

RENDIMIENTO DE LABOREO Y COSTO OPERATIVO DE TRACTOR AGRÍCOLA POR DESGASTE DE DISCOS DE ARADO EN EL C.I.P. ILLPA

PERFORMANCE OF TILLAGE AND OPERATIONAL COST OF AGRICULTURAL TRACTOR FOR WEAR ON DISC PLOUGH IN THE CIP ILLPA

D. Ramos-Alata¹, P. Beltrán-Barriga¹, F. Mamani-Quispe¹

¹Departamento de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción ILLPA, de la Universidad Nacional del Altiplano, distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno, ubicado en las coordenadas UTM: 384945 E 8263812 N, a 3827 m.s.n.m. datum WGS 1984 UTM Zona 19S. Para documentar la falta de información sobre costos reales de operación y servicios de labranza con arados de discos muy desgastados que no realizan una labor aceptable ni de calidad en el campo agrícola planteando los siguientes objetivos: Determinar el consumo de combustible, el rendimiento de laboreo de la maquina y estimar el costo operativo, de acuerdo al grado de desgaste de los discos del arado. El trabajo de campo se desarrolló durante el mes de Mayo del 2013. Los tres diámetros de discos de arado utilizados fueron: 28, 23 y 20 pulgadas accionados por un tractor agrícola marca New Holland TD95D de 98 HP turbocargado de doble tracción. Las variables evaluadas fueron: Tiempo de laboreo, combustible consumido, ancho de trabajo, velocidad de laboreo; y costos fijos, variables y totales. Se aplicó el diseño bloque completo al azar con tres tratamientos y tres observaciones por bloque, cuyos resultados se procesaron con el programa SAS. Para los tres arados en estudio bajo las condiciones del CIP ILLPA Puno, el consumo de combustible fue de 6,23 l/h, el mejor en rendimiento corresponde al arado de discos de 28 pulgadas que requiere 3,81 h/ha, que demandó menor tiempo y realizó 0,27 ha/h, debido a su ancho de labor de 1,10 m., en comparación al arado de 20 pulgadas, que demandó 4,65 h/ha y realizó solo 0,22 ha/h, teniendo un ancho de trabajo de 0,9 m. Con una marcha y régimen igual para los tres arados, el costo operativo fue de 62,19 soles por hora para los tres diámetros de discos de arado, donde el combustible representó el 35 % del costo total. La utilización anual del tractor e implemento debe ser máxima, para minimizar los costos y maximizar la ganancia para el propietario.

Palabras clave: Tractor, arado disco, desgaste, rendimiento, costos operativos.

ABSTRACT

The study was realized in the Center of Research and Production ILLPA, of the Universidad Nacional del Altiplano, at Paucarcolla's district, province and department of Puno, located in

¹ Ing. s Ramos Alata, Docente Auxiliar a T. C. del Departamento de Agronomía y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Altiplano, Av. Sesquicentenario N° 1150, Tel. (051) 599430, Puno-Perú. E-mail: dawes_ramos@yahoo.es

the coordinates UTM: 384945 and 8263812 N, datum WGS 1984 UTM Zone 19S at 3827 m of altitude. To develop and document information of suitable and updated operation costs required by the public and private institutions as a basic material to improve the process of agricultural management, considering the existence of entities that provide services of tillage with ploughs of highly spoiled discs that underwent without an opportunistic change and do not perform an acceptable and quality labor in agricultural fields. The aims of the study were: To determine the consumption of fuel, the power of performance of tractor and to estimate the operative costs, in connection to the wear down of the discs of plough. The field experiment was conducted during May, 2013. The three diameters of discs of plough used were: 28, 23 and 20 inches driven by an agricultural turbocharged tractor New Holland TD95D of 98 HP of double traction. The variables evaluated were: Time of working, fuel consumption, width of work, speed of working, and; fixed, variable and total costs of tillage. The applied design was randomized complete block with three treatments and observations per block, the results were processed by the program SAS. For the three ploughs under study and the conditions of the CIP ILLPA Puno, the consumption of fuel was of 6,23 l/h; , the best power performance corresponds to the plough with discs of 28 inches that needs 3,81 h/ha, or 0,27 ha/h, due to its width of labor of 1,10 m. Compared to the plough of 20 inches, which demanded 4,65 h/ha and fulfilled only 0,22 ha/h, having a width of work of 0,9 m. With a work march and equal regime for three ploughs, the estimated operative costs were US \$ 22.21 per hour for three diameters of discs of plough, where the fuel represented 35 % of the total cost. The annual utilization of the tractor and its implements must be maximized, to minimize the costs and maximize the profits for the owner.

