

Planificación integrada de carga de trabajo-insumos mantenimientos planificados en tractores de preparación de suelo



<https://cu-id.com/2177/v32n3e03>

Integrated Planning of Workload and Supplies for Planned Maintenance on Soil Preparation Tractors

^{I*} Yoel Betancourt Rodríguez^{I*}, ^{II} Rainiel Sánchez Sánchez^{II},
^{III} Anabel Quintero^{III}, ^{IV} Omar Antúnez Antúnez^{IV}

^IInstituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara (INICA-Villa Clara). Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.

^{II}Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Panchito Gómez Toro, Villa Clara, Cuba

^{III}Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA-Cienfuegos, Cuba.

^{IV}Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) 5 de Septiembre, Cienfuegos, Cuba.

RESUMEN: La aplicación adecuada de la maquinaria agrícola requiere, entre otros aspectos, de los insumos necesarios para realizar los mantenimientos planificados (MP) de forma oportuna. El objetivo de la investigación se centró en desarrollar un procedimiento para la planificación integrada de la carga de trabajo y los insumos para los MP de las fuentes energéticas de preparación de suelo. La investigación se realizó en la Empresa Agroindustrial Azucarera Panchito Gómez Toro en un área de 1833,4 ha y concentrado en 48 bloques dedicados a caña de azúcar. Se utilizó el software LabraS para la planificación de la labranza y se le agregaron funcionalidades para planificar los mantenimientos y los insumos asociados (aceites, grasas, líquidos refrigerantes y de freno). Las condiciones se caracterizaron por predominar problemas de profundidad efectiva, mal drenaje y pedregosidad (entre 19 y 22%), así como por prevalecer la textura media del suelo (93%) y las condiciones del terreno en áreas de caña de demolición (74%). Se lograron resultados satisfactorios mediante el software LabraS en la obtención integrada de la carga de trabajo y los insumos para los MP de las fuentes energéticas disponibles en función de su pertenencia (MTZ-80, T-150K, Belarus 1523 y Komatsu), además especificados por mes de trabajo y total en el año. Este resultado permitió realizar adecuadamente el balance trimestral y anual de lubricantes solicitados por la Empresa de Logística AZUMAT, además de variar la demanda en función de la estadística existente, o de los cambios surgidos por estar informatizado el proceso.

Palabras clave: informatización de procesos, demanda de insumos, planeación agrícola.

ABSTRACT: The proper application of agricultural machinery requires, among other aspects, the necessary inputs to perform planned maintenance (PM) in a timely manner. The objective of the research was focused on developing a procedure for the integrated planning of the workload and the PM inputs for the soil preparation tractors. The research was carried out at "Panchito Gómez Toro" Sugar Agroindustrial Company, in an area of 1833.4 ha, in 48 blocks dedicated to sugar cane. LabraS software was used for tillage planning and functionalities were added to plan the maintenance and associated supplies (oils, greases and coolant and brake fluids). The conditions were characterized by prevailing problems of effective depth, poor drainage and stoniness (between 19 and 22%), as well as by the predominance of the medium soil texture (93%) and the conditions of the soil surface in areas of cane demolition (74%). Satisfactory results were achieved through LabraS software in the integrated data collection of the workload and the PM inputs for the available tractors, and according to their ownership (MTZ-80, T-150K, Belarus 1523 and Komatsu), in addition the information was specified by month and total in the year. This result made possible to carry out adequately the quarterly and annual balance of lubricants requested by AZUMAT Logistic Company, in addition to varying the demand based on the existing statistics, or the changes arising thank to the computerization of the process.

Keywords: Computerization of Processes, Demand for Inputs, Agricultural Planning.

*Autor para correspondencia: Yoel Betancourt-Rodríguez, e-mail: yoel.betancourt@nauta.cu;
yoelbr15@gmail.com

Recibido: 21/02/2023

Aceptado: 24/06/2023

INTRODUCCIÓN

La planificación de los mantenimientos técnicos y reparaciones de los tractores en Cuba, según [Fernández-Sánchez \(2016\)](#), se realizaba mediante la información contenida en las cartas tecnológicas de los cultivos agrícolas, por poseer las diferentes actividades y el volumen de combustible a consumir de las máquinas en el año. Dicho autor expuso que una de las desventajas estaba relacionada con la elevada laboriosidad y tiempo necesario por el gran volumen de información a procesar, lo que además demanda conocimientos y habilidades prácticas para su empleo. Sin embargo, tal limitación se pudiera contrarrestar en la actualidad por los avances alcanzados en las tecnologías de la informática y las comunicaciones, con lo que se pudiera retomar tales métodos a partir del grado de precisión que se disponga.

