrometría:

Los resultados de penetrometría de los lotes donde se realizaron los ensayos de operación de la maquinaria, fueron los siguientes:

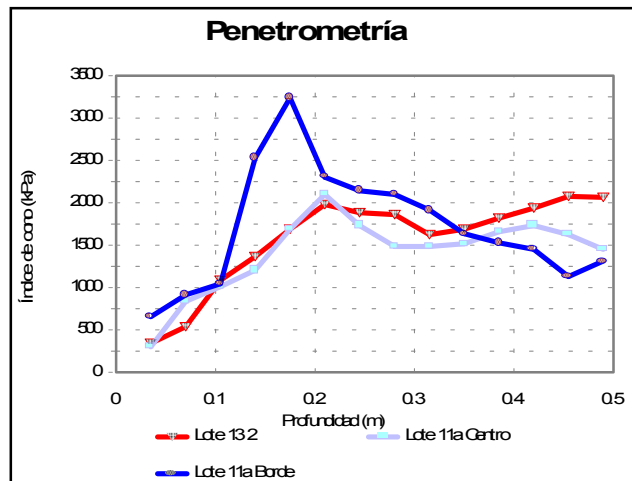


Figura 1: Resultados comparados de penetrometría realizados en distintas ubicaciones

El contenido de humedad en el momento de efectuar las mediciones fue en promedio del 24-26%. Los resultados indicaban que, con el contenido de humedad existente durante las mediciones, la resistencia del suelo hasta la profundidad explorada no presenta impedimentos al desarrollo radicular.

Puede observarse en la Fig. 1 que los índices de cono obtenidos en sectores laboreados del potrero 11a, resultaron menores a los encontrados contra el alambrado del mismo, hasta una profundidad aproximada de 0,35 m, siendo en cambio superiores por debajo de este límite. Las diferencias resultan significativas entre 0,10 y 0,20 m. El distinto comportamiento mecánico superficial y subsuperficial del suelo trabajado con respecto a la zona lindera, puede ser atribuido al efecto de las labranzas (hasta los 0,35 m) y al tránsito de la maquinaria agrícola por encima del mismo.

Al comparar los índices de cono encontrados en los lotes 11a y 13₂ sobre sitios trabajados, se observa una tendencia similar en su resistencia al variar la profundidad.

Ensayos de tractores en la toma de potencia:

Cuadro 1 - Principales resultados obtenidos con el tractor Deutz AX4.120:

Principales Resultados		Referencia (Boletín Ens. n° 387 IIR-INTA)	Diferencias %
Potencia máxima	81 kW	85 kW	-4.9
Par máximo registrado	384 Nm	385 Nm	-0.2
Par a potencia máxima	329 Nm	353 Nm	-6.8
Zona acc.regulador	2.35 %	3.80 %	-38.2
Reserva de régimen	1045 v _{min} ⁻¹	701 v _{min} ⁻¹	49.1
Inyección pot máxima	53.07 mm ³	54.28 mm ³	-2.2
Consumo a potencia max.	22.44 L/h	22.48 L/h	-0.2
Con.especifico a potencia max.	238 g/kWh	226 g/kWh	5.6
Régimen máximo	2417 v _{min} ⁻¹	2392 v _{min} ⁻¹	1.0
Régimen nominal	2360 v _{min} ⁻¹	2301 v _{min} ⁻¹	2.6

Se destacó el excelente estado de mantenimiento de esta unidad y la similitud de la potencia y los consumos horario y específico, con los obtenidos en el Boletín de referencia.

