

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

Flujograma de corte para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en alta humedad

Harvest flowchart for the process of sugar cane harvesting in highly humid soils

Dr.C. Antonio Daquinta-Gradaille^I, Dr.C. Claudio Pérez-Olmo^I, Ing. Richard de Jesús Menéndez-Real^I,
M.Sc. Dorkis Terry-Sanabria^{II}, Dr.C. Manuel Fernández-Sánchez^{III†}

^I Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, (UNICA), Ciego de Ávila, Cuba;

^{II} Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de azúcar, Ciego de Ávila, Cuba;

^{III} Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. La investigación se realizó en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Enrique Varona” perteneciente a la Empresa Azucarera Azcuba, ubicada en el Municipio Chambas, de la provincia de Ciego de Ávila, con el objetivo de establecer un flujograma de cosecha y transporte de la caña de azúcar en suelos con condiciones de alta humedad. El flujograma establecido mediante la utilización de la herramienta informática MAPINFO, soportada en elementos del sistema de información geográfica, permitió establecer un orden de cosecha y transporte de la caña de azúcar el cual reduce las distancias de tiro y permite un ahorro de combustible por concepto de transportación a partir de la ubicación de los puntos de carga en lugares donde los indicadores de transportación son los más racionales.

Palabras clave: cosecha cañera, flujograma, transportación de la caña de azúcar, sistema de información geográfica

ABSTRACT. The research was developed in the Base Unit (UEB) “Enrique Varona” of the Azcuba Sugar Enterprise, located in Chambas municipality, in Ciego de Ávila province, with the objective of establishing a flowchart of the process of sugar cane harvesting and transportation in highly humid soils. The flowcharts established by using the computer tool MAPINFO, supported on elements from the system of geographical information, allowed to establish an order for the process of sugar cane harvesting and transportation that reduces the distances and allows saving fuel in transportation by locating the load points in places where the indicators for transport are more rational.

Keywords: sugar cane harvesting, flowchart, sugar cane transportation, system of geographical information

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pueden ser definidos de acuerdo a varios puntos de vista, uno de ellos es como herramienta: “*Los SIG son un poderoso “set” de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar, transformar y desplegar datos*”. A mediados de la década del 60 comenzó la introducción masiva de la mecanización de la cosecha cañera en Cuba, las zonas de alta humedad fueron priorizadas por varias razones: la escasez de fuerza de trabajo, condiciones favorables para la mecanización de la cosecha por la ausencia de pendiente y poca pedregosidad, alto potencial de producción cañera, incremento de la capacidad de molienda de los ingenios, tipificación de los bloques cañeros, creación de grandes sistemas de drenaje

y caminos, etc. Sin embargo, el uso de equipos no concebidos para el trabajo en condiciones de alta humedad, incluyendo las cosechadoras hizo que la realización de las zafras durante la temporada lluviosa se convirtiera en un grave problema, pues la zafra se paraliza por largos períodos de tiempo. (González *et al*, 1999).

La cosecha de la caña de azúcar es un proceso riguroso que exige un alto grado de organización y coordinación de todos los factores que intervienen (Pérez *et al.*, 2013). Durante la misma se incurre como promedio, en el 40% de los gastos dedicados a la producción de caña «morable», por lo que se requiere de una máxima organización en todas las acciones que comprende

desde el campo hasta el basculador, dando especial importancia a la instrumentación de las nuevas tecnologías que permitirán optimizarla como son: los nuevos equipos de cosecha, organización a partir de su informatización y el control de flota mediante su geo-posicionamiento

En los últimos años e impulsado por la alianza establecida con Brasil, se ha introducido en Cuba tecnología novedosa con el fin de desarrollar a gran escala el cultivo de la caña, potenciando parámetros como: uso racional del combustible, frescura y limpieza de la caña, condiciones de trabajo para los operadores, rendimiento operacional y humano. De un total de aproximadamente 1 750 000 ha dedicadas a este cultivo en el país, el 37% lo constituyen suelos de alta humedad y con mal drenaje, situados en su mayoría al norte y sur de las provincias de Villa Clara, Santi Espíritus, Ciego de Ávila y Camagüey (Betancourt *et al.*, 2016). Específicamente la provincia de Ciego de Ávila se caracteriza por ser la principal productora de este cultivo en el país y por la calidad de la campaña azucarera (zafra) que en ella se realiza. En la región norte de la provincia de Ciego de Ávila se presentan problemas para la mecanización en la contienda cañera debido al contenido de humedad presente en sus campos.