Según [Salas-Aguilar \(2020\)](#), las empresas necesitan contar un plan de mantenimiento para lograr la eficacia en la operatividad de sus equipos y lograr valores óptimos en la efectividad operacional. En ese sentido, la creación en el año 2009 de las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos (UEBIST), en el Ministerio de la Agricultura, permitió recuperar las actividades de planificación y control de los servicios técnicos con un enfoque de prioridad ([Suárez et al., 2011](#)).

La periodicidad de los mantenimientos y reparaciones, así como la demanda de insumos asociados en condiciones donde los equipos cuentan con un elevado tiempo de explotación y no disponen de horómetro activo, se determina en litros de combustible consumidos. Sin embargo, esta forma requiere de medios tecnológicos eficientes para su despacho y de un mayor control sobre su uso para asegurar la adecuada precisión en cuanto al consumo realmente ejecutado ([Fernández-Sánchez, 2016](#)). Otros métodos identificados por [Daquinta \(2008\)](#) se relacionan con las horas cronológicas de trabajo, en hectáreas patrón convencional, kilómetros recorridos y en moto-horas.

En el año 2016, [Fernández-Sánchez \(2016\)](#) propuso un método para la planificación de los servicios técnicos a los tractores y la demanda de lubricantes. Este consistió en identificar inicialmente la carga de trabajo, expresada en litros de combustible, planificada mensual y anual por marca de tractor mediante el apoyo de una plataforma, el programa AnaExplo, y posteriormente, con el empleo de expresiones matemáticas y la utilización de métodos probabilísticos, soportado en Hojas de Cálculo de Microsoft Excel, determinar la cantidad y tipos de mantenimientos y reparaciones por tipo de tractores y la correspondiente demanda de lubricantes, con una frecuencia mensual y anual. Este proceso, por trabajarse de forma separada, resulta trabajoso para el usuario y con menos precisión por el método que

determina la carga de trabajo, a partir de que las cartas tecnológicas están predefinidas y no se conforman de acuerdo a las condiciones concretas de trabajo de cada entidad.

En el Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA, la determinación de la demanda de insumos toma en cuenta la experiencia de años anteriores en cuanto el coeficiente técnico de los equipos, el historial de causas de las roturas y el dinero disponible. Con dicha información, se solicita el pedido o captación de la demanda de insumos por actividad de forma global, servicios y equipos, en aras de tener un coeficiente de disponibilidad técnica de la maquinaria mayor que el 85%. Sin embargo, en la planificación no se integran factores como las condiciones de trabajo, el tipo de actividad, el nivel de trabajo y la pertenencia, lo cual puede traer resultados inadecuados con la respectiva repercusión negativa sobre el estado técnico, la vida útil de la maquinaria y en los indicadores económicos de la empresa o entidad asociada.

La necesidad de perfeccionar la labranza de suelo en el Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA, condujo a la creación de un Servicio para la Asistencia Técnica en la Labranza de Suelos, dedicados a caña de azúcar ([Betancourt-Rodríguez et al., 2018](#)). Dicho servicio cuenta con una herramienta informática para la planificación, el software (SW) LabraS, cuya validación ha mostrado resultados satisfactorios en la recomendación de cartas tecnológicas principalmente en los procesos de preparación de suelo, plantación y fertilización y cultivo postcosecha ([Pérez, 2018](#); [Betancourt-Rodríguez et al., 2019a](#); [2019b](#)).

Si se toma como base la planificación de la labranza con el sistema automatizado LabraS, lo cual permite obtener con una adecuada precisión la carga de trabajo por aplicar los criterios ISMACE en los algoritmos (integración en las recomendaciones de los conocimientos del suelo, la maquinaria, el cultivo con el entorno de trabajo), y se determina la demanda de insumos para el mantenimiento planificado (MP), definiendo previamente funcionalidades para tal efecto, es posible realizar la planificación en una misma plataforma con mayor precisión y menor complejidad para el usuario. Por lo antes expuesto el objetivo de la investigación es desarrollar un procedimiento para la planificación integrada de la carga de trabajo y los insumos para los MP de las fuentes energéticas de preparación de suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Panchito Gómez Toro de la provincia de Villa Clara, perteneciente al Grupo Empresarial Azucarera AZCUBA. La campaña de preparación de suelo se planificó para 1833,4 ha, concentrado en 48 bloques dedicados a caña de azúcar. Los suelos predominantes en la EAA son los Húmcos

Sialíticos (53%), los Pardos Sialíticos (20%) y los Vertisoles (15%), según la clasificación genética propuesta por (Hernández-Jiménez *et al.*, 2019).

Se identificaron para la preparación de suelo cuatro marcas de equipo (Tabla 1). En todos los casos la cantidad del inventario se correspondió con los equipos activos. Los de pertenencia Propios, son de las unidades productoras (UPC), los de la EAA a la empresa y los de Tercero corresponden a otra empresa diferente a la EAA, pero que al estar en el entorno de trabajo se le puede contratar el servicio.