Cuadro 2 - Principales resultados obtenidos con el tractor Deutz AX4.140:

Principales Resultados	Referencia		Diferencias
	(Boletín Ens. n° 394 IIR-INTA)		%
Potencia máxima	97 kW	101 kW	-3.7
Par máximo registrado	414 Nm	426 Nm	-2.8
Par a potencia máxima	414 Nm	426 Nm	-2.8
Zona acc.regulador	6.40 %	6.76 %	-5.4
Inyección pot máxima	65.61 mm ³	65.07 mm ³	0.8
Inyección máxima	65.61 mm ³	65.07 mm ³	0.8
Consumo a potencia max.	26.40 L/h	26.33 L/h	0.3
Con.especifico a potencia max.	234 g/ kWh	220 g/ kWh	6.2
Régimen máximo	2388 v _{min} ⁻¹	2411 v _{min} ⁻¹	-0.9
Régimen nominal	2235 v _{min} ⁻¹	2248 v _{min} ⁻¹	-0.6

Esta unidad también presentó un rendimiento similar al descrito en el Boletín de referencia. Sin embargo, la misma poseía un elevado número de horas de uso y se le había efectuado recientemente un cambio de conjuntos. La decisión de la conveniencia o no de su reemplazo, podrá tomarse a partir de la evolución de los costos de reparaciones. Se observó durante la realización del ensayo inestabilidad en régimen de funcionamiento de motor, posiblemente causada por la bomba inyectora. También pudo notarse una excesiva eliminación de gases, en la ventilación del cárter. Si bien ésta podría ser atribuida en principio a que aún debían asentarse los aros, se aconsejó que se debería controlar que la misma no se incrementara con el transcurso del tiempo.

Ensayos de equipos:

Cuadro 3 - Ensayo sembradora Tanzi:

Lote:	11 a
Tarea:	Siembra
Equipo:	Tractor: AX4.120 Máquina: Tanzi
Principales Resultados:	
Velocidad media efectiva:	9.07 km/h
Patinamiento:	Despreciable
Capacidad de trabajo:	
Capacidad de trabajo medida:	4.40 ha/h
Capacidad de trabajo Teórica:	4.14 ha/h
Eficiencia medida:	1.06
Eficiencia media:	0.75
Capacidad de trabajo esperada:	3.30 ha/h

Consumo de combustible:	
Consumo horario medido:	15.82 L/h
Consumo medio medido:	3.60 L/ha
Consumo medio esperado:	3.83 L/ha
Potencia y energía:	
Fuerza total de tracción:	595 kg
Potencia total demandada:	14.7 kW
Fuerza unitaria:	130.48 kg/m
Potencia unitaria:	3.22 kW/m
Energía por hectárea (b.de t.):	3.55 CVh/ha
Consumo específico (b.de t.):	1.07 L/kWh

El elevado régimen medio de funcionamiento del motor del tractor y el bajo nivel de patinamiento observado, indicaban un sobredimensionamiento de la unidad tractiva para este tipo de operaciones. No obstante, tanto la energía demandada por la siembra como

el consumo de combustible por hectárea, resultaron adecuados para el tipo y condición de suelo analizado.

Cuadro 4 - Ensayo rastra desencontrada:

Lote:	13 ₂
Tarea:	Rastreada
Equipo:	Tractor: AX4.140 Máquina:ERCA ⁽¹⁾ + diente y rolo
Principales Resultados:	
Velocidad media efectiva:	6.83 km/h
Patinamiento:	6.67 %
Régimen medio del motor:	2306 v _{min} ⁻¹
Capacidad de trabajo:	
Capacidad de trabajo medida:	3.04 ha/h
Capacidad de trabajo Teórica:	3.28 ha/h
Eficiencia medida:	0.93
Eficiencia media:	0.90
Capacidad de trabajo esperada:	2.73 ha/h

Consumo de combustible:	
Consumo horario medido:	22.67 L/h
Consumo medio medido:	7.46 L/ha
Consumo medio esperado:	6.91 L/ha
Potencia y energía:	
Fuerza total de tracción:	2450 kg
Potencia total demandada:	45.62 kW
Fuerza unitaria:	510.42 kg/m
Potencia unitaria:	9.50 kW/m
Energía por hectárea (b.de t.):	13.91 kWh/ha
Consumo específico (b.de t.):	0.50 L/kWh

⁽¹⁾ Profundidad media de labor 0.12 m. rastreo de maíz.

