

Planeamiento agrícola en la preparación de suelo para caña de azúcar en una Empresa Agroindustrial



Agricultural Planning in the Soil Preparation for Sugar Cane in a Sugar Agroindustrial Company

<https://cu-id.com/2177/v33n4e04>

✉ Yoel Betancourt-Rodríguez^{I*}, ✉ Roberto Bravo-Agriel^{II}, ✉ Juan Carlos González-Damas^{III},
✉ Rigoberto Martínez-Ramírez^{IV}, ✉ Omar González-Cueto^{III}

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

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

^{III}Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

^{IV}Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN: El manejo adecuado de las plantaciones de caña de azúcar en el país demanda de la consideración de principios de sostenibilidad en la planificación y ejecución de los trabajos para lograr la pronta recuperación del cultivo. Esta investigación tiene como objetivo realizar el planeamiento agrícola en la preparación de suelo para caña de azúcar en las condiciones de manejo de la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Antonio Sánchez. Se consideró la campaña de preparación de suelo para un área de 2349,05 ha. Se utilizó la Base de Datos Única, la información del Mapa de Suelo 1:25 000 y el plan técnico económico para identificar la estructura de la empresa, seleccionar los factores más limitantes para la labranza e identificar los bloques de preparación y sus características, respectivamente. Los resultados en la caracterización de las condiciones de manejo indicaron un predominio de la compactación como principal factor limitante para la labranza (66%), de los suelos de textura ligera (77%) y de las condiciones del terreno sobre demolición (49%). Se seleccionaron adecuadamente las alternativas tecnológicas, sus variantes operacionales y labores por condición de manejo, las cuales se correspondieron con los requerimientos agronómicos para la preparación sostenible de suelo. Se identificó satisfactoriamente como parte del planeamiento agrícola el plazo entre labores, la demanda y tipo de equipamiento a emplear, la carga de trabajo y la necesidad de combustible; estos dos últimos establecidos de forma mensual y anual.

Palabras clave: planificación, labranza sostenible, carta tecnológica.

ABSTRACT: The proper management of sugarcane plantations in the country demands the consideration of sustainability principles in the planning and execution of work to achieve the prompt recovery of the crop. This research aims to carry out agricultural planning in the soil preparation for sugar cane under the management conditions of the Antonio Sánchez Agroindustrial Sugar Company (EAA). The soil preparation campaign was considered for an area of 2349,05 ha. The single database, the information from the 1:25 000 Soil Map and the technical-economic plan were used to identify the structure of the company, select the most limiting factors for tillage and identify the preparation blocks and their characteristics, respectively. The results in the characterization of the management conditions indicated a predominance of compaction as the main limiting factor for tillage (66%), light-textured soils (77%) and soil conditions under demolition (49%). The technological alternatives, their variants, operations and labors by management condition were appropriately selected, which corresponded to the agronomic requirements for sustainable soil preparation. The time between labors, the demand and type of equipment to be used, the workload and the need for fuel were satisfactorily identified as part of the agricultural planning; the latter two established on a monthly and annual basis.

Keywords: Planning, Sustainable Farming, Technological Chart.

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

Recibido: 19/01/2024

Aceptado: 05/09/2024

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: Conceptualization: Yoel Betancourt Rodríguez. **Data curation:** Y. Betancourt. **Formal analysis:** Y. Betancourt. **Investigation:** Yoel Betancourt Rodríguez, Roberto Bravo Agriel, Juan Carlos González Damas, Rigoberto Martínez Ramírez, Omar González Cueto. **Methodology:** Yoel Betancourt. **Validation:** Yoel Betancourt Rodríguez y Roberto Bravo Agriel. **Roles/Writing, original draft:** Yoel Betancourt Rodríguez, Roberto Bravo Agriel, Juan Carlos González Damas, Rigoberto Martínez Ramírez Omar González Cueto. **Writing, review & editing:** Yoel Betancourt Rodríguez, Roberto Bravo Agriel, Juan Carlos González Damas.

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

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola dedicado al cultivo de la caña de azúcar en Cuba atraviesa por una situación compleja dado el bajo nivel de producción, con cifras inferiores a lo reportados en los últimos 100 años (Tamayo, 2022). La máxima dirección del país ha llamado a la recuperación del sector dado el valor histórico, cultural y de identidad que representa. En ese sentido, uno de los aspectos que permite la transformación esperada está en el cumplimiento con calidad de los planes de plantación previstos, para lo cual es requisito indispensable realizar una buena preparación de suelo, a partir de que este proceso tecnológico cumple como objetivo principal de crear condiciones óptimas para la brotación de las semillas y el ulterior crecimiento y desarrollo de las plantas (Santana et al., 1999; Cuéllar et al., 2003; INICA-Cuba, 2009).