La totalidad de las máquinas cosechadoras cañeras y medios de transporte utilizados en Cuba y en nuestra provincia en particular, tienen neumáticos en su sistema de rodaje y pesan entre (10...18) t, sus presiones específicas medias sobre el suelo o relación peso área de apoyo, son mayores a los 100 kPa, muy grandes para trabajar en condiciones de alta humedad en suelos arcillosos pesados, lo que equivale a la paralización total o parcial de la zafra azucarera cuando ocurren lluvias abundantes. (Rodríguez *et al.*, 1999; Betancourt *et al.*, 2016).

Este problema no es nuevo y aunque actualmente constituye un freno para la mecanización, su abordaje ha sido insuficiente, así como, la gestión para su posible solución y las investigaciones realizadas que permitan incrementar la eficiencia, reducir los costos e invertir en nuevas tecnologías que den respuesta a este reto actual.

La necesidad de incrementar los niveles alcanzados en la mecanización de la cosecha cañera con el fin de elevar la calidad con que se cumplimenta el proceso tecnológico adaptado a las condiciones edafoclimáticas de esta zona. Además de ir reduciendo paralelamente los costos de esta actividad, en cuanto distancia de tiro y la disminución del consumo de combustible.

En la actualidad se utiliza el término de Agricultura de Precisión, que en realidad no es nada nuevo, los productores agropecuarios vienen realizando agricultura de precisión desde hace décadas. Con la utilización de nuevas variedades, maquinarias, manejo y control de plagas, el productor ha ido perfeccionando su sistema productivo (Lamelas *et al.*, 3013). Por tanto, producir en forma eficiente, económica y respetando el medio ambiente, es hacer agricultura de precisión y es, además, el objetivo que siempre tuvo y tendrá el productor. Por tanto, no es nada más que hacer lo que se tiene que hacer en el cultivo, en el momento y lugar adecuado (Arcia, 2012; Balmaseda *et al.*, 1997).

La Agricultura de Precisión es un conjunto de actividades que incluyen la recolección y manejo de información, la cual permite tomar decisiones económicas y ambientalmente

apropiadas para los cultivos. Es una tecnología de información basada en el posicionamiento satelital; consiste en obtener datos georeferenciados de los lotes para un mejor conocimiento de lo que puede suceder durante las diferentes labores a realizar en el cultivo (Viñas *et al.*, 2012; Balmaseda *et al.*, 1997). Es también útil para transmitir este conocimiento a otros, por esa razón es ampliamente usado en la concepción de diversos tipos de proyectos relacionados con las ciencias de la tierra y el espacio (Robbi, 2001; Barri and Smettem, 2006; Mulahusić *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2007).

La agricultura de precisión no es una agricultura en la que los satélites indican lo que hay que hacer en el campo, sino que permite a través de ciertas herramientas dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado, tanto dese el punto de vista económico-productivo como ambiental, permitiendo reducir los costos de producción, aumentar la productividad y hacer un uso más eficiente de los insumos

El elemento o tecnología que provocó un cambio en la interpretación del término Agricultura de Precisión fue la incorporación del Sistema de Posicionamiento Global, conocido por sus siglas en inglés GPS, al sistema agropecuario, para así utilizar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en las diferentes tareas agrícolas (Sánchez, 2016).

espaciales del mundo real". Una definición más simple: "los SIG son una base de datos georeferenciada" (Bragachini *et al.*, 2000). Permiten la integración de datos espaciales y de atributos que representan grandes volúmenes de información de diversas fuentes en el marco de una empresa agrícola.