Los agregados disponibles en la EAA responden a las necesidades de labores concebidas en el SW LabraS para preparación de suelo (Tabla 2).

El procedimiento desarrollado para determinar de forma integrada la carga de trabajo-insumos para los MP de las fuentes energéticas en la plataforma LabraS se realizó en las siguientes etapas:

Identificar las condiciones de manejo para el proceso tecnológico que se evalúa.

Planificar la carga de trabajo real por marca de equipos a partir de las cartas tecnológicas obtenidas siguiendo los criterios ISMACE.

Definir los codificadores para los insumos, los componentes, las capacidades por componentes y los regímenes de cambios (desarrollo de nuevos algoritmos en la plataforma).

Establecer los reportes para la demanda de insumos según proceso tecnológico, marca de equipo y su pertenencia (EAA, UPC y Tercero).

Definir un reporte para la demanda de forma trimestral, de manera que coincida con el sistema establecido por la Empresa de Suministro AZUMAT.

La planificación de las cartas tecnológicas se realizó por unidad mínima de manejo, el bloque de caña. Los procedimientos aplicados, los indicadores de planificación y la descripción de la plataforma informática, fueron reportados por (Betancourt-Rodríguez *et al.*, 2019a). La metodología aplicada para solicitar los datos a los productores coincide con lo descrito por Pérez (2018).

En esta investigación la determinación de insumos se centró en las necesidades por recambio para los mantenimientos planificados. Se consideraron para el análisis los insumos relacionados con aceites, grasas, líquido de freno y refrigerantes.

Los tipos de lubricantes a recomendar por equipo, los momentos de recambio y las capacidades de cada sistema por marca de equipo, siguieron lo establecido en las guías de lubricación definidas por el Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA (AZCUBA, 2016) †.

La demanda de insumos (*Dl*) en litros o kg se determinó con la expresión (1):

$$Dl = \frac{MhP}{Pc} * Ca \quad (1)$$

donde: *MhP*- Moto horas planificadas, equivale a una hora de trabajo del motor (Moto-horas), *Pc*- Períodos de cambio (Moto-horas) y *Ca*- Capacidad del sistema (L, kg).

TABLA 1. Inventario de fuentes energéticas para preparación de suelo

Fuente energética	Categoría	Existencia
BELARUS 1523	EAA	4
MTZ-80	Propio (UPC)	5
Komatsu D80	Tercero	2
T-150K	Tercero	5

TABLA 2. Fuente energética e implemento por labor de preparación de suelo en la EAA

Fuente energética	Implemento	Labor
MTZ-80	ADI-3	Rotura (Discos) ¹
BELARUS 1523	AT-90	Alisado
T-150K	Alisador AF	Alisado
MTZ-80	Asperjadora UNIGREEN	Aplicación de herbicida
BELARUS 1523	AT-90	Cruce (Discos) ¹
BELARUS 1523	Bayamo (Modificado)	Subsolación Media ³
BELARUS 1523	Chisel	Cruce (Saetas) ²
BELARUS 1523	Chisel	Rotura (Saetas) ²
Komatsu D80	Grada 14 500 lbs	Grada pesada
BELARUS 1523	Grada GAPCR (Aradora)	Descorone y Grada mediana
T-150K	Grada Rome	Grada mediana y ligera

Notas: 1- Para implementos con órganos de trabajo de disco. 2-Para aperos que no invierten el prisma de suelo sin incluir la subsolación. 3- Subsolvedores para tractores de mediana potencia que no están diseñados para trabajar en zonas con presencia de rocas, raíces y troncos.

†AZCUBA. (2016). Updated Lubrication Guide for Combined Agricultural Equipment, Tractors and Implements, 9 pp.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones del terreno se caracterizaron por predominar las áreas de demolición (74%). Las de barbecho o con caña de muy bajo rendimiento agrícola no cosechada en un 26% y las provenientes de la rotación con otros cultivos se encontraron nulas.

La evaluación de los factores limitantes para la mecanización de la labranza (FML) en la preparación de suelo de 1833,4 ha (Figura 1), mostró un predominio de los problemas de profundidad efectiva (37.6%) y de mal drenaje (22%), seguido de la pedregosidad (19%). Otros factores encontrados pero en menor cuantía, inferiores al 2%, se relacionaron con la salinidad, la rocosidad y la compactación. Las áreas sin limitaciones constituyeron el 22% aproximadamente. En ese sentido, el manejo tecnológico desde una perspectiva integral de sostenibilidad se enfoca en solucionar las limitaciones para el desarrollo del cultivo, vinculadas con la labranza y en la correcta selección de equipos para evitar roturas, coincidiendo con lo planteado por (Crespo *et al.*, 2013; Oliva *et al.*, 2014; Betancourt-Rodríguez *et al.*, 2018).