En Cuba, según el proceso tecnológico, para la preparación de suelo en caña de azúcar se han definido tres tecnologías: Laboreo Total con Inversión del Prisma, Laboreo Total sin Inversión del Prisma y Laboreo Localizado (Crespo et al., 2013; Oliva et al., 2014). Sin embargo, la inadecuada selección desde la planificación unido a indisciplinas tecnológicas en condiciones de producción ha mantenido a este proceso como uno de los problemas que afecta la producción de caña en el país.

La planificación de las labores para la preparación de suelo implica un alto nivel técnico, así como una adecuada organización de las actividades para satisfacer los requerimientos agronómicos con oportunidad, calidad y sostenibilidad ambiental (Pérez, 2018). El plan en su amplia concepción ayudará a comprender quién, cuándo, dónde, qué y cómo se realiza el trabajo (Kurihara, 2022). Si el medio a enfrentar es heterogéneo en cuanto al parque de maquinaria y las condiciones edafoclimáticas como sucede en la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Antonio Sánchez la planificación resulta compleja, por lo que es necesario tomar en cuenta la amplia gama de factores que influyen en los cambios tecnológicos.

Según Finnegan (2022), la planificación agrícola contiene el asesoramiento en el establecimiento de los cultivos e incluye el análisis técnico y económico del mismo. Si el proceso de planificación se realiza de forma digitalizada se facilita el trabajo, a la vez que es posible integrar múltiples factores en la toma de decisiones. En ese sentido, para el planeamiento agrícola en caña de azúcar se desarrolló el software (SW) LabraS, el cual integra en los algoritmos para las recomendaciones los conocimientos del suelo, la maquinaria, el cultivo y el entorno de trabajo (Criterios ISMACE) (Betancourt et al., 2019b). Es importante destacar que la aplicación informática forma parte de un servicio científico técnico, el Servicio de Labranza del Instituto de Investigaciones

de la Caña de Azúcar (INICA), lo que facilita la obtención de resultados integradores desde el punto de vista de la administración de la maquinaria agrícola, que abarcan no solo la planificación, sino también la organización, la ejecución y el control de las labores de labranza (Betancourt et al., 2018).

La utilización del SW LabraS ha mostrado resultados satisfactorios en la recomendación de cartas tecnológicas en la labranza de suelo, en diferentes procesos y condiciones edafoclimáticas donde se cultiva la caña de azúcar en Cuba (Pérez (2018); Álvarez (2018); Betancourt et al. (2019a); Sánchez (2021); Villavicencio (2021); Valerón (2022); por lo que, mediante la aplicación adecuada de dicha plataforma en las condiciones de la EAA Antonio Sánchez, es posible realizar una planificación sustentable de la preparación del suelo, de manera que se identifique la tecnología, la secuencia de trabajo, el equipamiento, entre otros aspectos técnico-agronómicos de interés para el productor.

A partir de los antes expuestos, el objetivo del trabajo es realizar el planeamiento agrícola en la preparación de suelo para caña de azúcar en la EAA Antonio Sánchez.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas dedicadas a caña de azúcar de la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Antonio Sánchez, en la provincia de Cienfuegos. La información correspondiente a la estructura y los factores limitantes de la EAA se tomaron de la base de datos de Ordenamiento Territorial (OT) (INICA Cienfuegos, 2023). Se consideró la campaña de preparación de suelo de 2349,05 ha, concentrada en 71 bloques.

Los agrupamientos genéticos de suelos predominantes en la EAA son los Ferralíticos (82%) y los Pardos Sialíticos (15%), según la clasificación genética del 2015 (Hernández et al., 2015).

La textura del suelo siguió la clasificación establecida por Betancourt et al. (2019a); el procedimiento aplicado para el planeamiento agrícola sostenible de la preparación de suelo se basó en la utilización del software LabraS, propuesto por el INICA (Betancourt & Alonso, 2023). La aplicación de principios sustentables se basó en los criterios ISMACE establecidos en los algoritmos del SW. Es importante destacar que los bloques definidos para la plantación se recomendaron por el Servicio de Variedades y Semillas (SERVAS), del INICA y no son objeto de esta investigación.

