

EVALUACIÓN TECNOLÓGICA EXPLOTATIVA DE LA MÁQUINA ASPERJADORA JACTO CROSS AD-18, UTILIZADA EN LA EMPRESA CULTIVOS VARIOS VALLE DEL YABÚ

Osney Gálvez Falcón^{1*} y Manuel Acevedo Pérez²

1 Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

2 Universidad Central de Las Villas (UCLV).

** Autor para la correspondencia: esp.agricola@inivit.cu*

Recibido: 4 de agosto de 2020; Aceptado: 23 de noviembre de 2020

RESUMEN

El trabajo consiste en la evaluación de los indicadores tecnológicos-explotativos de la asperjadora JACTO COLUMBIA CROSS AD-18, utilizada en la empresa de cultivos Yabú del municipio Santa Clara, provincia Villa Clara, en el período de tiempo comprendido entre los meses de enero-marzo de 2017. Para el estudio se elaboró la base metodológica correspondiente y se utilizó la NC 34:37:2003, arribándose a la conclusión de que la máquina objeto de estudio, trabaja con elevados indicadores tecnológicos-explotativos debido a su excelente estado técnico, haciéndose necesario revisar su agregación con el tractor YuMZ 6M, pues la misma no cumple con las exigencias establecidas en el Manual de instrucciones para Máquinas Agrícolas Jacto.

Palabras clave: añadido, asperjadora, fuente de energía

EXPLOITATIVE TECHNOLOGICAL EVALUATION OF THE SPRAYING MACHINE JACTO CROSS AD-18, USED AT THE ENTERPRISE VARIOUS CROPS ON THE YABU VALLEY

ABSTRACT

The work consists in the evaluation of technological exploitative indicators of the spraying machine JACTO COLUMBIA CROSS AD-18, used at the enterprise Yabú crops of the municipality of Santa Clara, Villa Clara province, in the period of time between the months January and March, 2017. For the study, it was elaborated the corresponding methodological base and it was used the NC 34:37:2003, concluding that the machine under study, works with high technological exploitative indicators, due to its excellent technical status, becoming necessary to review its aggregation with the tractor YuMZ 6M, because it does not fulfill the requirements established in the Manual of Instructions for Jacto Agricultural Machines.

Keywords: added, spraying machine, energy source

INTRODUCCIÓN

La introducción de la mecanización incrementa la productividad del hombre, humaniza el trabajo, y los rendimientos de cada cultivo. Las tecnologías que se utilicen en los procesos mecanizados y su forma de empleo y organización, influyen significativamente en el desarrollo sostenible de la agricultura (Hall, 2016).

La moderna mecanización y automatización ha demostrado la necesidad de innovar la tecnología para mejorar la competitividad de los sistemas mediante la incorporación de nuevos equipos y el mejoramiento de otros ya conocidos y probados. (Villa, 2015 a).

Por ello en la actualidad, la economía cubana en el sector agropecuario ha iniciado un interesante e importante proceso de transformaciones económicas, identificado como: “actualización del modelo económico”, que abarca a la totalidad de los sectores más importantes de la economía nacional (Ríos, 2015).

El reto científico en las nuevas circunstancias y para el futuro, es mejorar continuamente las líneas de máquinas y fuentes energéticas, de modo que contribuyan cada vez más al ahorro de combustible, fuerza de trabajo, y que realicen sus labores con calidad, eficiencia y bajo costo, conservando las propiedades del suelo y los cultivos en armonía con el medio ambiente (Matthews, 2018).

La mecanización agrícola sostenible también puede contribuir significativamente al desarrollo de cadenas de valor y sistemas alimentarios, ya que tiene el potencial de hacer que las actividades y funciones de postcosecha, procesamiento y comercialización sean más eficientes, eficaces y favorables al medio ambiente (Vázquez, 2015).

Los agricultores necesitan elegir la fuente de energía más adecuada para sus labores dependiendo del trabajo y de quién lo va a realizar. El nivel de mecanización debe cumplir las necesidades de modo efectivo y eficiente. La mujer tiene un papel muy importante en muchas comunidades agrarias, en algunos países, hasta un 80 por ciento de las labores agrícolas son realizadas por mujeres. Esto implica que las fuentes de tracción (humana, animal o mecánica), necesitan ser adaptadas a sus necesidades desde los puntos de vista social, ergonómico, cultural y económico (Villa, 2017 b).