La carta tecnológica recomendada por el software LabraS (Figura 2), muestra por unidad mínima de manejo (el bloque de caña) la alternativa tecnológica, la variante seleccionada, la secuencia de labores, la fecha de ejecución, los agregados, y los indicadores de explotación rendimiento y gasto de combustible en función del área a realizar. Este reporte es la base para realizar los análisis de explotación de la maquinaria y por consiguiente, para determinar la demanda de insumos para los MP de las fuentes energéticas de preparación de suelo.

Se recomendaron 12 labores en la preparación de suelo para asegurar un lecho de plantación adecuado en las condiciones de manejo (Figura 3a). La maquinaria recomendada coincide con la del parque disponible, tanto con los equipos propios de la UPC (MTZ-80), de la EAA (BELARUS 1523) como los de servicio de terceros (Komatsu D80 y T-150K), en todos los casos con sus respectivos implementos. Las labores con mayor representatividad, con más de 1000 ha, están determinadas por el Descorone, la Grada mediana, el Alisado y la Grada ligera.

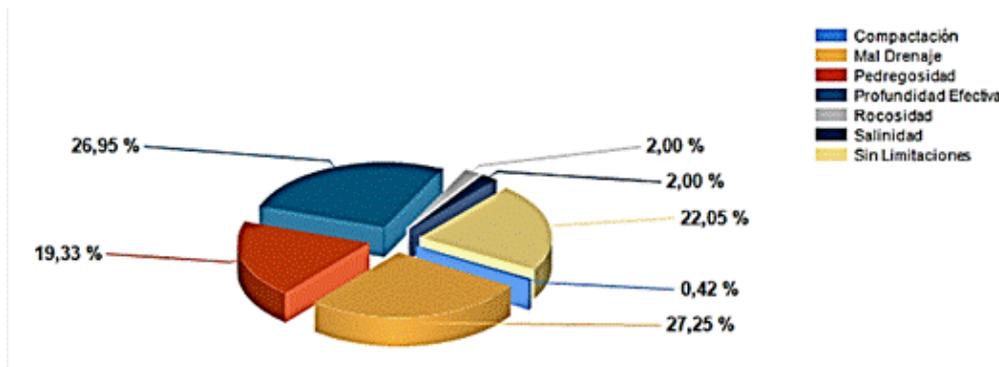


FIGURA 1. Factores limitantes para la mecanización de la labranza de suelo

INICA SERVICIO DE LABRANZA DE SUELO									
RECOMENDACIÓN ADECUADA POR PROCESO TECNOLÓGICO									
PROVINCIA: VILLA CLARA									
EAA PANCHITO GÓMEZ TORO									
PROCESO TECNOLÓGICO: PREPARACIÓN DE SUELOS									
Bloque	Área (ha)	Alternativa Tecnológica	Variante	Labores	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación	Agregados	Norma (ha/jornada)	Gasto Combustible (L)
00205	35,6	90-Preparación de suelo medio con mal drenaje en demolición y con cambio de surquería.	Variante 3	Descorone	22/01/2021	22/01/2021	BELARUS 1523 con Grada GAPCR (Aradora)	16,0	402,8
				Subsolación Media	23/01/2021	24/01/2021	BELARUS 1523 con Bayamo (Modificado)	15,0	891,3
				Subsolación Media	26/01/2021	27/01/2021	BELARUS 1523 con Bayamo (Modificado)	15,0	891,3
				Grada mediana	01/02/2021	01/02/2021	BELARUS 1523 con Grada GAPCR (Aradora)	14,0	516,9
				Grada ligera	07/02/2021	07/02/2021	T-150K con Grada Rome	18,0	352,9
			Total	5	-	-	-	-	3055,2