Los parámetros considerados para las recomendaciones en la plataforma LabraS fueron los siguientes:

1. En el SW se establecieron 169 alternativas tecnológicas posibles a recomendar, con tres variantes como promedio por alternativa.

- Se empleó el método del tercer cuartil para definir las áreas con problema de pedregosidad y/o rocosidad. Se utilizó como criterio la presencia de dichos factores en un porcentaje mayor o igual al 25% del área.
- Se seleccionó el Costo (peso ha⁻¹) como criterio de explotación para la selección de las variantes y los agregados, tractor más implemento, en las labores recomendadas.

La información referente a los datos de entrada en el proceso de preparación de suelo se solicitó a nivel de unidad productora y la brindó el jefe de producción. La información final de la empresa EAA se concertó con los directivos del departamento de caña.

Los agregados disponibles en la EAA y utilizados en la configuración de los pelotones en el SW LabraS para responder a las necesidades de las labores se presentan en la [Tabla 1](#).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La caracterización de las condiciones de investigación en cuanto a la evaluación del factor más limitante para la mecanización de la labranza (FML) por unidad mínima de manejo, el bloque de caña, para

la preparación de 2349,05 mostró un predominio de las áreas con problemas de compactación (67%) y profundidad efectiva (15%); sin embargo, las áreas sin limitaciones para la labranza se encontraron en 9% ([Figura 1](#)). En ese sentido, para un adecuado planeamiento agrícola, la recomendación de manejo agronómico se dirige a mitigar las limitaciones edáficas que afectan el desarrollo del cultivo y crear condiciones favorables en la formación de un lecho favorable para la plantación ([Crespo et al., 2013](#); [Oliva et al., 2014](#); [Betancourt et al., 2018](#)).

Desde el punto de vista de la textura del suelo (TS), predominó la TS ligera con un 77% ([Figura 2](#)) y no se encontró representación de TS pesada. Para la labranza, el predominio de suelos con TS ligero muestra condiciones favorables a partir de que se reduce la demanda de energía y el consumo de combustible y se acorta el período entre labores y el tiempo total de preparación del suelo.

Las condiciones de la superficie del terreno ([Figura 3](#)) indicaron el predominio de las áreas de demolición, con el 49% (1157, 06 ha). Las áreas de caña en barbecho o de bajo rendimiento sin cosechar (FoLY) se encontraron en un 21% y las plantas leñosas ocuparon el resto (29%). No se encontraron áreas de rotación con otros cultivos.

TABLA 1. Fuente energética e implemento por labor en la preparación de suelo

Agregados (tractor más implemento)	Labores agrícolas
MTZ-80 + ADI-3	Rotura (Discos) ¹
BELARUS 1523 + AT-90	Rotura (Discos) ¹ y cruce (Discos) ¹
YTO 1604 + Bayamo (Modificado)	Subsolación media ³
YTO 1604 + Surcador triple	Profundización y surque (Saetas)
YTO 1604+ Chisel	Rotura (Saetas) ² y cruce (Saetas) ²
Komatsu D80 + SP280	Subsolación pesada
Komatsu D80 + Grada 6363 kg	Grada pesada
YTO 1604 + Grada GAPCR (Aradora)	Descorone y grada mediana
YTO 1604 + Grada Genovesa	Grada mediana y ligera
YTO 1604 + Alisador AF	Alisado

Leyenda:

1- Mediante aperos con órganos de trabajo de disco.

2- Con implementos que no invierten el prisma de suelo sin incluir la subsolación.

3- Se refiere a subsoladores para tractores de mediana potencia, es decir los que no están diseñados para trabajar en zonas con presencia de raíces, troncos, piedras y rocas.

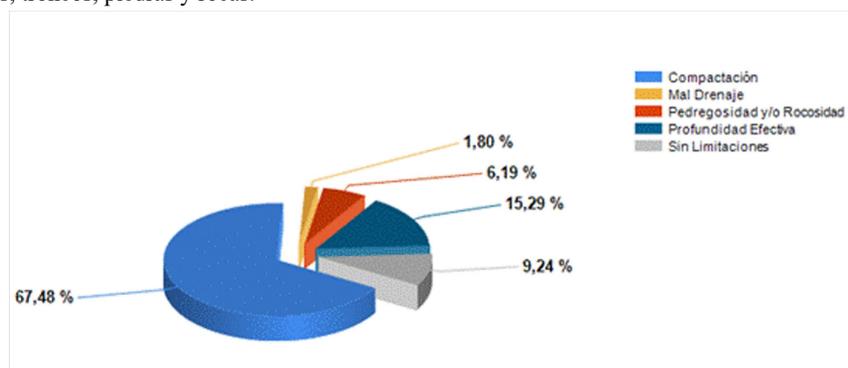


FIGURA 1. Porcentaje de participación del FML de las áreas a preparar.

