

Extensión agrícola e Investigación participativa

Determinación de los indicadores tecnológico-explotativos del conjunto Kubota–Hoyador¹

Julio Chacón-Reina*, Jorge Luis Ramajo-Destrades*, Elio Sánchez-Vásquez-López* y Josué Pérez-Castillo*

Resumen

El trabajo se realizó durante el mes de septiembre de 2017 en áreas de la UBPC La Silla perteneciente a la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente, provincia Santiago de Cuba. El objetivo del trabajo fue determinar los indicadores tecnológico-explotativo del conjunto Kubota–Hoyador. Esta actividad responde al proyecto de colaboración “Desarrollo sostenible del café en Cuba y en Vietnam para el período de 2016–2020”, liderado por La Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente. Se determinaron los indicadores que permitieron medir la productividad y realizar una valoración económica de las ventajas de la tecnología del conjunto con respecto a la tecnología cubana, para lo cual se realizó el hoyado mecanizado en 5 ha, utilizando como marco de plantación 3 m x 3 m. Las evaluaciones fueron realizadas en suelos pesados con presencia de rocas y raíces. El rendimiento del conjunto fue de 0,32 ha por jornadas de 8 horas. Los indicadores de productividad del conjunto que tuvieron un mejor comportamiento fueron la productividad por hora de tiempo operativo, productividad por hora de tiempo de turno sin fallo, con valores de 0,9; 0,8 ha • h⁻¹ respectivamente. Los coeficientes de explotación que tuvieron un mejor comportamiento fueron coeficiente de pase de trabajo, coeficiente de servicio tecnológico, coeficiente de mantenimiento técnico, coeficiente de seguridad tecnológica con valores de 0,9; 1; 0,9; 0,9 respectivamente. Los indicadores de productividad y coeficientes de explotación productividad por hora de tiempo limpio, productividad por hora de tiempo productivo, productividad por hora de tiempo de explotación, coeficiente seguridad técnica, coeficiente de utilización del tiempo productivo, coeficiente de utilización del tiempo de explotación tuvieron un comportamiento bajo debido a afectaciones por fallos técnicos.

Palabras clave: foto cronometraje, hoyado mecanizado, producción agrícola, siembra de café.

Abstract

The work was carried out during September month of 2017 in UBPC La Silla areas belonging to the Agriculture-forest Enterprise Tercer Frente, Santiago de Cuba province. The objective of the work was to determine the technological-exploitable indicators of the combined Kubota-Hole. This activity responds to the collaboration project “Sustainable coffee development in Cuba and in Vietnam for 2016-2020 period”, leading by The Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente. The indicators were determined that allowed to measure the productivity and to carry out an economic valuation of the conjunct technology advantages with regard to the Cuban technology, for that which was carried out the mechanized hole in 5 ha, using like plantation mark 3 m x 3 m. The evaluations were carried out in heavy soils with presence of rocks and roots. The conjunct yield was 0,32 ha per journeys of 8 hours. The productivity indicators of the conjunct that had a better behavior were the productivity for hour of operative time, productivity for hour of time of turn without failure, with values of 0,9; 0,8 ha • h⁻¹, respectively. The exploitation coefficients that had a better behavior were coefficient of work pass, coefficient of technological service, coefficient of technical maintenance, coefficient of technological security with values of 0,9; 1; 0,9 and 0,9 respectively. The mechanized hole represented a saving of 7594,75 CUP with regard to the required investment for the manual hole. The productivity indicators and of exploitation coefficients productivity for hour of clean time, productivity for hour of productive time, productivity for hour of exploitation time, coefficient technical security, coefficient of use of the productive time, coefficient of use of the exploitation time had a low behavior due to the affectations for the shortcomings technician.

Key words: photo timing, mechanized hole, agricultural production, sowing of coffee.

¹ Recibido: 07/06/2018

Aprobado: 16/05/2019

* Estación Experimental Agro-Forestal UCTB Tercer Frente beneficio4@tercerfrente.inaf.co.cu

Introducción

En la actualidad en Cuba se invierten cuantiosos recursos, especialmente en la producción de alimentos. La agricultura que se desarrolla hoy en día exige de una óptima explotación de los procesos mecanizados, concentración y especialización de la producción y el incremento de la productividad del trabajo sobre la base de la elevación de los rendimientos agrícolas y la disminución de los costos de producción (Castro, 2000).