FIGURA 2. Carta tecnológica para una condición de manejo

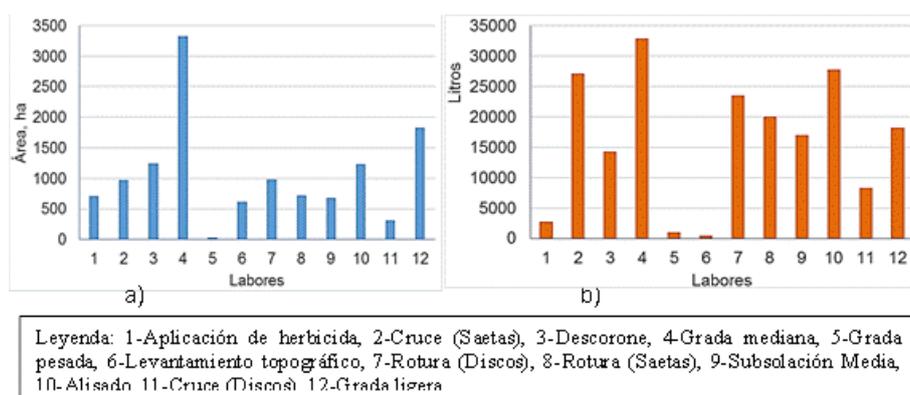


FIGURA 3. Área a realizar (a) y demanda de combustible (b) por labores

Por otra parte, las condiciones complejas de la superficie del terreno en un 26% del área impidieron la aplicación de la escarificación [(Rotura (Saeta) y Cruce (Saeta)] en su máxima expresión. De un potencial del 79%, sólo se recomendó para la rotura y el cruce en 717 ha y 970 ha, respectivamente; lo cual representó como promedio el 46% del área. Esta limitación incidió negativamente en el aprovechamiento de los beneficios tecnológicos, energéticos y medio ambientales reportados por la aplicación de estos equipos (Crespo *et al.*, 2013; Gutiérrez *et al.*, 2013; Oliva *et al.*, 2014; Tesouro *et al.*, 2019).

Se determinó una demanda total de combustible de 193197,8 litros para enfrentar las condiciones de trabajo (Figura 3b), lo cual incluyó las labores definidas en las cartas tecnológicas enmarcadas en tres grupos fundamentales: las de acondicionamiento (aplicación de herbicida) con 2 690,0 L; el laboreo primario y parte del secundario (rotura, grada media y cruce) con 144 578,8 L y el alistamiento (grada ligera y alisado) que demandó 45 928,8 L.

La planificación de labores en las cartas tecnológicas para la preparación de suelo en la EAA Panchito Gómez Toro, mediante los criterios ISMACE, se realizaron satisfactoriamente para las condiciones de investigación. Resultados similares con el empleo de la plataforma LabraS en otras condiciones y procesos tecnológicos, fueron reportados por (Pérez, 2018; Betancourt-Rodríguez *et al.*, 2019a; 2019b).

A partir de la carta tecnológica, se determinó la carga de trabajo y la demanda de combustible diferenciadamente por marca de equipos, incluyendo además el momento requerido en la campaña (Figuras 4 a y b). En ese sentido, el MTZ-80 es el de mayor demanda en enero y marzo del año 2021, y en menor cuantía en febrero y abril, en todos los casos en la rotura con ADI-3, con el objetivo de complementar las labores planificadas en la preparación de suelo mediante la incorporación de equipos propios de las UPC. Siguiendo el orden según la demanda de trabajo desde enero hasta mayo le sigue el T-150K en las

labores de alistamiento con 464, el Belarus 1523 con 280 jornadas totales dirigidas al laboreo primario y secundario y finalmente el Komatsu D80 con solo tres jornadas, una en enero y otras dos en marzo, con la grada pesada.

En cuanto al combustible, la demanda está liderada por el BELARUS 1523 y el T-50K, con 92 mil y 80 mil litros de combustible diésel respectivamente. En ambos equipos, el trabajo se enmarcó en el período enero-mayo. A pesar de tener mayores jornadas de trabajo el MTZ-80, el consumo horario de combustible del motor es inferior al resto de las marcas ya mencionadas, lo que fundamenta la menor demanda de combustible (28 mil litros). Por el contrario, el alto consumo de combustible horario del tractor Komatsu D80, explica por qué a pesar del trabajo reducido realizado, una demanda de 9000 litros.

Según Da Silva (2018), en la planificación es necesario organizar de forma coherente los pasos a seguir para lograr el objetivo establecido. En ese sentido, los parámetros determinados con anterioridad mediante el empleo de los criterios ISMACE, permitió una planificación precisa y brindó los elementos necesarios para lograr el perfeccionamiento del sistema para la demanda de lubricantes según las horas de trabajo planificadas de forma diferenciada por pertenencia y marca de equipo (Tabla 3).

La demanda trimestral y total de lubricantes consolidados facilita diferenciar los planes de compra según el propietario del equipo, además solicitar insumos en función de los lubricantes especificados por marca de equipos (Tabla 4).

En este resultado se incluyen los lubricantes especificados y aprobados por el Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA para todos los sistemas de los tractores. Además, se muestra de forma tal que facilita la solicitud a la comercializadora AZUMAT al establecer la demanda por trimestre. En el año 2021, la demanda se concentró en los dos primeros trimestres y absorbe el trabajo realizado por los tractores disponibles, independientemente de la marca y la pertenencia.