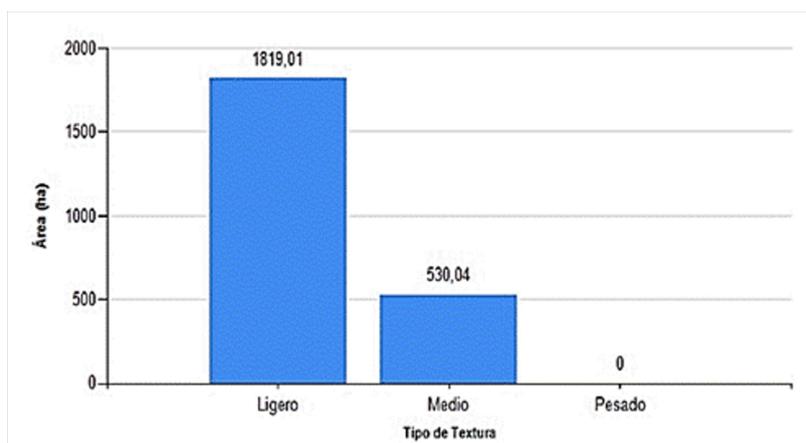


FIGURA 2. Textura del suelo.

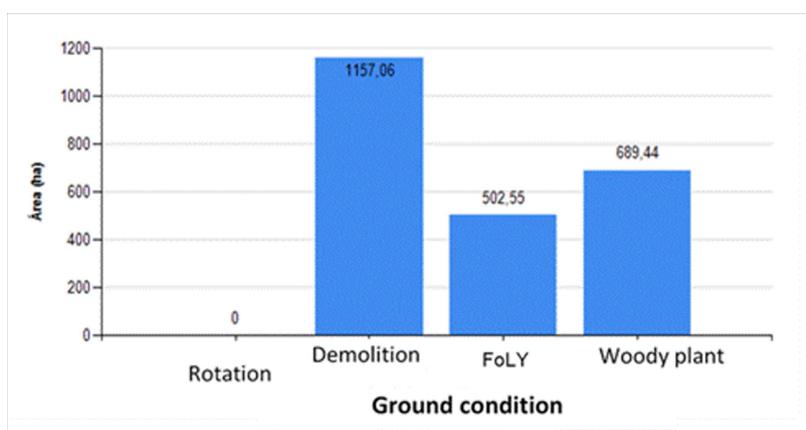


FIGURA 3. Condiciones de la superficie del suelo (Leyenda: FoLY-Barbecho o áreas de caña de bajo rendimiento sin cosechar).

La situación existente en el 51% del área (la suma de leñosa y FoLY) complejiza la planificación de la preparación de suelo a partir de que demanda mayor plazo entre operaciones y tiempo total de preparación de suelo, lo que implica un incremento de los costos por la contratación a partir de que no se cuenta con equipamiento pesado para el trabajo en áreas con vegetación de plantas leñosas. En todos los casos, su identificación e inclusión dentro de los algoritmos del software LabraS crea las condiciones para realizar una planificación más precisa, donde las más variadas y complejas condiciones encuentren una solución para el manejo agronómico.

En la [Tabla 2](#) se muestra un ejemplo de recomendación emitido por el software LabraS para el bloque 00425, perteneciente a la Unidad Básica de producción Cooperativa (UBPC) Vietnam.

Las recomendaciones contienen la identificación del bloque y área a preparar, la alternativa tecnológica y su variante, la fecha de ejecución que incluye el plazo entre labores, la secuencia de operaciones, los agregados según el inventario de equipos activos y la conformación de los pelotones y los principales indicadores de explotación (rendimiento, gasto de combustible y costo) en función del área a laborar.

Se recomendaron 14 alternativas tecnológicas (AT) en la preparación de suelo ([Tabla 3](#)). Las AT con mayor aplicación fueron la 68 y la 6 con una frecuencia de 25 y 12, respectivamente; además, se corresponden con la de mayor área 1215,67 ha, lo que representó cerca del 60%. Las recomendaciones de AT realizadas se corresponden con las condiciones de manejo, asociadas con los factores limitantes para la labranza, la textura y las condiciones de la superficie del terreno.