En la historia de la agricultura, especialmente en los últimos años, la ingeniería ha jugado un importante papel, al desarrollar tecnologías que han permitido incrementar la producción, con aprovechamiento eficiente de la mano de obra y los insumos, la reducción de costos y el manejo sostenible de los recursos suelo y agua, especialmente en los últimos años (Olivero y Sanz, 2011).

Para la producción de café en Cuba se emplea como fuerza de trabajo manual en todos los procesos del cultivo. El empleo de esta fuerza de trabajo implica que se necesiten muchas jornadas de trabajo para la realización de las labores, lo que conlleva a un costo alto y dilatación de las labores agro-técnicas. Esto se debe mayormente a que en Cuba el cultivo del café se realiza en zonas montañosas, por lo que se hace difícil la mecanización.

En el país existen áreas disponibles con las características edafoclimáticas para el cultivo del café y su relieve permite la introducción de la mecanización en el proceso productivo. Es de gran importancia la explotación de estas áreas y la implementación de tecnologías que aumenten el potencial productivo y la eficiencia para el incremento de esta producción, que hoy tiene una gran demanda. Esto se logra incrementando áreas en producción y haciendo más eficientes los procesos productivos.

El objetivo del trabajo fue determinar los indicadores tecnológico-explotativo del conjunto Kubota-Hoyador en la ejecución del hoyado mecanizado para plantaciones de café.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante el mes de septiembre del año 2017 en áreas de la UBPC La Silla perteneciente a la Empresa Agro-Forestal Tercer Frente, provincia Santiago de Cuba. La ejecución tuvo lugar en un suelo Pardo Sialítico Ócrico (Hernández y Ascanio, 2006), cuya composición mecánica responde a un suelo pesado con textura de arcilla y poca infiltración, con presencia de obstáculos

en su interior (raíces, piedras). El área tiene un relieve semillano con pendientes de 5 % a 25 %.

Esta actividad responde al proyecto de colaboración “Desarrollo sostenible del café en Cuba y en Vietnam para el período de 2016-2020”, liderado por La Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente.

Las evaluaciones se efectuaron cumpliendo con la NRAG: 34-37, 2003 (Máquinas Agrícolas y Forestales Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa). Resultó necesaria la roturación y el mullido del suelo para mejorar la estructura, posteriormente se realizó el hoyado mecanizado de 5 ha, en áreas para siembra nueva. La dimensión de los hoyos fue de 60 cm x 60 cm acorde con las dimensiones del órgano de trabajo con un marco de plantación de 3 m x 3 m. Se determinaron los indicadores tecnológicos y explotativos del conjunto, que permitieron medir el potencial productivo del conjunto mecanizado y se realizó una valoración económica de las tecnologías.

Estos indicadores son definidos como productividad por hora de tiempo limpio, productividad por hora de tiempo operativo, productividad por hora de tiempo productivo, productividad por hora de tiempo de turno sin fallo, productividad por hora de tiempo de explotación, gasto específico por unidad de trabajo realizado y los coeficientes de explotación. Para la determinación de estos indicadores se usó la NRAG: 34-37, 2003, empleando la técnica de foto cronometraje.

Los indicadores evaluados se definieron como:

1. Productividad por hora de tiempo limpio (W_1)
2. Productividad por hora de tiempo operativo (W_{02})
3. Productividad por hora de tiempo productivo (W_{04})
4. Productividad por hora de tiempo de turno sin fallo (W_t)
5. Productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07})
6. Coeficiente de pase de trabajo (K_{21})
7. Coeficiente de servicio tecnológico (K_{23})
8. Coeficiente de mantenimiento técnico (K_3)
9. Coeficiente de seguridad tecnológica (K_{41})
10. Coeficiente seguridad técnica (K_{42})
11. Coeficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04})
12. Coeficiente de utilización del tiempo de explotación (K_{07})

En las tablas 1 y 2, se realiza una breve descripción de las características técnicas del tractor Kubota y el implemento hoyador.