Keywords: Tractor, plough, disc, wear, performance, operative costs.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la maquinaria agrícola para la producción de cultivos en el Altiplano ha cobrado importancia en los últimos años, usualmente las faenas de mecanización inician con la labranza primaria y secundaria que tienen un costo de servicio, sin embargo estos costos que cobran los prestadores de servicio, son en muchos casos muy elevados y no existe una instancia donde recurrir para poder ser informados de manera adecuada.

En la actualidad, las instituciones públicas y privadas necesitan contar con información sobre costos de operación en forma adecuada y actualizada en el territorio nacional, regional y local, como un medio básico para mejorar el proceso de la gestión agrícola. Por otro lado, existen entidades que prestan servicios de labranza con arados de discos muy desgastados y no realizan el cambio de los discos oportunamente.

El consumo de combustible por unidad de tiempo o de superficie depende del tipo de implemento, la textura, la profundidad, la marcha de la caja de cambios conectada y el régimen del motor del tractor (IDAE, 2005).

La tendencia de la producción de cultivos agrícolas en la región Puno, y su relación con las necesidades de mecanizar la producción, y los precios de mercado plantean la necesidad de determinar , el rendimiento de laboreo , consumo de combustible y el costo operativo por hora de servicio en base al tamaño de discos de arado, para así poder satisfacer la demanda del usuario y se traduzca en un servicio eficiente y de calidad durante la campaña agrícola.

Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes:

1. Determinar el consumo de combustible de acuerdo al desgaste de discos de arado en la labranza.

2. Determinar el rendimiento de laboreo del tractor agrícola influenciado por el desgaste de discos de arado en la labranza.
3. Estimar el costo operativo del tractor e implemento de acuerdo al desgaste de discos de arado en la labranza.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Medio experimental

2.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Illpa, de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, durante el mes de mayo del 2013, cuya ubicación es:

Departamento :Puno
 Provincia :Puno
 Distrito :Paucarcolla
 Este X :384945
 Norte Y :8263812
 Altura :3827 m.s.n.m.
 Datum :WGS 1984 UTM Zona 19S

2.1.2 Historial del campo

Durante la campaña 2012-2013, en el área experimental se cultivó avena, sobre el cual se desarrolló el experimento, luego cosechado el forraje (terreno de rotación).

2.2 Campo experimental

La parcela experimental tuvo las siguientes características:

Campo experimental

Largo : 150,00 m.
 Ancho : 18,00 m.
 Área total del terreno : 2700 m².

Bloque

Numero de bloque : 2
 Largo : 150,00 m.
 Ancho : 9,00 m.

Unidad experimental.

Numero de parcelas : 6
 Ancho : 3,00 m.
 Largo : 150,00 m.
 Área total de la parcela : 450 m².

2.3 Equipo agrícola

Tractor marca New Holland TD95D, con una potencia de 98 HP de doble tracción (4WD) turboalimentado.

Arado de discos trisurco de 28, 23 y 20 pulgadas de diámetro todos del tipo integral y fijo.

2.4 Diseño experimental

Se empleó el diseño bloque completo al azar (DBCA) con tres observaciones por bloque (terreno de rompe y rotación) y tres tratamientos: Arado de discos de; 28 pulgadas nuevo 23 pulgadas a medio uso y 20 pulgadas muy desgastado de diámetro, dos bloques y 6 unidades experimentales de 450 m², los resultados fueron analizados mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan ($p \leq 0,05$).

2.5 Variables en estudio

- D1 = Arado de discos de 28 pulgadas de diámetro.(Nuevo)
 D2 = Arado de discos de 23 pulgadas de diámetro.(Medio uso)
 D3 = Arado de discos de 20 pulgadas de diámetro.(Muy desgastado)

2.5.1 Observaciones realizadas

Condiciones del suelo experimental.

- Textura y Humedad.
- Tiempo de laboreo.
- Combustible consumido.
- Ancho de trabajo real.
- Calidad de trabajo.
- Velocidad de trabajo.