Las labores recomendadas con el SW LabraS demuestran una planificación sostenible de la preparación de suelo para caña de azúcar en la EAA ([Figura 4](#)). El manejo agronómico contempló 10 labores, tanto para el laboreo primario como el secundario del suelo.

Los escarificadores para el laboreo primario total se recomendaron principalmente en los suelos sin limitaciones, con mal drenaje superficial o con problema de profundidad efectiva o poco profundos sin la presencia de leñosas, en las labores de Rotura (Saetas) y Cruce (Saetas), lo cual incorpora mediante su aplicación no solo beneficios medioambientales, sino tecnológicos, energéticos y económicos ([Gómez et al., 1997](#); [Crespo et al., 2013](#); [Gutiérrez et al., 2013](#);

TABLA 2. Ejemplo recomendación para preparación de suelo por unidad mínima de manejo

Bloque	Área (ha)	Alternativa Tecnológica	Labores	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación	Agregados	Norma (ha/jornada)	Gasto Combustible (L)	Costo (peso)
00425	15,8	68-Preparación de suelo ligero con problemas de compactación en demolición con cambio de surquería	Subsolación Media Subsolación Media	28/01/2022 29/01/2022	28/01/2022 29/01/2022	YTO 1604 con Bayamo (Modificado) YTO 1604 con Bayamo (Modificado)	12,0 12,0	443,2 443,2	15830,0 15830,0
			Grada mediana	03/02/2022	04/02/2022	YTO 1604 con Grada GAPCR (Aradora)	15,5	235,2	12567,6
			Grada ligera	09/02/2022	10/02/2022	YTO 1604 con Grada Genovesa	15,5	158,3	12502,9
			Total	14 (Días)		4	-	1279,9	56730,5

[Oliva et al., 2014](#)). Así mismo, se evitó su aplicación en áreas que presentan limitaciones por rocas y piedras (AT 100 y 118) y con esto la ocurrencia de roturas que pudieran invalidar técnicamente el implemento.

Se recomendó la subsolación en el 75% del área, lo que incluyó las áreas con presencia de leñosas (subsolación pesada) y los suelos con problemas de compactación (subsolación media), lo cual coincidió con las premisas establecidas en el SW LabraS relacionadas con las condiciones de manejo.

La grada media y ligera, que pertenecen al laboreo secundario, son las que predominan en cuanto al nivel de trabajo con más de 1700 ha. Las gradas pesadas complementan la subsolación en las condiciones complejas del terreno por la existencia de malezas arbustivas como *Dichrostachys cinerea* (Marabú), *Albizia procera* (Algarrotillo) y *Leucaena leucocephala* (Leucaena).

El manejo adecuado de las labores de preparación, como la escarificación y la subsolación, recomendados en las condiciones de la EAA Antonio Sánchez, que no invierten el prisma de la capa arable se encuentran dentro de las medidas de conservación del suelo de alto impacto positivo sobre el medio ambiente, aspecto que incide favorablemente sobre la implementación de principios de sostenibilidad en la agricultura ([Bihari et al., 2021](#); [Hussain et al., 2021](#)).

Los resultados obtenidos en las recomendaciones realizadas validan los criterios ISMACE utilizado en los algoritmos del SW LabraS para la adecuada selección de labores en la preparación sostenible de suelo en caña de azúcar establecidos por la FAO ([FAO & ITPS, 2021](#)). Así mismo, satisfacen los requerimientos agronómicos para la caña de azúcar según lo establece el instructivo y otros manuales definidos en Cuba ([Crespo et al., 2013](#); [Gutiérrez et al., 2013](#); [Oliva et al., 2014](#)).

El resultado satisfactorio obtenido con el empleo del SW LabraS en la planificación coincide con otros reportes realizados en Cuba para diferentes condiciones edafoclimáticas y procesos tecnológicos ([Pérez, 2018](#); [Álvarez, 2018](#); [Betancourt et al., 2019a](#); [Sánchez, 2021](#); [Villavicencio, 2021](#); [Valerón, 2022](#)). Además, es importante resaltar el valor de contar con la información digitalizada, lo cual asegura el ajuste del proceso en el momento que sea requerido por el productor con la mayor brevedad posible.