Es en este contexto que la Empresa de Cultivos Varios Yabú de la provincia de Villa Clara adquiere las asperjadoras JACTO Columbia Cross AD-18, diseñadas y construidas para prestar servicios a los pequeños y medianos productores en los más diversos cultivos, tipos y topografía de los suelos.

En general, es una máquina muy moderna cuyo depósito se construye de polipropileno altamente resistente a la acción de los productos químicos, y está dotada de un sistema de barras libres con balancín, amortiguadores y resortes, encargados de reducir los impactos que provocan el tránsito de la misma por terrenos irregulares.

El objetivo del trabajo, consiste en determinar los indicadores tecnológicos explotativos de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18 adquirida por la Empresa de Cultivos Varios Yabú, a partir de los datos recogidos en la investigación experimental y su procesamiento de acuerdo a la NC 34-37:2003, para conocer su comportamiento en las condiciones de producción dadas.

Por ello, el objeto de estudio del trabajo lo constituye la asperjadora el problema científico consiste en definir, ¿Cuál es la probabilidad de que para las condiciones de explotación imperantes en la Empresa de Cultivos Varios Yabú, la asperjadora objeto de estudio cumpla con sus parámetros de trabajo según diseño?

El objetivo general del trabajo, consiste en determinar los indicadores tecnológicos explotativos de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18 adquirida por la Empresa de Cultivos Varios Yabú, a partir de los datos recogidos en la investigación experimental y su procesamiento de acuerdo a la NC 34-37:2003, para conocer su comportamiento en las condiciones de producción dadas.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto, se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Caracterizar las condiciones climatológicas de explotación de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18 en la Empresa Cultivos Varios Yabú, y analizar su agregación con el tractor YuMZ 6M como fuente energética.
2. Evaluar el trabajo de los pulverizadores de la máquina antes de ser sometida a explotación.
3. Determinar los indicadores tecnológicos explotativos de la máquina en correspondencia con la NC 34-37:2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa de la investigación prevé la determinación de los indicadores tecnológico-explotativos de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18, la misma es de nueva adquisición en la Empresa Cultivos Varios Yabú, y aun se desconoce su comportamiento en las condiciones de producción de la misma. El período de la investigación se enmarca en los meses de enero- marzo de 2017.

Metodología para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18 y su agregación con el tractor YuMZ 6M como fuente energética

Para caracterizar la zona de explotación se toman como objeto de estudio las condiciones climatológicas del lugar donde se realiza la investigación experimental.

Los pasos a seguir son los siguientes:

En la estación meteorológica ubicada en el lugar donde se realiza la investigación o en sus proximidades, se recogen los datos correspondientes a los valores máximos, medios y mínimos de los parámetros: temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones, se promedian y los resultados se registran en la tabla 1.

Tabla 1. Modelo diseñado para la recogida de datos de temperatura ambiente, humedad relativa y precipitaciones en la zona objeto de estudio.

Año	Días	Temperatura ambiente			Humedad relativa			Precipitaciones
		Máx	Med	MIn	Máx	Med	Min	
2017	1							
	2							
	3							
	.							
	n							

Los valores promedio diarios se clasifican en: máximos, medio y mínimos, de la siguiente manera:

Sobre un eje de coordenadas (Días vs. Valor del parámetro), se traza la línea que corresponde al valor promedio histórico para igual período en los dos últimos años del parámetro que se analiza. Luego se sitúan los puntos que corresponden al valor promedio diario, obtenidos durante la investigación para el parámetro dado (Figura 1).

Si el punto obtenido se ubica por encima de la media histórica, se considera que su valor es máximo, si coincide con la media histórica se considera que su valor es medio y si se ubica por debajo, se considera que su valor es mínimo.