2.6 Metodología de medición y evaluación de variables

Determinación del consumo de combustible

El consumo de combustible, se midió con el instrumento medidor de consumo de combustible, instalado en el tractor agrícola, el cual consta de una tabla de madera de 1 m. de largo por un ancho de 4 pulgadas y 1 pulgada de grosor, manguera transparente de 1 pulgada de diámetro, cinta graduada de un flexometro, válvulas de paso, abrazaderas tipo Europeo, estanque de relleno y manguera de 5/16 pulgadas, en el instrumento la manguera vertical forma la columna de combustible con una capacidad de 0,5 litros.

Luego de llenar el tanque de abastecimiento se cierra la llave, llenada la columna, con la llave se controla el abastecimiento hacia el motor y desde el tanque hacia la columna, se revierte la secuencia para rellenar la columna. La medición del combustible consumido se realizó con la lectura, en la escala del instrumento, inicial y final en una distancia de 50 m, midiéndose el tiempo de operación.

Determinación del rendimiento de laboreo

Una vez que el implemento ha sido regulado satisfactoriamente, cada parcela de prueba se ha roturado sin parar, registrando el ancho de labor, velocidad de avance, patinaje, profundidad constante de 25cm y el tiempo de laboreo y aquel perdido en las vueltas; en la medición se calculó el rendimiento teórico y real.

$$Rr = Ctt + Pv, \text{ Donde:}$$

Rr : Rendimiento real.

Pv : Perdida en las vueltas.

Ctt : Capacidad de trabajo teórico.

2.7 Estimación del costo operativo del tractor e implemento

La estimación del costo operativo del equipo agrícola utilizado en la presente investigación considera, costos fijos: interés y alojamiento, costos variables: amortización, com-

bustible, lubricante, mantenimiento, reparación y operador, y costo totales: C. fijos más C. variables, los cuales se han determinado para los tres diámetros de discos de arado utilizados (Ortiz, 2006).

Además se ha considerado:

Vida útil:

Tractor : 12 años o 12000 horas.

Arado de discos : 15 años o 3000 horas.

Valor nuevo del tractor e implemento:

Tractor : S/. 168,000.00 soles.

Arado de discos : S/. 10,000.00 soles.

Número de horas utilizadas anualmente:

Tractor : 1200 horas.

Arado de discos : 250 horas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Consumo promedio de combustible según el grado de desgaste de los discos de arado.

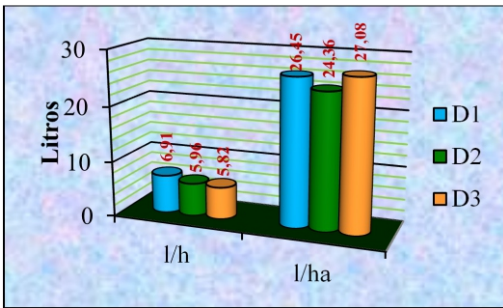
Orden de merito	Clave	Implemento	Promedio (l/h)
1	D1	Arado de 28 pulgadas.	6,91
2	D2	Arado de 23 pulgadas.	5,96
3	D3	Arado de 20 pulgadas.	5,82

En la Tabla 1, se tiene el consumo promedio de combustible para los tres diámetros de discos de arado, donde se registró que el arado (D1 de 28 pulgadas) con 6,91 l/h ocupa el primer lugar en consumo de combustible Diesel, seguido del arado (D2 de 23 pulgadas) con 5,96 l/h y el arado (D3 de 20 pulgadas) con 5,82 l/h se sitúa en el último lugar todos trabajando a una profundidad de 20 a 25 cm.

Estos resultados se encuentran dentro de los márgenes reportados por Witney (1988), con 21 litros por hectárea, por otra parte Dalleine (1987), en suelos de textura limosa obtuvo resultados que para una labor a 15 cm de profundidad corresponde 15 litros por hectárea, a 25 cm igual a 26 l/ha, a 30 cm igual a 30 l/ha y a 40 cm igual a 40 l/ha.

En el experimento se ha observado que existe una relación directamente proporcional, entre la profundidad labrada y el consumo de combustible por hectárea. Esto se debe a que un arado con discos nuevos alcanza mayor profundidad que un arado con discos desgastados; Confirmando así lo mencionado por Esquivel (2007), quien menciona que, el consumo de combustible en el tractor se debe de mantener por debajo de 0,8 a 1,01/ha por cada centímetro de profundidad de trabajo.

También el IDAE (2005), obtuvo, consumos por hectárea en función a la textura del suelo. Obteniendo en suelo Franco Arenoso un mayor consumo de 19 litros por hectárea a mayor profundidad de aradura.



D1= Discos de 28 pulgadas, D2= Discos de 23 pulgadas. D3= Discos de 20 pulgadas.