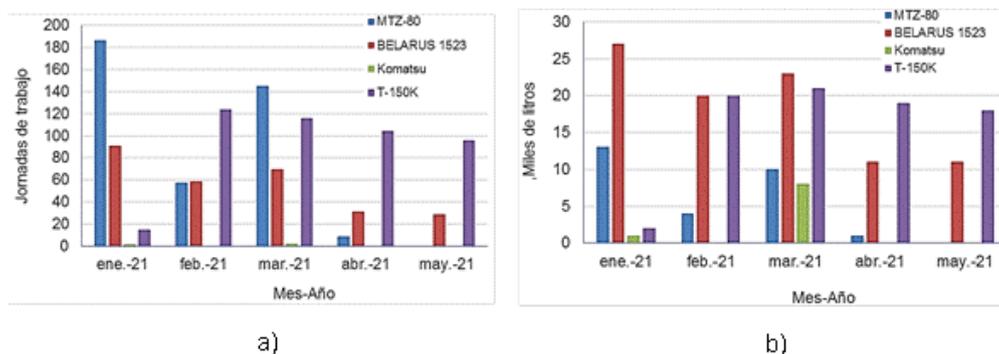


FIGURA 4. Demanda de trabajo (a) y de combustible (b) mensual por fuente energética.

TABLA 3. Demanda de lubricantes según la marca de la fuente energética y su pertenencia

Categoría (Pertenencia)	Fuente Energética	Insumo	Demanda total de insumos, L o kg
EAA	BELARUS 1523	Super multi 15W 40	279,8
		TDF	317,0
		EP 90 GL5	51,3
		Aceite Sintético PAG SD-20 SANDEN	0,5
		CASTROL Response DOT 4	3,5
		LISAN 2 EP	56,0
		H 68	139,8
		LISAN 2 o 3	0,6
Tercero	Komatsu D80	H 68	1,6
		S.D.DB 40	3,6
		Multi A 50	1,1
		EP 140 GL 4	2,3
Tercero	T-150K	LISAN 2 o 3	218,0
		Multi A 50	359,4
		Super multi 15W 40	799,4
		EP 90 GL4	151,4
Propia	MTZ-80	MP 140	66,3
		GC 2	47,7
		LISAN 2 o 3	47,7
		Multi A 50	151,1
		C 100	170,3

TABLA 4. Demanda trimestral y total de lubricantes

Insumo	UM	2021		Total general
		1er Trimestre	2do Trimestre	
Aceite Sintético PAG SD-20 SANDEN	L	1	0	1
C 100	L	167	4	171
CASTROL Response DOT 4 (Base Mono etilín-glicol)	L	3	1	4
EP 140 GL 4	L	2	0	2
EP 90 GL4	L	85	67	152
EP 90 GL5	L	48	13	61
GC 2	kg	47	1	48
H 68	l	111	30	141
LISAN 2 o 3	kg	169	97	266
LISAN 2 EP	kg	44	12	56
MP 140	L	65	2	67
Multi A 50	L	350	162	512
S.D.DB 40	L	4	0	4
Super multi 15W 40	L	667	412	1079
THF	L	249	68	317

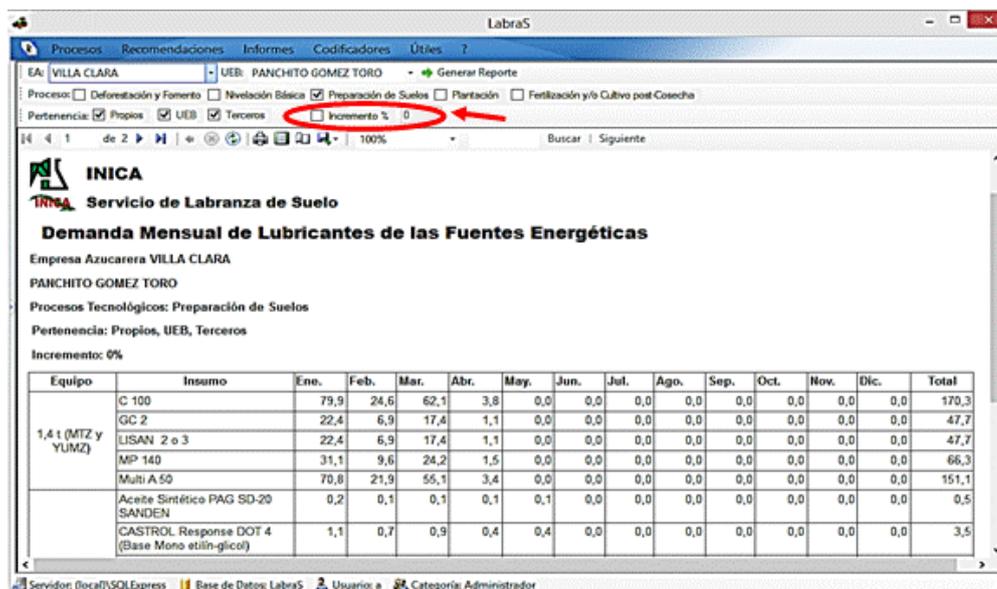


FIGURA 5. Opción en el SW LabraS para ajustar la demanda de lubricantes

La obtención de ambas recomendaciones, por trimestres y diferenciada hasta por marcas de equipos, demuestra que el sistema creado en la plataforma LabraS permite el perfeccionamiento de la demanda de lubricantes según los requerimientos del productor, lo cual facilitará el proceso de reordenamiento que se lleva a cabo en la agroindustria azucarera cubana y el programa de desarrollo cooperativo que igualmente se impulsa.