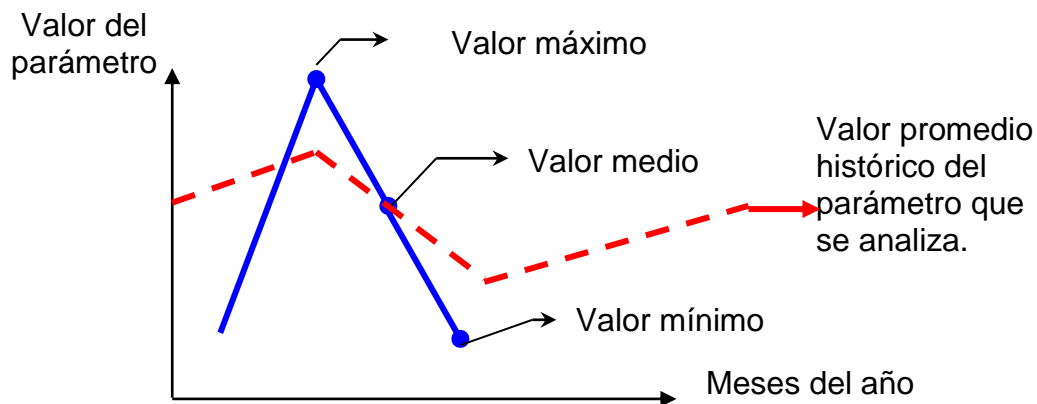


Figura 1. Manera gráfica de clasificar los parámetros temperatura, humedad relativa y precipitaciones en sus valores máximos, medios y mínimos.

Basándose en la información obtenida, se hacen conclusiones con respecto a la incidencia que puedan ejercer las condiciones climatológicas de explotación sobre los indicadores tecnológico-explotativos de la máquina.

Para analizar la agregación de la máquina a la fuente energética, es necesario considerar el peso de la asperjadora repostada a plena capacidad, para compararlo con el peso de la fuente energética.

Si el peso de la fuente energética es menor que el peso de la máquina asperjadora repostada a plena capacidad de llenado, la agregación es incorrecta según (Manual de instrucciones Jacto: 2008) y se hace necesario cambiar la fuente energética a una de mayor peso, o instrumentar acciones que permitan aumentar su peso adherente al suelo.

Metodología para evaluar el trabajo de los pulverizadores de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18

Teniendo en cuenta que la máquina es de reciente adquisición en la empresa y que aun se desconocen sus potencialidades de trabajo, la comprobación y calibración del trabajo de sus pulverizadores se realiza del siguiente modo, tomando en consideración que la misma puede ser obtenida por vía analítica:

Se procede del siguiente modo:

Cálculo de volumen de pulverización por vía analítica

Los volúmenes de pulverización según (Garrido, 1984) de esta máquina se determinan

por la ecuación $Q = \frac{q * 600}{V * f}$; (L.ha⁻¹).

donde:

Q – Volumen de pulverización; (L.ha⁻¹)

q – Caudal de una boquilla; 1,5 (L.min⁻¹)

f – Distancia entre boquillas en la barra; 0,5 (m)

v – Velocidad del tractor; 6 (km.h⁻¹)

600 – Factor de conversión de unidades

Metodología para determinar los indicadores tecnológico-explotativos de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18.

Se utiliza la norma cubana NC 34-37: 2003 Metodología para la evaluación Tecnológico Explotativa”, según la cual, el ensayo se realiza en todos los trabajos principales y complementarios para los cuales ha sido diseñada la máquina, con la condición de que el personal de servicio en la misma debe poseer una adecuada calificación y destreza, conocerá bien la máquina y dominará los métodos existentes para realizar la labor con la calidad requerida.

Además, todas las operaciones de mantenimiento técnico y de servicio tecnológico diario deben ser realizadas por el personal que trabaja en la máquina, pero la eliminación de las roturas graves y la realización de los mantenimientos técnicos periódicos los realizan mecánicos especializados.

Antes de los ensayos, las máquinas deben ser reguladas por técnicos especialistas para obtener un régimen de funcionamiento óptimo y garantizar el cumplimiento de las exigencias establecidas.

En el modelo correspondiente, se registran los datos del cronometraje practicado al tiempo de duración de cada operación durante el periodo de trabajo, su preparación antes y después de cada jornada, el control de la labor y del personal de servicio con las consideraciones de los resultados del trabajo diario del agregado.