Los Sistemas de Información Geográfica, es una tecnología basada en ordenadores y compuesta de hardware, software e información, que se utiliza para captar, mostrar y analizar información sobre datos espaciales. La tecnología SIG, la cual se utiliza en más de 50 países, puede proporcionar soluciones rentables y precisas para un creciente grupo de aplicaciones, entre las que encontramos la planificación en el uso del suelo y su valoración; la gestión de los recursos naturales y el análisis medioambiental; la planificación del transporte y de la logística hasta los servicios de emergencias. Esto son el producto de la integración de la información geográfica a través de capas de datos georeferenciados (Sánchez, 2016; Viñas *et al.*, 2012).

Mediante el uso de SIG se pueden realizar representaciones gráficas de diferentes variables por ejemplo tipo de suelo, nivel de fertilidad, topografía, etc. Además, permite relacionar variables para tomar decisiones o planificar los manejos agronómicos de manera. La tecnología de SIG en la agricultura cañera se emplea en varios países, tal es el caso de Australia, Sudáfrica, Colombia, Brasil y Cuba. (Balmaseda y Ponce de León, 2010; Balmaseda *et al.*, 1997).

La implementación de una metodología que involucra SIG permite, como plantea (Sánchez, 2016), agilizar los análisis necesarios tanto en el proceso de consultas para la toma de decisiones como en la elaboración de planes, ya que es posible tener en cuenta muchas variables no sólo desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo sino también en su comportamiento espacial, más aún permite conocer con anticipación los problemas y las posibles soluciones a emplear.

La agricultura de precisión es un concepto agronómico de gestión de parcelas agrícolas, basado en la existencia de variabilidad en campo. Requiere el uso de las tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, satélites e imágenes aéreas junto con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones (Bongiovanni *et al.*, 2003; Bragachini *et al.*, 2000; Van, 1999).

Por todo lo anterior expuesto y teniendo en cuenta la necesidad del grupo AZCUBA de organizar el sistema de cosecha

mecanizada en condiciones de alta humedad en caña de azúcar se trazó como objetivo de este trabajo, establecer un flujograma de corte para un sistema de cosecha mecanizada en suelos con condiciones de alta humedad en el cultivo de la caña de azúcar en la UEB “Enrique Varona” de la provincia de Ciego de Ávila. Ubicada en el norte de la provincia de Ciego de Ávila a una latitud norte 22° 10' 20,0" y una longitud oeste de 78° 47' 30". En la Figura 1 se observa el mapa aéreo de la empresa azucarera Enrique Varona



Figura 1: Mapa aéreo de la empresa azucarera Enrique Varona.

MÉTODOS

En el sistema de planificación física los SIG más utilizados son el MapInfo (de tipo vectorial), uno de los líderes mundiales en la gestión administrativa y el rastreo, con grandes potencialidades en el análisis por superposición de mapas, en la gestión ambiental y en la creación de modelos digitales de elevación; también aunque en menor grado, se está utilizando el MapTitu de tipo vectorial por sus posibilidades en el análisis de redes por contemplar en su estructura la tecnología (Álvaro y Monsalve, 2008).

La implementación de una metodología que involucra SIG permite, como plantean (Balmaseda *et al.*, 1997 y Sánchez, 2016) agilizar los análisis necesarios tanto, en el proceso de consultas para la toma de decisiones como en la elaboración de planes, ya que es posible tener en cuenta muchas variables no sólo desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo, sino también en su comportamiento espacial, permite conocer con anticipación los problemas y las posibles soluciones.

Es muy importante tener caracterizados las diferentes áreas desde el punto de vista fitosanitario en las principales zonas cañeras del país, su relación con las características meteorológicas de cada sitio, para poder así realizar un manejo adecuado de las plagas, mediante el control localizado que disminuye costo y logra mayor efectividad. Un arma poderosa que puede relacionar todo esto son los Sistemas de Información Geográfica,

los cuales satisfacen la demanda de información relevante y confiable para la planeación territorial, la modelación de los diferentes escenarios y la toma de decisiones en general.