Es importante señalar que el análisis en las fuentes energéticas se basó solamente en la demanda para el cambio, según lo establecido por el fabricante de equipos y que, además, está aprobado por AZCUBA. Sin embargo, en la ejecución de los trabajos también se requiere lubricantes para relleno o para cubrir las roturas imprevistas, lo cual estará en función de los años de explotación del equipo, la pericia de los operadores, entre otros parámetros, lo cual aumenta en la práctica la demanda general de los diferentes insumos utilizados.

Para cubrir la demanda de lubricantes por las razones antes expuestas y que se recogen en la estadística de años anteriores, se habilitó en la plataforma LabraS una opción para modificar los resultados en el porcentaje que predetermine el usuario (Figura 5).

Por otra parte, es significativo destacar que en el SW LabraS también se planifican los tipos y cantidades de mantenimientos por marca de equipos y las reparaciones, pero no se mostraron por no ser objeto de esta investigación.

La investigación solo evaluó la demanda para las fuentes energéticas, sin embargo, el trabajo se recomendó mediante agregados de preparación de suelo (Tractor más implemento), por lo que, en la

realización de la planificación en condiciones de producción, se debe incluir los índices correspondientes a los implementos recomendados para el trabajo.

Los resultados obtenidos demuestran que el uso de los medios informáticos es una herramienta muy efectiva en la toma de decisiones, en la reducción del tiempo de ejecución y en la facilidad de solucionar cambios surgidos de forma inmediata, coincidiendo con lo planteado por [De las Cuevas-Milán et al., 2015](#); [Pereira-Marín et al., 2015](#); [Álvarez-Torres, 2015](#); [Betancourt-Rodríguez et al., 2019b](#).

Los procedimientos aplicados mediante la integración en una misma plataforma de la determinación de la carta tecnológica-carga de trabajo-demanda de insumos para los MP facilitaron el perfeccionamiento del sistema actual con resultados satisfactorios y solucionaron las limitantes actuales expuestas al inicio de esta investigación.

CONCLUSIONES

La carga de trabajo y la demanda de combustible de las fuentes energéticas disponibles en la preparación de suelo se determinaron satisfactoriamente a partir de las cartas tecnológicas recomendadas con el SW LabraS, diferenciadas para un periodo específico y total en el año en función de los requerimientos agrotécnicos de la caña de azúcar para las condiciones evaluadas.