Tabla 1. Descripción técnica de tractor Kubota

	Modelo	M6040
Motor	Modelo	V3307-DI
	Tipo	Inyección directa, 4 tiempos, diesel
	No. de cilindros	4
	Disposición	Verticales en línea
	Diámetro	94 mm
	Recorrido	120 mm
	Aspiración	Turbo
	rpm	2600
	Potencia	46,2 kw; 61 hp
	Torque máximo	213/1300 – 1500 N·m/rpm
	Acumulador	12V, RC: 160 min, CCA 900A
	Capacidad de combustible	70 L
	Capacidad de aceite	11 L
Dimensiones	Batalla	3445 mm
	Trocha	1860 mm
	Despeje	390 mm
	Altura total	2460 mm
Denominación común	Esquema tradicional	4 x 4
	Clase tracinal	14 – 20 kN
	Finalidad	Universal
	Tren de rodaje	Neumáticos
	Bastidor	Rígido
	Sistema de enganche	Integral, semintegral y de arrastre
	Sistema hidráulico	Trasero de 2 y 3 puntos hidráulicos, capacidad de carga 1900 kg

Tabla 2. Descripción técnica del implemento hoyador

Denominación	-	Hoyador
Destinación	-	Hoyer
País de Procedencia	-	Vietnam
Fuente energética	-	Tractor 14 kN
Tipo de unión con el tractor	-	Suspensión
Transmisión	-	Mecánica
Requerimiento traccional	kN	14
Profundidad de trabajo máxima	m	0,7
Cantidad de órganos	U	1
Diámetro	m	0,6
Ancho de labor	m	0,6

Resultados y discusión

La tabla 3 muestra los promedios de tiempo determinados mediante el cronometraje.

Tabla 3. Cronometraje total (h: min: seg) de los elementos de tiempo

Elementos	Denominación	Tiempo (h:min:seg)	Tiempo total (min:seg)
T1	Tiempo limpio de trabajo	84:45:15	5085:15
T2	Tiempo auxiliar	3:04:17	184:17
T3	Tiempo de mantenimiento técnico de la máquina de ensayo	9:32:05	572:05
T4	Tiempo para la eliminación de fallos	7:30:19	450:19
T5	Tiempo de descanso del personal de servicio de la máquina de ensayo	0:18:30	18:30
T6	Tiempo de traslados en vacío	4:50:21	290:21
T7	Tiempo de mantenimiento de la máquina agregada a la de ensayo	9:37:10	577:10
T8	Tiempo de paradas por causas ajenas a la máquina de ensayo	3:54:48	234:48
Tg	Tiempo general de ensayo	123:55:15	7413:15

De los datos obtenidos del ensayo se determinó una productividad de 340 hoyos por jornada lo que arrojó un rendimiento del conjunto de 0,32 ha/jornadas.

Como se aprecia en la Fig. 1, la productividad por hora de tiempo limpio (W_1) arrojó un valor de $1,1 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Este resultado relaciona el tiempo de trabajo del conjunto, cuando

todos los órganos de trabajo de la máquina se encuentran bajo carga, incluyendo el tiempo de trabajo agregado durante el viraje. El valor se encuentra por debajo de lo planteado por autores como Segura (2009), que alcanzaron valores de $1,7\text{-}1,8 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Esta diferencia se debe a las reiteradas demoras en las perforaciones debido a la presencia de rocas.

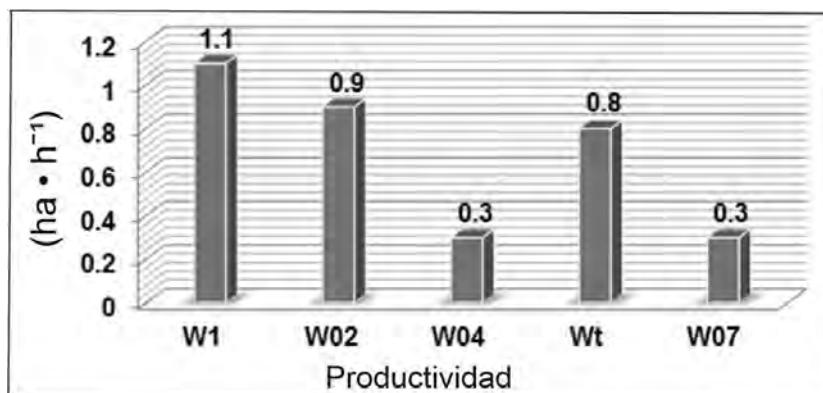


Fig. 1. Comportamiento de los indicadores de productividad.