Esta información se procesa con ayuda de las ecuaciones correspondientes, y de ellas se obtienen los indicadores de productividad y coeficientes de explotación buscados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del estudio para caracterizar las condiciones climatológicas de explotación de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18 en la Empresa Cultivos Varios Yabú y su agregación con el tractor YuMZ 6M como fuente energética

La investigación se realizó durante 27 días comprendidos entre los meses de enero-marzo de 2017 en la Empresa de Cultivos Varios Yabú.

Para ello se tomaron de la estación meteorológica ubicada en el lugar, los valores de temperatura ambiente, humedad relativa y cantidad de precipitaciones.

De la misma se observa una correspondencia casi total entre ambos valores diarios e históricos del parámetro investigado, no existiendo por tanto diferencias significativas entre los mismos.

Es de destacar que el valor promedio de temperatura 21,8°C se debe a que la máquina trabaja solo en las mañanas y preferentemente en las primeras horas de las mismas (Figura 2).

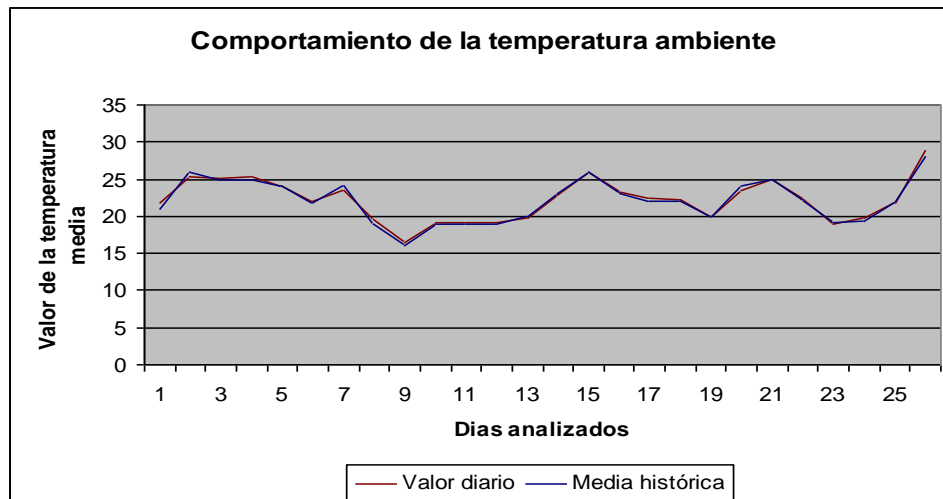


Figura 2. Comportamiento de los valores diarios e históricos para los dos últimos años de la temperatura ambiente en la zona objeto de estudio.

Tal y como ocurrió con el parámetro temperatura, en la figura 3 se observa muy poca diferencia entre los valores diarios e históricos para los dos últimos años de humedad relativa en la zona de estudio.

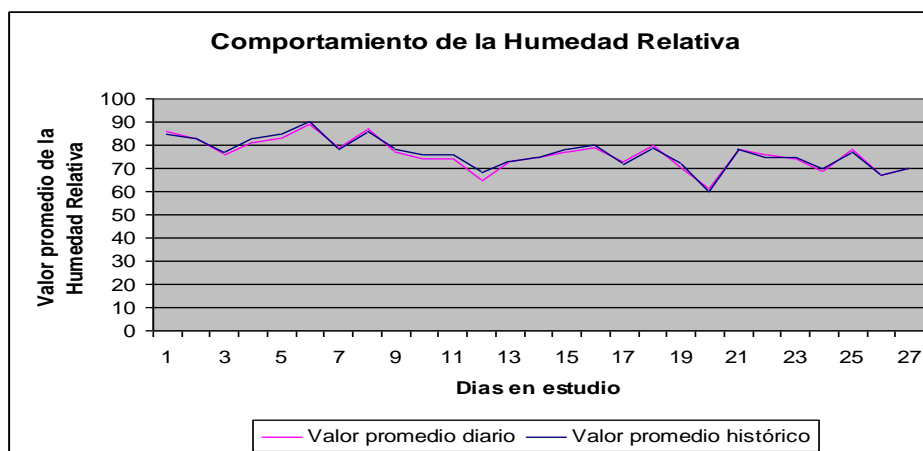


Figura 3. Comportamiento de la Humedad Relativa media diaria y media histórica para los dos últimos años en la Empresa de Cultivos Varios Yabú.