En el proceso de planeamiento, es importante determinar para cada mes el área a realizar por labores ([Tabla 4](#)), entre otros objetivos para realizar los análisis de explotación de la maquinaria correspondientes y asegurar su cumplimiento con calidad y oportunidad. Los cuatro primeros meses del año concentran la demanda de trabajo, de ellos marzo constituye el mes crítico con 4510,7 ha.

TABLA 3. Área realizada por alternativas tecnológicas

Número Alternativa	Nombre Alternativa	Frecuencia	Área(ha)	%
100	Preparación de suelo ligero con pedregosidad y/o rocosidad en demolición y con cambio de surquería	2	49,43	2,42
118	Preparación de suelo medio o pesado con pedregosidad y/o rocosidad en barbecho o bajo rendimiento	1	96,00	4,70
123	Preparación de suelo ligero con problema de profundidad efectiva en barbecho o bajo rendimiento y con cambio de surquería	3	76,91	3,76
128	Preparación de suelo medio o pesado con problema de profundidad efectiva en barbecho o bajo rendimiento y con cambio de surquería	1	34,99	1,71
14	Preparación de suelo ligero poco profundo sobre demolición con cambio de surquería	2	66,06	3,23
22	Preparación de suelo medio y pesado poco profundo en barbecho o áreas de muy bajos rendimientos	3	57,79	2,83
27	Preparación de suelo medio y pesado poco profundo sobre demolición con cambio de surquería	4	103,23	5,05
33	Preparación de suelo medio y pesado sin limitaciones sobre demolición con cambios de surquería	4	195,81	9,58
57	Preparación de suelo ligero sin limitaciones en barbecho o bajo rendimiento con cambio de surquería	1	21,20	1,04
68	Preparación de suelo ligero con problemas de compactación en demolición con cambio de surquería	23	700,31	34,27
6	Preparación de suelo ligero compactado en barbecho o áreas de muy bajos rendimientos	12	515,36	25,22
70	Preparación de suelo ligero con problemas de compactación en barbecho o bajo rendimiento con cambio de surquería	4	64,20	3,14
89	Preparación de suelo medio o pesado con mal drenaje en demolición que requiere alisado y con cambio de surquería	2	42,22	2,07
8	Preparación de suelo ligero poco profundo en barbecho o áreas de muy bajos rendimientos	1	20,29	0,99

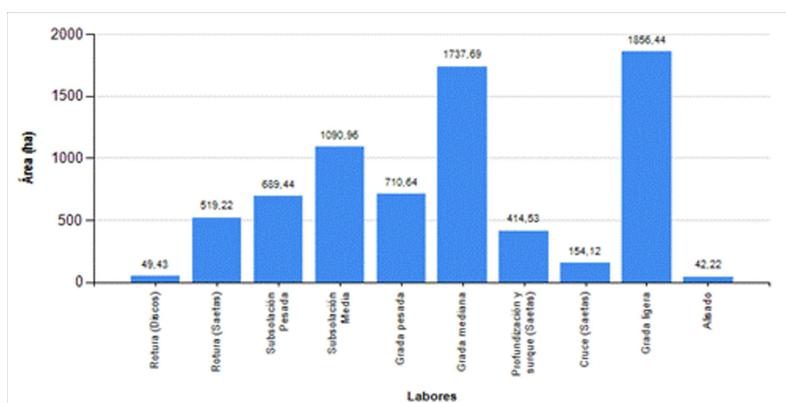


FIGURA 4. Labores Recomendadas para la preparación de suelo

TABLA 4. Distribución mensual del área (ha) por labores

Labores	Área mensual, ha			
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Grada ligera	291,4	407,9	1088,7	68,4
Grada mediana	433,5	769,5	1042,1	0,0
Grada pesada	192,8	432,6	690,1	84,6
Profundización y surque (Saetas)	44,1	42,5	328,0	0,0
Rotura (Saetas)	71,8	355,8	91,7	0,0
Subsólación Media	553,0	1137,9	367,6	0,0
Subsólación Pesada	192,8	482,7	664,0	39,4
Rotura (Discos)	0,0	49,4	0,0	0,0
Alisado	0,0	0,0	84,4	0,0
Cruce (Saetas)	0,0	0,0	154,1	0,0
Total	1779,4	3678,3	4510,7	192,4