Para la Agencia de Cartografía el SIG permite la toma de decisiones para resolver innumerables problemas y situaciones con los cuales se enfrentan a diario los directivos, técnicos, jefes y especialistas de cualquier entidad; convirtiéndose así en una herramienta útil y necesaria para facilitar el trabajo, conocimiento detallado del terreno, actualización de toda la situación en breve tiempo. Además, genera mapas temáticos que se pueden imprimir en el momento preciso (Sánchez, 2016).

En nuestro país se han dado los primeros pasos en caña de azúcar utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para expresar sobre mapas temáticos los niveles de incidencia de algunas patologías detectadas en una empresa azucarera y su relación con otros factores del agro-ecosistema (Sánchez, 2016); Balmaseda y Ponce de León, 2010; Balmaseda *et al.*, 1997).

Para la elaboración del flujograma se tomaron como base, los vectores digitales de la vialidad de la zona y la base de datos de los campos con caña cosechar (Tabla 1 y Figura 2). Estableciendo los siguientes rangos para representar gráficamente las toneladas de caña en cada tramo del camino:

Partiendo de la ubicación geográfica de los campos con caña a cosechar y el mapa de vialidad, se establecieron los viales por donde, teniendo como premisa la menor distancia al lugar

del emplazamiento del central, la red de viales establecida y la menor inversión en construcción de viales, se llevaría a cabo la variante de tiro desde el campo, hasta el central azucarero.

TABLA 1. Rangos para la representación gráfica de las toneladas de caña

Rango	Fila	Columna	Grosor (pixel)
Menores de 30000 t	1	8	3
30000 - 50000 t	1	9	4
50000 - 70000 t	9	4	5
70000 - 100000 t	1	10	6
Mayores de 100000 t	1	5	7

Para la confección del Flujograma de cosecha se siguieron los siguientes pasos:

1. Modificarse la estructura de la base de datos de la vialidad, por lo que se recomienda hacer una salva de esta capa con el nombre de *Vialidad Flujograma* y trabajar a partir de este

2. Elaborar un resumen por bloques con la *sumatoria de la producción* de los campos que se encuentran en cada una de ellos.
3. Modificar la estructura de la base de datos de la capa *Límite de Bloque* aumentando en una columna para colocar la producción por bloque. Al igual que en el caso anterior recomienda hacer una salva de esta capa con el nombre de Límite de Bloque Flujograma y trabajar a partir de este momento con ella.
4. Actualizar esta capa llenando la columna producción con los datos resúmenes por bloques.
5. Conformar un mapa con las capas: Límite de Bloque Flujograma, Vialidad Flujograma, Ubicación del central y de la caña a cosechar.
6. Colocarle la etiqueta a Límite de Bloque Flujograma de la columna Producción.

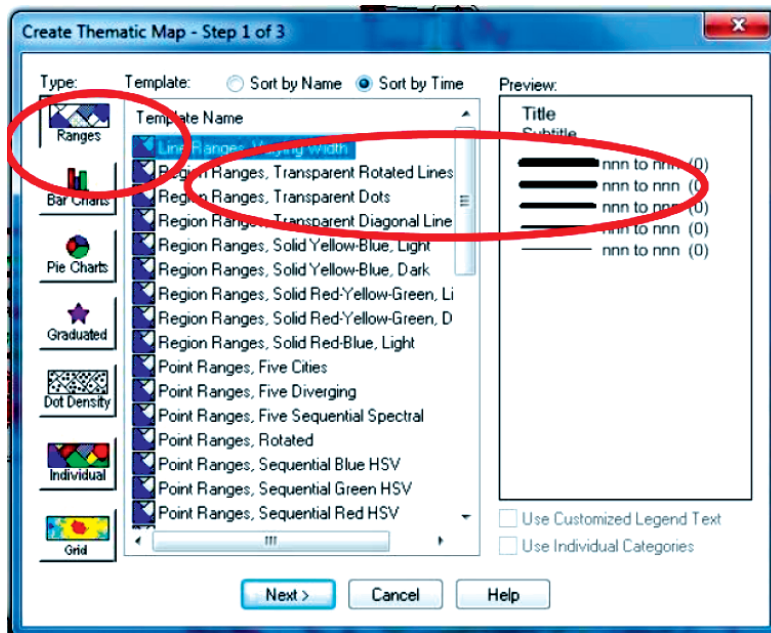


FIGURA 2. Mapa temático por rangos

Se utilizó la siguiente base *Viales Flujograma* (Figura 3)