La demanda de insumos para el MP se determinó adecuadamente por marca y pertenencia de la fuente energética mediante la aplicación de procedimientos de trabajo integrados en el SW LabraS (Carga de trabajo-insumos MP), e incluyó el balance trimestral y anual de lubricantes solicitados por AZUMAT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVARERZ-TORRES, E.: ““Frecal”, herramienta para el cálculo de las fuentes energéticas”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(3): 57-62, 2015, ISSN: 2227-8761.
- AZCUBA: *Guía de Lubricación Equipos Agrícolas Combinadas, Tractores e Implementos actualizado*, Inst. Grupo Empresarial Azucarero AZCUBA, La Habana, Cuba, 9 p., 2016.
- BETANCOURT-RODRÍGUEZ, Y.; ALONSO-CAMACHO, D.; GONZÁLEZ-MORALES, A.B.; LA ROSA-AGRAMONTE, A.J.: “Sistema automatizado LabraS para la planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(4), 2019a, ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana.
- BETANCOURT-RODRÍGUEZ, Y.; GUILLÉN-SOSA, S.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, J.F.; ALFONSO-VILLEGAS, A.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, R.; OLIVA-ÁGRA, L.: “Servicio para la asistencia técnica en la labranza de suelos dedicados a caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(2): 1-13, 2018, ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana.
- BETANCOURT-RODRÍGUEZ, Y.; PÉREZ-SANTOS, D.; ÁLVAREZ-ROJAS, A.: “Asistencia técnica de la labranza en el control de arvenses en caña de azúcar”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(3), 2019b, ISSN: 2227-8761.
- CRESPO, F.R.; PÉREZ, H.I.; RODRÍGUEZ, I.; GARCÍA, I.: *Manejo sostenible de tierra en la producción de caña de azúcar*, vol. Capítulo 6. Agronomía, La Habana, Cuba, 119-146 p., 2013, ISBN: 978-959-300-051-2.
- DA SILVA, K.: *Significado e importancia de la planificación para una organización, [en línea]*, 2018, Disponible en: <https://www.cuidatudinero.com/13095362/cuatro-elementos-basicos-de-la-gestion-estrategica>, [Consulta: 18 de mayo de 2021].
- DAQUINTA, A.: *Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola*, Ed. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, Primera ed., La Habana, Cuba, 2008.
- DE LAS CUEVAS-MILÁN, H.R.; GÓMEZ RAVELO, I.; DÍAZ-ÁLVAREZ, M.; FERNÁNDEZ DE CASTRO-FABRE, A.; PANEQUERONDÓN, P.: “Sistema automatizado para la determinación de las condiciones de ensayo en los conjuntos agrícolas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2): 61-67, 2015, ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana.
- FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, M.: “Planificación de los servicios técnicos a los tractores y la demanda de lubricantes”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(4): 32-38, 2016, ISSN: 2227-8761.
- GUTIÉRREZ, A.; DÍAZ, F.; VIDAL, L.; RODRÍGUEZ, I.; PINEDA, E.; BETANCOURT, Y.; GÓMEZ, J.: “Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con regadío superficial”, *Revista Cuba & Caña, (D) RNPS*, 1: 1-15, 2013.
- HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.M.; BOSCH-INFANTE, D.; CASTRO-SPECK, N.: “La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015”, *Cultivos Tropicales*, 40(1), 2019, ISSN: 0258-5936, Publisher: Ediciones INCA.
- OLIVA, L.M.; GALLEGO, R.; FERNÁNDEZ, G.; RUBÉN, H.: *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. Fomento y reposición*, Ed. Editorial AMA, 2da edición, Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar (Cuba), edit. Ignacio Santana, Maribel González, Sergio Guillen Sosa, Ramón Crespo ed., La Habana, Cuba, 79-106 p., 2014, ISBN: 978-959-300-036-.
- PEREIRA-MARÍN, C.A.; PÉREZ-MENDEZ, A.; MARÍN-DARIAS, D.; GONZÁLEZ-CUETO, O.: “ExploMq, software para la evaluación energética y económica de la maquinaria agrícola”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1): 72-76, 2015, ISSN: 2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana.
- PÉREZ, S.: *Planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar mediante el sistema automatizado LabraS*, Universidad Central de Las Villas UCLV Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tesis de Maestría, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 75, Publisher: Universidad Central “Marta Abreu” de la Villas, MSc. Thesis, Santa Clara ... p., publisher: Universidad Central “Marta Abreu” de la Villas, MSc. Thesis, Santa Clara ..., 2018.
- SALAS-AGUILAR, R.: *Propuesta del plan de mantenimiento en el taller de maquinaria pesada de la Empresa Minera Castor, Ancash 2020, [en línea]*, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica, Universidad Continental, Arequipa, Perú, Trabajo de Investigación para optar el grado académico de Bachiller en Ingeniería Mecánica, Ancash, Publisher: Universidad Continental, 2020, Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8683>, [Consulta: 22 de marzo de 2023].
- SUÁREZ, J.; RÍOS, A.; LINARES, E.: “Unidades integrales de servicios técnicos de maquinaria agrícola”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(2): 15-19, 2011, ISSN:

2071-0054, Publisher: Universidad Agraria de La Habana.

TESOURO, M.O.; VENTURELLI, L.; ROBA, M.A.; ROMITO, A.; DONATO, L.B.; BONGIOVANNI, R.; ERAZZU, L.E.; FONTANA, P.D.; PERALTA,

A.: “Yields and economic results of sugarcane cultivation under an alternative system compared to traditional management”, En: *International Society of Sugar Cane Technologists*, Ed. International Society of Sugar Cane Technologists, 2019.

Yoel Betancourt-Rodríguez, Dr. C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara (INICA-Villa Clara). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara. Profesor Titular adjunto de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV), Cuba. e-mail: yoel.betancourt@nauta.cu; yoelbr15@gmail.com.

Rainiel Sánchez-Sánchez, Ingeniero Agrícola, Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Panchito Gómez Toro, Cuba. e-mail: rainiel.sanchez@nauta.cu.

Anabel Quintero, Ingeniero Agrónomo, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA-Cienfuegos, Cuba. e-mail: anabelquinterocabrera@gmail.com.

Omar Antúnez-Antúnez, Ingeniero Agrónomo, Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) 5 de Septiembre, Cuba. e-mail: omar.antunes@5sept.azcuba.cu.

The authors of this work declare no conflict of interests.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: Investigation: Yoel Betancourt Rodríguez, Rainiel Sánchez Sánchez, Anabel Quintero y Omar Antúnez Antúnez. **Methodology:** Yoel Betancourt Rodríguez. **Validation:** Yoel Betancourt Rodríguez, Rainiel Sánchez Sánchez, Anabel Quintero y Omar Antúnez Antúnez. **Writing, review & editing:** Yoel Betancourt Rodríguez, Rainiel Sánchez Sánchez, Anabel Quintero y Omar Antúnez Antúnez

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.