Los valores oscilan entre 70 y 80% con algunos picos cercanos al 90%, debido a que como se explicó anteriormente la máquina trabaja solo en el horario de la mañana. Sin embargo, no es la tendencia general ese comportamiento del parámetro en la zona objeto de estudio.

De manera general se observa una diferencia significativa entre la cantidad de milímetros de lluvia ocurridas históricamente en la zona objeto de estudio y la media diaria registrada durante el estudio (Figura 4).

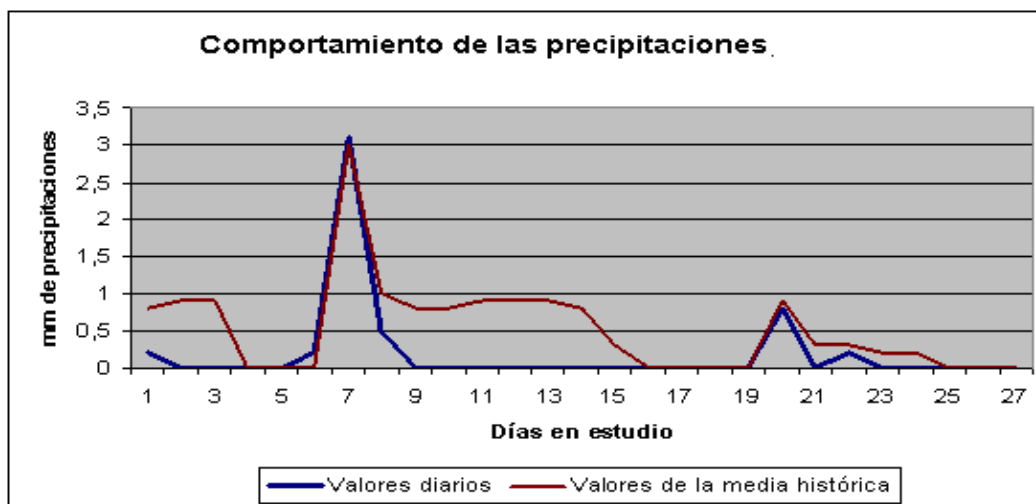


Figura 4. Comportamiento diario e histórico de las precipitaciones en la zona objeto de estudio.

No es significativa la cantidad de milímetros de lluvia caídos en la zona, solo 0,19 mm promedio, por lo que se puede asegurar que se trata de un período seco que no afecta la adherencia de los neumáticos del tractor al suelo, no ocurren patinajes y no existen atascaderos, pudiéndose concluir que las condiciones climatológicas en general no influyen negativamente sobre el trabajo de la máquina por lo menos durante el período de tiempo estudiado.

Sin embargo, se pudo constatar que en la empresa la máquina es agregada al tractor YuMZ 6M sin previo análisis de factibilidad de su estado de agregación.

Para ello, en correspondencia con lo planteado, el análisis de factibilidad de su agregación a ese tractor como fuente energética permitió obtener el resultado siguiente.

- (P_e). Peso del equipo en (kg) según catálogo = 1440 kg.
- (C_{LT}). Capacidad en litros del tanque de agroquímicos = 2000L \approx 2000kg.
- (P_t). Peso del tractor YuMZ 6M según catálogo = 3 420 kg

De donde se deduce que el peso de la máquina asperjadora a plena capacidad de llenado de su tanque de agroquímicos es igual a 3 440 kg, contra un peso del tractor YuMZ 6M utilizado como fuente energética de 3 420 kg.

Es decir, existe un sobre peso de 20 kg de la máquina con respecto a la fuente energética y ello es inadmisibles según el Manual de Instrucciones para la explotación de la maquinaria agrícola Jacto, donde se plantea que se deben utilizar tractores cuyo peso bruto sea como mínimo igual a la suma del peso del equipo vacío más el peso equivalente de la capacidad del tanque de agroquímicos.

Para que el agregado funcione adecuadamente en otras condiciones de humedad y presencia de abundantes precipitaciones, será necesario poner contra pesos en la fuente energética.

Resultados del estudio para evaluar el trabajo de los pulverizadores de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18.