Para la productividad por hora de tiempo operativo (W_{02}) se determinó un valor de $0,9 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Este indicador tuvo un buen comportamiento ya que se encuentra por encima del resultado obtenido por Segura (2009), autor que obtuvo un resultado de $0,8 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

El indicador de productividad por hora de tiempo productivo (W_{04}) arrojó un resultado inferior de $0,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. El indicador arrojó un valor inferior al planteado por Segura (2009) que obtuvo un resultado de $0,9 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Esto se debe a que en reiteradas ocasiones el implemento presentó varios fallos técnicos.

Se evidenció que el implemento hoyador no cuenta con un sistema para liberar la energía ante el impacto con rocas o raíces. El órgano de trabajo está fabricado con hierro fundido, de igual forma la barra cardánica que conecta el árbol de fuerza del tractor con el sistema de transmisión del agregado. Este material tiene poca tolerancia, por lo que la absorción de impactos es muy limitada, lo que provoca que ante fuertes impactos se agriete y se deforme. Ello evidencia que la máquina no está diseñada técnicamente en

su construcción para suelos con presencia de obstáculos como los referidos en la caracterización del suelo.

Estos factores aparejados a que las evaluaciones se realizaron en suelo con presencia de rocas y raíces provocaron roturas que conllevaron a realizar varias reparaciones que implicaron mayor tiempo para eliminación de fallos de 7,3 h. La productividad por hora de tiempo de turno sin fallo (W_t) obtuvo un valor de $0,8 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Este resultado se corresponde con el de Machado (2015) que obtuvo un resultado de $0,8 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. El indicador de productividad por hora de tiempo de explotación (W_{07}) arrojó un resultado de $0,3 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

El indicador tuvo un comportamiento muy bajo en correspondencia con los valores determinados por autores como Segura (2009) que determinó un valor de $0,9 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. La Fig. 2 muestra los resultados alcanzados en la determinación de los coeficientes de explotación. El coeficiente de pase de trabajo (K21) tuvo un comportamiento de 0,9. Este resultado se encuentra por encima del obtenido por González (1993) con un valor de 0,8.

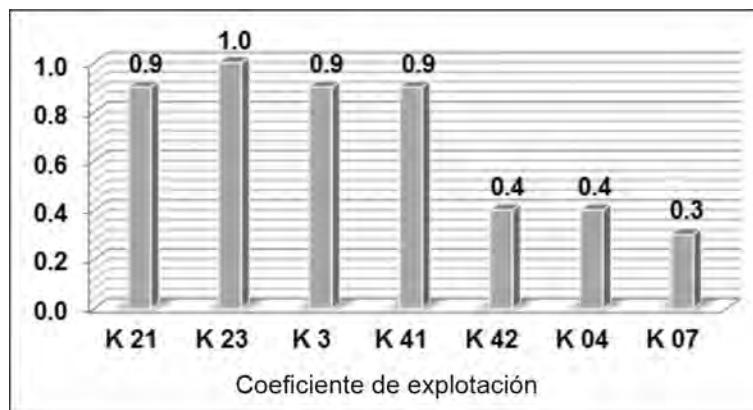


Fig. 2. Comportamiento de los coeficientes de explotación.

El coeficiente de servicio tecnológico (K23) arrojó un resultado de un valor que se encuentra por encima del rango de 0,8 a 0,9 planteado por González (1993).

El coeficiente de mantenimiento técnico (K3) arrojó un resultado de 0,9 valores mayor que 0,8 obtenido por Segura (2009). Se obtuvo un valor de 0,9 para el coeficiente de seguridad tecnológica (K41), este valor coincide con el obtenido por Segura (2009).