TABLA 5. Distribución mensual de la demanda de combustible por labores

Labores	Demanda de combustible mensual, L				Total, L
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
Grada ligera	6411,5	7221,8	23444,8	1505,2	38583,3
Grada mediana	6251,3	11216,5	15072,1	0,0	32539,9
Grada pesada	4665,0	10469,6	16699,7	2047,6	33881,9
Profundización y surque (Saetas)	220,6	488,2	2304,1	0,0	3012,9
Rotura (Saetas)	1361,0	6641,2	1910,5	0,0	9912,7
Subsolación Media	13477,0	25585,2	9190,5	0,0	48252,7
Subsolación Pesada	5436,1	13613,0	18725,3	1109,9	38884,3
Rotura (Discos)	0,0	1070,2	0,0	0,0	1070,2
Alisado	0,0	0,0	844,4	0,0	844,4
Cruce (Saetas)	0,0	0,0	2731,7	0,0	2731,7
Total	37822,5	76305,7	90923,1	4662,7	209714

La demanda de combustible para las labores planificadas (Tabla 5) es otro de los elementos importantes a considerar en la planificación, y que adecuadamente establecido favorece la sostenibilidad energética y la contratación con la empresa de suministro de forma oportuna. En ese sentido se demanda en total 209 000,71 L de combustible diésel, donde los meses de febrero y marzo son los de mayor demanda con 76 305,7 L y 90 923,1 L, respectivamente.

CONCLUSIONES

- Las condiciones de investigación para la planificación de la preparación de suelo se caracterizaron por predominar la compactación del suelo como el principal factor limitante para la labranza (66%), los suelos de textura ligera (77%) y las condiciones del terreno sobre demolición (49%).
- Se seleccionaron adecuadamente las alternativas tecnológicas, sus variantes operaciones y labores por condición de manejo, los cuales se correspondieron con los requerimientos agronómicos para la preparación sostenible de suelo en caña de azúcar.
- La carga de trabajo y la demanda de combustible por labores en la preparación de suelo se determinaron satisfactoriamente a partir de las cartas tecnológicas recomendadas con el SW LabraS, diferenciadas para un período específico y total en el año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, L.: *Implementación del Sistema Automatizado LabraS en la toma de decisiones para la preparación de suelo en caña de azúcar*, Universidad Central “Marta Abreu” de la Villas, Trabajo de diploma, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 60 p., 2018.

BETANCOURT, Y.; ALONSO, D.: *SW LabraS versión 3.0.1.0. Manual de usuario*, Ed. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), La Habana, Cuba, 74 p., 2023.

BETANCOURT, Y.; ALONSO, D.; GONZÁLEZ, A.B.; LA ROSA, A.J.: “Sistema automatizado LabraS para la toma de decisiones en la planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(4): 89-100, 2019a, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

BETANCOURT, Y.; GUILLÉN, S.; RODRÍGUEZ, J.F.; ALFONSO, A.; SÁNCHEZ, R.: “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: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

BETANCOURT, Y.; PÉREZ, D.; ÁLVAREZ, A.: “Asistencia técnica de la labranza de suelos en el control de arvenses en la reposición de caña de azúcar”, *Ingeniería Agrícola*, 6(3): 10-15, 2019b, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

BIHARI, B.; KUMARI, R.; PADBHUSHAN, R.; KUMAR, R.; KUMAR, G.; KUMARI, S.; KUMARI, M.: “Management of crop residue for enhancement of crop productivity and nutrient cycling”, *The Pharma Innovation Journal*, SP-10(9): 495-502, 2021.

CRESPO, F.R.; PÉREZ, H.I.; RODRÍGUEZ, I.; GARCÍA, I. (2013). *Manejo sostenible de tierra en la producción de caña de azúcar*, Ed. Ediciones AMA, I. Pérez, I. Santana, I. Rodríguez ed., La Habana, Cuba, 119-146 p.

CUÉLLAR, I.A.; DE LEÓN, M.E.; GÓMEZ, A.; PIÑÓN, D.; VILLEGAS, R.; SANTANA, I.: *Caña de Azúcar. Paradigma de sostenibilidad*, Ed. Editorial Publinica, La Habana, Cuba, 15-170 p., 2003.