Es importante destacar que, en la empresa, en dependencia del estadio de desarrollo de los cultivos, se utilizan las boquillas JA-2 de color negro capaces de entregar un caudal de 0.6 L.min⁻¹ de producto cuando el cultivo no ha alcanzado su total

desarrollado y las boquillas JA-3 de color naranja capaces de entregar un caudal de 0.8 L.min⁻¹ de producto cuando el cultivo se ha desarrollado totalmente.

Los resultados obtenidos para cada tipo de boquilla son los siguientes:

- Cuando se utilizan las boquillas de color negro:

$$Q = \frac{0,6 * 600}{6 * 0,5} = 120; \text{ (L.ha}^{-1}\text{)}$$

- Cuando se utilizan las boquillas de color naranja:

$$Q = \frac{0,8 * 600}{6 * 0,5} = 160; \text{ (L.ha}^{-1}\text{)}$$

Estos resultados coinciden con lo establecido por Villa (2003) de 120 (L.ha⁻¹) cuando el cultivo en este caso: (papa) no ha desarrollado del todo y 160 (L.ha⁻¹) cuando haya alcanzado su total desarrollo quedando bañados de producto sin tener que aumentar el volumen de pulverización.

Resultados del estudio para determinar los indicadores tecnológico-explotativos de la asperjadora JACTO Columbia Cross AD-18.

La toma de datos de la información inicial para el trabajo se realizó durante 17 días comprendidos, "Programa y Metodologías de la investigación", específicamente en los campos 30 y 41 de la empresa sembrados de papa con las siguientes características:

Campo: 30.

Lote: UBPC Jesús Menéndez

Cultivo: Papa variedad Ultra

Rendimiento aproximado: 25 t.ha⁻¹

Dimensiones del campo: 8 ha

Tipo de suelo: Pardo con Carbonato.

Campo: 41.

Lote: UBPC Jesús Menéndez

Cultivo: Papa variedad Ultra

Rendimiento aproximado: 25-30t.ha⁻¹

Dimensiones del campo: 13,67 ha

Tipo de suelo: Pardo con Carbonato.

De la misma se deduce que la productividad por horas de tiempo limpio de trabajo (W_1) de la máquina fue de 1,12 ha.h⁻¹ (Figura 5), valor que se considera adecuado según la norma (ASAE EP 367.2:1991).

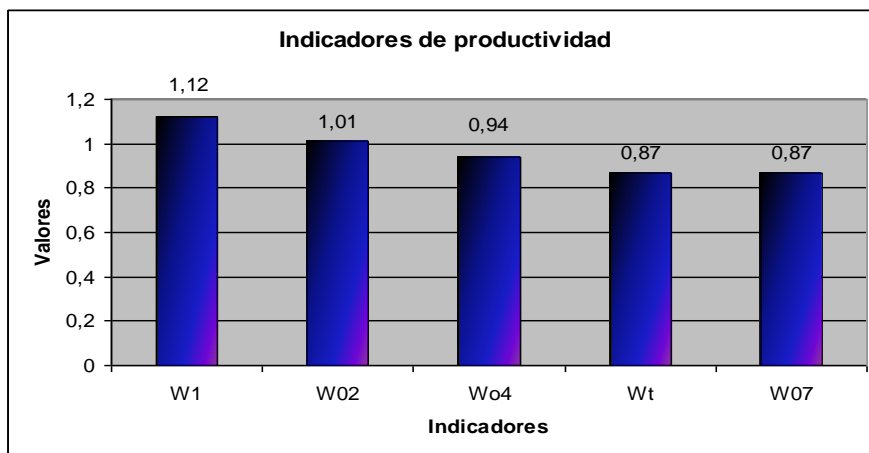


Figura 5. Indicadores de productividad de la máquina JACTO COLUMBIA CROSS AD-18, utilizada en la empresa de cultivos varios Valle del Yabú.

De igual forma, y en correspondencia con la norma anteriormente referida, la productividad por hora del tiempo operativo de la máquina (W_{02}) fue de $1,01 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, valor que se considera entre límites permisibles y adecuados.