Figura 1. Variación en el consumo de combustible en l/h y l/ha, para los tres diámetros de discos de arado.

En la Tabla 2, se observa que existe diferencia cuantificable ($p \leq 0,05$) entre arados utilizados para el rendimiento de laboreo, donde el arado (D3) ocupa el primer lugar con 4,65 h/ha, superando a los dos arados restantes, siendo el que demanda mayor tiempo seguidamente el arado (D2) con 4,09 h/ha y arado (D1) con 3,81 h/ha.

También se observa que demanda menor tiempo el arado (D1) con solo 3,81 h/ha, debido principalmente al ancho de labor que fue de 1,10 m, el cual es ampliamente superior a los otros dos diámetros de discos de arado. Se trabajó en la marcha (gama II y velocidad 1) y a un régimen de motor (1500

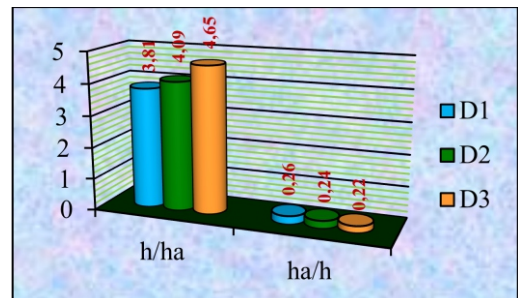
rpm) para los tres diámetros de disco se observó que la mejor calidad de trabajo obtenido fue con el disco nuevo.

Tabla 2. Rendimiento de laboreo por el desgaste de los discos de arado.

Orden de merito	Clave	Implemento	Promedio (h/ha)	Sig.
1	D3	Arado de 20 pulgadas.	4,65	a
2	D2	Arado de 23 pulgadas.	4,09	b
3	D1	Arado de 28 pulgadas.	3,81	b

Diferente letra en cada columna indican diferencias significativas según el

Estos resultados se encuentran dentro de los márgenes reportados por Yanqui (1999), quien ha determinado el costo operativo para un tractor agrícola marca SHANGHAI-504, con potencia de 38,87 HP, utilizando un arado de discos en desgaste. Hallando una capacidad efectiva entre 0,18 a 0,24 ha/h.



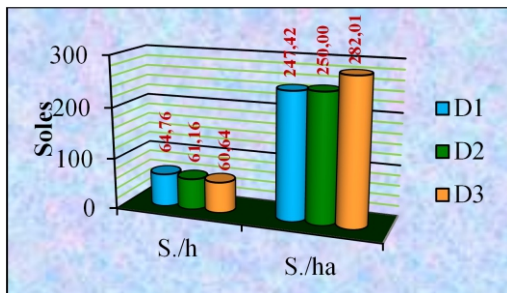
D1= Discos de 28 pulgadas, D2= Discos de 23 pulgadas. D3= Discos de 20 pulgadas.

Figura 2. Variación en el rendimiento de laboreo en h/ha y ha/h, para los tres diámetros de discos de arado.

En la Tabla 3, Figura 3, se expone el costo operativo promedio para los tres diámetros de discos de arado, donde se observó que el arado (D1) con 64,76 soles por hora ocupa el primer lugar, seguido del arado (D2) con 61,16 soles por hora y el arado (D3) con 60.64 soles por hora situado en el último lugar, presentando una similitud entre los tres arados, debido fundamentalmente a que no se encontró diferencias significativas en

cuanto al consumo de combustible para los tres diámetros de discos de arado utilizados, debido a que este representa un 35 % del costo total y los demás componentes son fijos.

Estos resultados se encuentran dentro de los estimados reportados por Romero (1997), que a determinado costo por hora para un tractor agrícola marca JOHN DEERE, con potencia de 85 HP. Utilizando un arado de discos de 28 pulgadas. Para un uso anual de 200 horas ha estimado costo de labor de 56,47 dólares por hora. También Yanqui (1999), que ha determinado el costo por hora para un tractor agrícola marca SHANGHAI-504, con potencia de 38,87 HP. Utilizando un arado de discos seminuevo. Para un uso anual de 800 horas estimando costo de labor de 40,76 soles por hora.



D1= Discos de 28 pulgadas, D2= Discos de 23 pulgadas. D3= Discos de 20 pulgadas.

Figura 3. Variación del costo operativo en S./h y S./ha, para los tres diámetros de discos de arado.