- FAO & ITPS: “Recarbonizing global soils: A technical manual of recommended management practices”, En: Ed. FAO, vol. 3, Rome, Italy, 2021, DOI: <https://doi.org/10.4060/cb6595en>.
- FINNEGANS: *Planificación agrícola: la clave para tener una visión a futuro, [en línea]*, Finnegans, 2022, Disponible en: <https://finneg.com/insights/2019/04/03/planificación-agrícola-la-clave-para-tener-una-visión-a-futuro/>.
- GÓMEZ, A.; VELARDE, E.; CÓRDOBA, R.: “Nuevas soluciones para la preparación de suelos en Cuba”, *Revista Cuba & Caña*, 2(3): 31-3, 1997, ISSN: 1028-6527.
- GUTIÉRREZ, A.; DÍAZ, F.R.; VIDAL, L.; RODRÍGUEZ, I.; PINEDA, E.; BETANCOURT, Y.; GÓMEZ, J.R.: “Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con riego superficial”, *Revista Cuba & Caña*, Suplemento Especial(1): 15, 2013.
- HERNÁNDEZ, J.; PÉREZ, J.; BOSCH, I.; CASTRO, S.: *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, Ed. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 93 p., 2015, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- HUSSAIN, S.; HUSSAIN, S.; GUO, R.; SARWAR, M.; REN, X.; KRSTIC, D.; ASLAM, Z.; ZULIFQAR, U.; RAUF, A.; HANO, C.: “Carbon Sequestration to Avoid Soil Degradation: A Review on the Role of Conservation Tillage”, *Plants*, 10(10), 2021, DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102001>.
- INICA CIENFUEGOS: *Base de Datos de Ordenamiento Territorial (OT) de la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) Antonio Sánchez*, Inst. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Cienfuegos, Cuba, Cienfuegos, Cuba, 4 p., 2023.
- INICA-CUBA: “Taller nacional con los directores de producción de caña de empresas y GEA,”, En: *Revista Cuba & Caña*, La Habana, Cuba, 2009.
- KURIHARA, T.: *Guía Técnica sobre Mejoramiento de Administración Agrícola para Pequeños Agricultores, [en línea]*, Inst. JICA, No.6: Planificación de la Producción, 2022, Disponible en: https://www.jica.go.jp/proyect/elsalvador/0603028/pdf/produccion/farm_06.pdf.
- OLIVA, L.M.; GALLEGO, R.; FERNÁNDEZ, G.; RUBÉN, H.: *Fomento y reposición, de la Caña de Azúcar en Cuba*, Ed. AMA, S. Ignacio, G. Maribel, G. S. Sergio, C. Ramón, Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar ed., La Habana, Cuba, 79-106 p., 2014.
- PÉREZ, D.: *Planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar mediante el sistema automatizado LabraS*, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Tesis de Maestría, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2018.
- SÁNCHEZ, R.: *Perfeccionamiento del sistema utilizado para la determinación de la demanda de lubricantes en las fuentes energéticas de preparación de suelo*, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Tesis de Pregrado, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2021.
- SANTANA, M.; FUENTES, J.; BENÍTEZ, L.; COCA, J.; CÓRDOBA, R.; HERNÁNDEZ, S.; ARCIA, J.; HERNÁNDEZ, I.; SOCARRÁS, D.: *Principios Básicos para la aplicación de tecnologías de preparación de suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible*, Ed. Publica, La Habana, Cuba, 1999.
- TAMAYO, R.: “Analizan desempeño de la zafra 2021-2022, la producción más baja en más de cien años”, *Cubadebate*, La Habana, Cuba, 2022, Disponible en: <https://www.cubadebate.cu/noticias/2022/06/26/analizan-desempeno-de-la-zafra-2021-2022-la-produccion-mas-baja-en-mas-de-cien-anos/>.
- VALERÓN, M.: *Planificación sostenible de la atención postcosecha de la caña de azúcar en la Empresa Agroindustrial Azucarera George Washington*, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Tesis de Pregrado, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2022.
- VILLAVICENCIO, L.: *Adecuación Funcional del Software LabraS en la Planificación de Labores para la Preparación Sostenible de Suelo en Caña de Azúcar*, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Tesis de Pregrado, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 2021.

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.

Roberto Bravo-Agriél, Ingeniero Agrícola, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA-Cienfuegos, Cuba. e-mail : roberto.bravo@gesacf.azcuba.cu.

Juan Carlos González-Damas, Estudiante de Ingeniería Agrícola, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV). e-mail: juancarlosgonzalezdamas@gmail.com.

Rigoberto Martínez-Ramírez, MSc., Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu.

Omar González-Cueto, Dr. C., Profesor Titular, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Ingeniería Agrícola, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, e-mail: omar@uclv.edu.cu.

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.