La productividad por hora del tiempo productivo de la máquina (W_{04}) fue igual a $0,94 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, afectado fundamentalmente por el tiempo de traslado de la máquina al lugar de carga, por el tiempo invertido en el abastecimiento del producto a asperjar que aunque se trata de hacerlo lo menor posible al final en el mismo se invirtieron aproximadamente en los 17 días del ensayo 7 h, y por los tiempos invertidos en el mantenimiento técnico diario y la preparación de la máquina para el trabajo, que de conjunto acumularon aproximadamente 6h.

La productividad por hora del tiempo de turno sin fallos (W_t) fue de $0,87 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, valor que aunque considerado entre límites permisibles y adecuados se ve afectado por el tiempo invertido en el repostado de la máquina, operación en la que se invierten prácticamente 7 h como se explicó anteriormente.

Este tiempo, según la metodología de trabajo implícita en la NC 34:37:2003, se incluye dentro del tiempo de paradas tecnológicas, aunque no necesariamente se refiera a fallas de ésta naturaleza, pues como quedó demostrado en el estudio, la máquina trabaja sin fallas técnicas y en la eliminación de fallas tecnológicas propiamente dichas solo se invirtieron 6 minutos con 40 segundos cuando se hizo necesario desobstruir una boquilla.

El valor de éste indicador se vio afectado además por el tiempo de traslado de la máquina del lugar de parqueo al campo y por el tiempo de traslado de un campo o parcela a otra, entre ambos sumaron aproximadamente 6h.

Finalmente, la productividad por hora del tiempo de explotación (W_{07}) fue de $0,87 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ igual que el caso anterior, pues obviamente el tiempo necesario para eliminar fallas técnicas y tecnológicas fue mínimo.

De la misma se infiere un excelente comportamiento de estos coeficientes durante el tiempo de estudio de la máquina en sentido general.

De manera particular, como se observa en la figura 6, el valor del coeficiente de pases de trabajo (K_{21}) fue de 0,99 y se considera elevado, lo que responde a las dimensiones de los campos sembrados de papa donde se realizó la investigación.

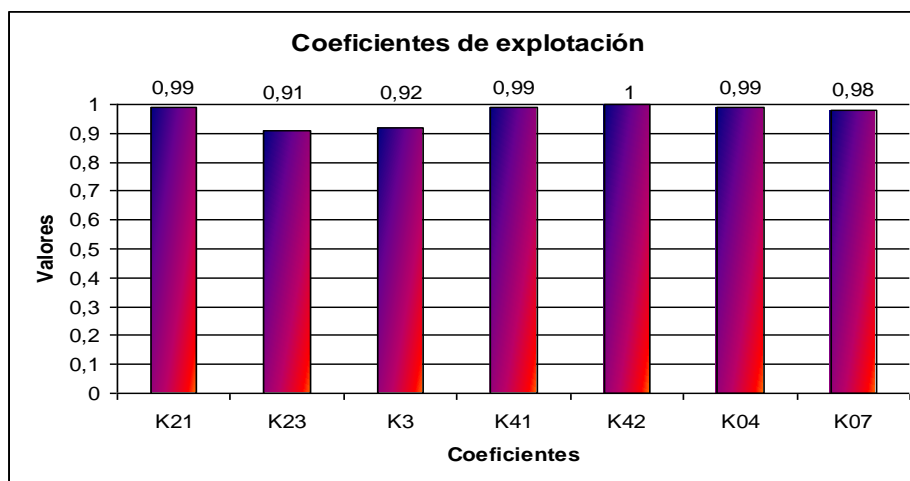


Figura 6. Valores de los coeficientes de explotación de la máquina JACTO COLUMBIA CROSS AD-18, utilizada en la empresa de cultivos varios Valle del Yabú.

Recuérdese que el campo 30 solo posee un área de 8 ha, mientras que el campo 41 posee solo 13,67 ha, es decir, son campos pequeños que requieren por tanto de frecuentes pases de trabajo.

El coeficiente de servicio tecnológico (K_{23}) y mantenimientos técnicos (K_3) alcanzaron valores de 0,91 y 0,92 respectivamente, valores que se pueden considerar adecuados según la norma (ASAE EP 367.2:1991).