El valor obtenido para el coeficiente seguridad técnica (K42) fue de 0,4 y se encuentra por debajo de los resultados obtenidos por González, (1993) que fueron de 0,9 y 0,8. Este coeficiente arrojó un resultado bajo,

ya que como se evidenció anteriormente el implemento hoyador presentó problemas técnicos que produjeron afectaciones de varias horas para su reparación.

Para el coeficiente de utilización del tiempo productivo (K04) se determinó un valor de 0,4 que se encontró por debajo del rango de 0,7 a 0,9 planteado por González (1993). El coeficiente tuvo un comportamiento bajo, ya que de igual forma se ve afectado por el tiempo empleado en la eliminación de fallos.

El coeficiente de utilización del tiempo de explotación (K07) arrojó un valor de 0,3. Este resultado se encuentra por debajo de lo planteado por González (1993), con un

valor de 0,6. Este coeficiente de igual manera arrojó un resultado inferior al referenciado debido las afectaciones por fallas técnicas que presentó la máquina durante las evaluaciones.

Conclusiones

- El rendimiento del conjunto fue de 0,32 ha por jornadas.
- Los indicadores de productividad del conjunto que tuvieron un mejor comportamiento fueron la productividad por hora de tiempo operativo, productividad por hora de tiempo de turno sin fallo, con valores de 0,9; 0,8 ha • h⁻¹, respectivamente.
- Los coeficientes de explotación que tuvieron un mejor comportamiento fueron coeficiente de pase de trabajo, coeficiente de servicio tecnológico, coeficiente de mantenimiento técnico, coeficiente de seguridad tecnológica con valores de 0,9; 1; 0,9; 0,9, respectivamente.
- Los indicadores de productividad y coeficientes de explotación productividad por hora de tiempo limpio, productividad por hora de tiempo productivo, productividad por hora de tiempo de explotación, coeficiente seguridad técnica, coeficiente de utilización del tiempo productivo, coeficiente de utilización del tiempo de explotación tuvieron un comportamiento bajo debido a las afectaciones por fallos técnicos.

Recomendaciones

- Incorporar al sistema de transmisión de fuerza del agregado hoyador un dispositivo de seguridad que permita liberar la energía ante el impacto con rocas y raíces.

- Emplear acero en lugar de hierro fundido en la construcción del órgano de trabajo y perfeccionar la fabricación de la barra cardánica, ya que presentó deficiencias en las partes fundidas de la estructura.
- Realizar nuevas evaluaciones una vez corregidas estas deficiencias.

Bibliografía

- Castro, S.: *La mecanización agrícola, estado actual y tendencia mundial*. Editorial Academia. La Habana, p. 122, 2000.
- González, V. R.: *Explotación del Parque de Maquinaria*. Editorial Félix Varela. La Habana, Pp. 143-165, 1993.
- Hernández, A. y M. Ascanio: *La historia de la clasificación de los suelos en Cuba*. Editorial Felix Varela, La Habana, p. 51, 2006.
- Machado, N.: "Evaluación tecnológica explotativa de tractor XTZ-150k-09, en labores de preparación de suelo" [inédito], tesis de candidatura. Universidad Central "Marta Abreu" La Villas, Departamento de Ingeniería Agrícola, Villa Clara, Cuba, 2015.
- NRAG 34-37: Máquinas Agrícolas y Forestales, metodología para la evaluación tecnológica explotativa. Ministerio de la Agricultura. Pp. 22, 2003.
- Olivero, C. y J. Sanz: Ingeniería y café en Colombia. *CENICAFÉ: Revista de Ingeniería*, 33 100, 2011.
- Segura, W.: "Determinación de los índices tecnológicos explotativos del tractor New Holland 7630 en la preparación de suelo en seco y fangueo. En las condiciones del pelotón de preparación de suelos de la brigada # 10 José Martí" [inédito], tesis de candidatura. Departamento Ingeniería Agrícola. Universidad central de las Villas Marta Abreu, Villa Clara, Cuba, 2009.