El ensayo efectuado en este equipo fue realizado a una velocidad de avance inmediatamente menor a la recomendable, debido al período de asentamiento en que se encuentra el tractor. El patinamiento alcanzado indicaba que podía ser solicitada mayor fuerza de tracción en la barra de tiro ya sea por un incremento en la profundidad de labor, o una condición de piso más firme, sin perder eficiencia en el uso de la unidad tractiva. También resultó correcta su operación a una velocidad de avance más elevada, ya que el nivel de carga que presentaba el motor resultaba inferior al de potencia máxima.

Cuadro 5 - Ensayo cincel:

Lote:	13 ₂
Tarea:	Cincelada
Equipo:	Tractor: AX4.120 Máquina:,Cincel Chiappano
Principales Resultados:	
Velocidad media efectiva:	5.48 km/h
Patinamiento:	11.44 %
Régimen medio del motor:	2382 v _{min} ⁻¹
Capacidad de trabajo:	
<i>Determinación 1</i>	
Capacidad de trabajo medida:	2.07 ha/h
Capacidad de trabajo Teórica:	2.11 ha/h
Eficiencia medida:	0.98
Eficiencia media:	0.90
Capacidad de trabajo esperada:	1.86 ha/h

Capacidad de trabajo:	
<i>Determinación 2</i>	
Capacidad de trabajo medida:	2.05 ha/h
Capacidad de trabajo Teórica:	2.11 ha/h
Eficiencia medida:	0.97
Eficiencia media:	0.90
Capacidad de trabajo esperada:	1.84 ha/h

Consumo de combustible:**Potencia y energía:**

<i>Determinación 1</i>			
Consumo horario medido:	15.2 L/h	Fuerza total de tracción:	1925 kg
Consumo medio medido:	7.3 L/ha	Potencia total demandada:	28.76 kW
Consumo medio esperado:	7.2 L/ha	Fuerza unitaria:	500 kg/m
<hr/>			175 kg/púa
<i>Determinación 2</i>		Potencia unitaria:	
Consumo horario medido:	16.1 L/h		7.47 kW/m
Consumo medio medido:	7.9 L/ha	Energía por hectárea (b.de t.):	2.61 kW/púa
Consumo medio esperado:	7.7 L/ha	Consumo específico (b.de t.):	13.63 kWh/ha
<hr/>			0.53 L/kWh

⁽¹⁾ Profundidad media de labor 0.18 m. rastreo de maíz.

Con la condición del suelo existente en el momento del ensayo, el equipo funcionó satisfactoriamente, desde el punto de vista de la energía y el consumo de combustible por hectárea demandados por la labor. Operativamente, la baja velocidad de avance podría haber reducido la efectividad del trabajo realizado por el cincel. Por este motivo, se efectuó una tercera determinación utilizando una marcha más elevada, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 6 - Ensayo cincel:

Velocidad	Potencia	Régimen
km/h	kW	vmin ⁻¹
6.34	34.12	2335

El régimen medio de funcionamiento del motor y la potencia entregada en la barra de tiro del tractor indicaron un correcto desempeño del equipo a esta velocidad de avance.

CONCLUSIONES

La ausencia de signos de erosión y densificación perceptibles en el perfil del suelo estudiado, el que fue sometido a un período agrícola prolongado, denotó un manejo apropiado del sistema de cultivo. Los sectores laboreados presentaban una mejor condición física superficial que los no trabajados y una resistencia similar en profundidad. La relación entre la potencia total del parque de maquinaria y la superficie productiva (0.11 kW/ha), conocida como índice de mecanización, fue lo suficientemente baja como para descartar problemas de sobredimensionamiento, que como se sabe, trae aparejado mayores costos operativos en el uso de la maquinaria.