El coeficiente de seguridad tecnológica (K_{41}) fue de 0,99, afectado solo por una falla tecnológica relacionada con la obstrucción de una boquilla, en cuya solución se invirtieron solo alrededor de 6 minutos.

Es decir, que la probabilidad de que la máquina tecnológicamente realice con calidad sus funciones en un momento de tiempo arbitrariamente seleccionado fue de un 99 %, valor muy elevado que obviamente refleja el excelente estado técnico de la máquina al ser nueva.

El valor del coeficiente de seguridad técnica (K_{42}) fue igual a uno. Es decir, que durante el tiempo de estudio la máquina no se vio afectada por fallas técnicas de ningún tipo, y significa que, en un momento de tiempo arbitrariamente seleccionado, la máquina está disponible técnicamente para realizar sus funciones con calidad en un 100 % de las veces que sea necesitada.

El coeficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04}) fue igual a 0,99, valor considerado excelente según la norma (ASAE EP 367,2:1991), debido a que durante el tiempo de estudio como se observa en el anexo 1 del trabajo no ocurrieron fallas técnicas y solo una tecnológica de muy fácil solución.

De igual forma, el coeficiente de utilización del tiempo explotativo (K_{07}) fue muy elevado y alcanzó un valor de 0,98.

Él mismo se considera excelente de acuerdo a la norma anteriormente mencionada, lo que se debe en gran medida al poco tiempo invertido en la ejecución de las operaciones de mantenimiento técnico a la máquina, lo que a su vez se encuentra en relación directa con el poco tiempo de explotación de la misma.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones climatológicas de temperatura ambiente, humedad relativa y cantidad de precipitaciones en la Empresa Cultivos Varios Yabú durante el estudio, no fueron significativamente diferentes a las de su media histórica para los dos últimos años, por lo que se puede asegurar que no ejercieron influencia alguna sobre los indicadores tecnológico-explotativos y de trabajo de la asperjadora objeto de estudio. Sin embargo, para diferentes condiciones de humedad de los suelos, la agregación de ésta máquina al tractor YuMZ 6M es incorrecta.
2. La evaluación del trabajo de los pulverizadores de la máquina por métodos analíticos, y se correspondieron con las indicaciones dadas por el fabricante de acuerdo al tipo de boquilla a utilizar.
3. Los indicadores tecnológicos explotativos de la máquina, determinados de acuerdo con la NC 34-37:2003 fueron muy buenos y reflejan el excelente estado técnico de la misma.

RECOMENDACIONES

Prever la existencia de contra pesos para ser colocados sobre la fuente energética actualmente utilizada cuando la humedad de los suelos sea elevada, o prever la posibilidad de agregar la asperjadora a otro tipo de tractor cuyo peso sea superior o igual al de la máquina asperjadora repostada a plena capacidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ASAE EP 367.2 1991. Guide for preparing field sprayer calibration procedures. Maquinaria agrícola y forestal. Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección Medioambiental. Parte 2: pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos.
- GARRIDO, J. 1984. Implemento, Maquina agrícola y fundamento para su explotación (eds) Ciudad de la Habana, p. 20-30.
- HALL, R. 2016. Challenges and prospects of integrated pest management En: Reuveni, R. (eds) Novel approaches to Integrated Pest Management. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, p. 1-19.
- MATTHEWS, G. 2018. Pesticide Application Methods. First published. (eds) Longman Group limited, p. 50-60.
- NC 34-37:2003. Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación Tecnológico - explotativa.
- RIOS, A. 2015: La agricultura en Cuba., (eds), La Habana, Cuba, p. 35-40.
- UNE 68-082-89. 2001 Pulverizadores agrícolas. Guía para su preparación, utilización, mantenimiento y seguridad de utilización.
- VAZQUEZ, J. 2015. Aplicación de Productos Fitosanitarios: Técnicas y Equipos. (eds) Aerotécnicas. Madrid. España, p. 15-20.
- VILLA, R. 2015. Técnicas y Maquinas para la Aplicación de Pesticidas. Departamento de Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. (eds) Universidad de Chile, p.70-80.
- VILLA, R. 2017. Técnicas y Maquinas para la Aplicación de Pesticidas. (eds)Departamento de Ingeniería Agrícola Universidad de Chile, p. 35-45.