En la figura 4, se observa que el consumo de combustible representa el mayor porcentaje dentro de la estructura de costos operativos, razón por la cual, es importante seguir buscando la forma y las técnicas que permitan reducir el consumo de combustible del tractor en las diferentes faenas agrícolas.



Figura 4. Composición porcentual del costo operativo del tractor e implemento.

La utilización anual del tractor e implemento minimiza el costo por hora y maximiza la ganancia para el propietario del equipo agrícola.

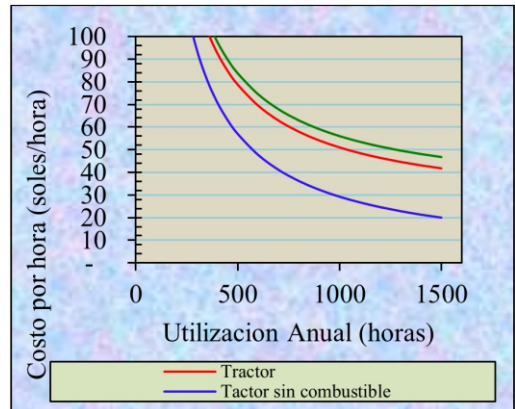


Figura 5. Variación del costo por hora en función de la utilización anual del tractor agrícola e implemento.

De la figura 5, se deduce que a mayor cantidad de horas utilizadas del tractor anualmente, se reducen considerablemente los costos operativos. A 1500 horas utilizadas se tiene un costo por hora de S/. 48.00 nuevos soles, incluyendo el operador, mientras que a 500 horas, se tiene un costo por hora de S/. 80.00 nuevos soles.

4. CONCLUSIONES

Los tres diámetros de discos de arado utilizados en el experimento, presentaron una similitud en el consumo de combustible con un promedio de 6,23 l/h trabajando en suelo de rotación y de rompe; el arado de disco de 28 pulgadas con 6,91 l/h es el que presentó mayor consumo, seguido del arado de 20 pulgadas con 5,82 l/h. por hectárea, el menor consumo de combustible corresponde al arado de 20 pulgadas de diámetro debido a que demandó mayor tiempo para el laboreo 4,65 h/ha respecto al arado de 28 con 3,81 h/ha.

De los tres arados de discos, el arado de 28 pulgadas, presentó un menor tiempo de laboreo con 3,81 h/ha, y realiza 0,27 ha/h, el de 20 pulgadas requiere un tiempo de 4,65 h/ha y realizó 0,22 ha/h, debido a que el ancho de labor del arado de 28 pulgadas fue de 1,10 m. y del arado de 20 pulgadas fue 0,9 m. Para un tractor con potencia de 98 HP turbocargado y doble tracción, el disco de 28 pulgadas requirió menor tiempo y realizó mayor superficie de labor que el arado con mayor desgaste que necesita mayor tiempo y trabaja menos área por hora.

Entre los tres diámetros de discos de arado, hubo similitud en el costo operativo con un promedio de 62,19 soles por hora de servicio en suelo de rotación y de rompe; el disco de 28 pulgadas tuvo un costo de 64,76 soles por hora, y los discos de 23 y 20 pulgadas de diámetros con S/.h 61,16 y 60,64 soles por hora

de servicio. El costo de combustible representó el 35 % del costo total. La utilización anual del tractor e implemento debe ser máxima, para minimizar los costos y maximizar las ganancias para el propietario.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Esquivel R. (2007). *Maquinaria agrícola*. Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú.
- IDAE. (2005). *Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España*. Edición especial. Madrid.
- IDAE. (2005). *Ahorro de combustible en tractor agrícola*. Primera edición. Madrid.
- romero, M. (1997). *Determinación de las áreas mecanizables y el costo estimativo de las labores en función del uso y producción anual de la maquinaria en Chatumata-Pomata*. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrícola. Puno-Perú.
- Ramos, D. (2011). *Maquinaria y Mecanización Agrícola I*. Edit Universidad Nacional del Altiplano.
- Yanqui, I. (1999). *Determinación del costo operativo de tractores SHANGHAI-504 en la labor de labranza en el altiplano*. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrícola. Puno-Perú.

ANEXOS



Figura 7. Tractor agrícola marca New Holland TD95D de 98 PH, 2WD y turboalimentado.



Figura 9. Comparación de calidad entre los diámetros 28 pulgadas (lado derecho) y 20 pulgadas (lado izquierdo).



Figura 8. Nivel de combustible consumido en el instrumento medidor.