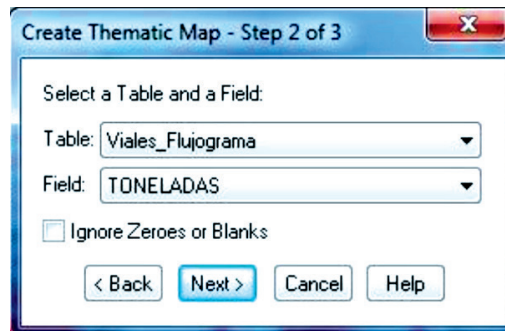


FIGURA 3. Mapa temático Viales Flujograma.

Los Rangos asumidos fueron los siguientes (Figura 4):

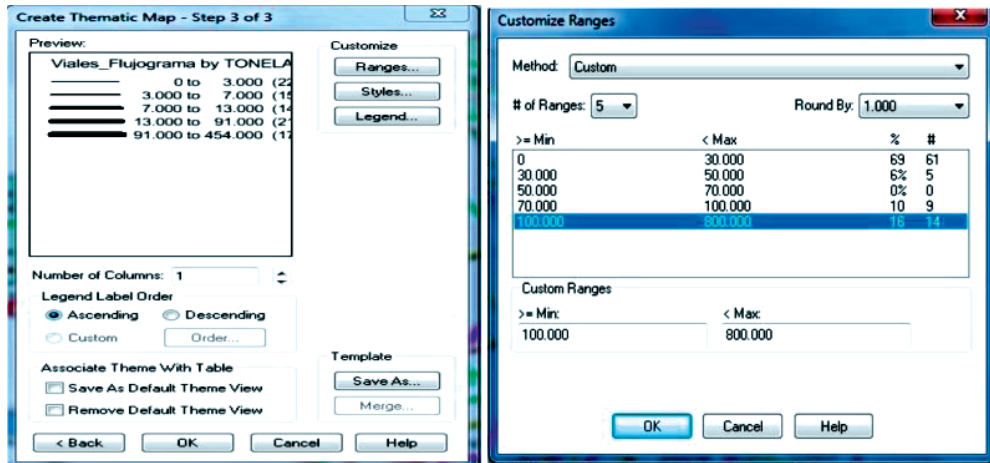


FIGURA 4. Rangos de toneladas de caña a cosechar

A partir de este paso cada vez que se coloque un valor en la tabla de la Capa *Vialidad Flujograma*, se actualizará automáticamente el temático y se conoce el avance del trabajo, es importante el uso de la herramienta de información y de estadística, para ir llenando la base de datos. Los estilos utilizados en la metodología son los siguientes:

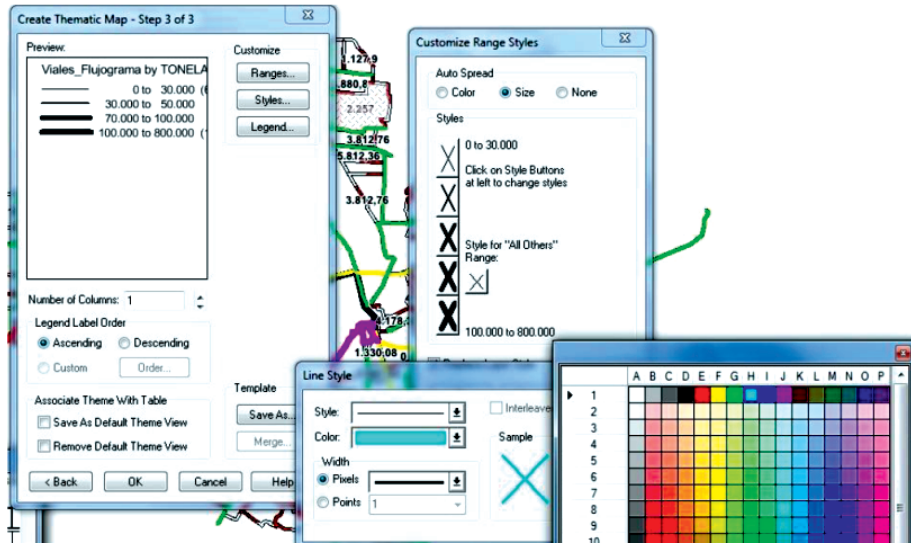


Figura 5: Confección de los mapas temáticos

Como resultado de este proceso se obtendrá el flujo-grama de transportación de la caña con la utilización de la herramienta MapInfo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis espacial de datos se puede llevar a mediante numerosas operaciones (lógicas y matemáticas) ejecutadas por los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y entre ellas los procesos más comunes son el cruzamiento o superposición y la reclasificación de mapas. La superposición de mapas es un procedimiento simple donde dos o más coberturas temáticas (unidades productoras, rendimiento por área, estrategia de corte, red de caminos y carreteras, tipos de suelos, etc.) son combinadas y el resultado es una nueva cobertura temática o mapa.

Para el establecimiento de los puntos de carga es de vital

importancia tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Situar el punto de carga lo más cercano posible a carreteras y caminos principales, o como última opción, a terraplenes que se mantengan en un estado considerable.
- Ubicar los puntos de carga lo más cercano posible al frente de corte para no afectar el recorrido de los remolques intermedios auto basculantes.
- Velar porque los medios de transporte de alta capacidad de carga y gran tamaño cuenten con el área necesaria para realizar maniobras de viraje.
- Tener en cuenta el estado de los puentes existentes en la zona debido al gran peso de los medios de transporte y al paso continuo de los mismos por dichos puentes.
- Utilizar los medios de transporte de tiro solo para trabajar sobre carreteras o caminos, por ningún motivo se deben introducir en el campo de corte.

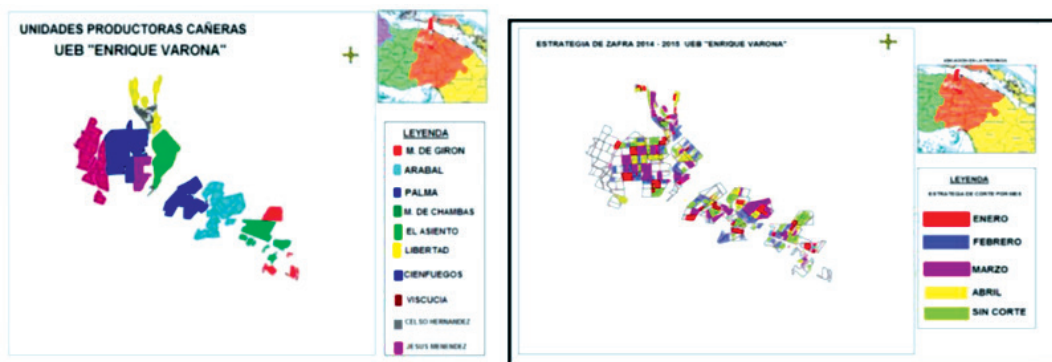


FIGURA 6. Unidades productoras y estrategia de corte de la UEB.

En el mapa se muestra la distribución de tierras por unidades productoras en la UEB “Enrique Varona”, de las cuales las de mayor extensión son Viscucia y La Palma, seguidas de Arabal y Cienfuegos.

En el mapa se muestra la estrategia de zafra del año venidero en la UEB “Enrique Varona”, esto se explica como la cantidad de caña a cortar en cada mes de la contienda debido a período de maduración y edad del cultivo; además de la división por bloque que se seguirá. La evaluación de todo lo anterior

conjuntamente con el rendimiento de la cosechadora indica el período de tiempo a cortar en una zona determinada.

El mapa muestra la producción cañera dividida por bloques, los cuales se encuentran delimitados por la cantidad de caña que poseen dentro de un rango determinado. Conociendo la producción de estos bloques y el estado de los viales de la zona se determina cual es la vía de mayor facilidad para tener acceso al central cuando se estén cosechando dichos campos.

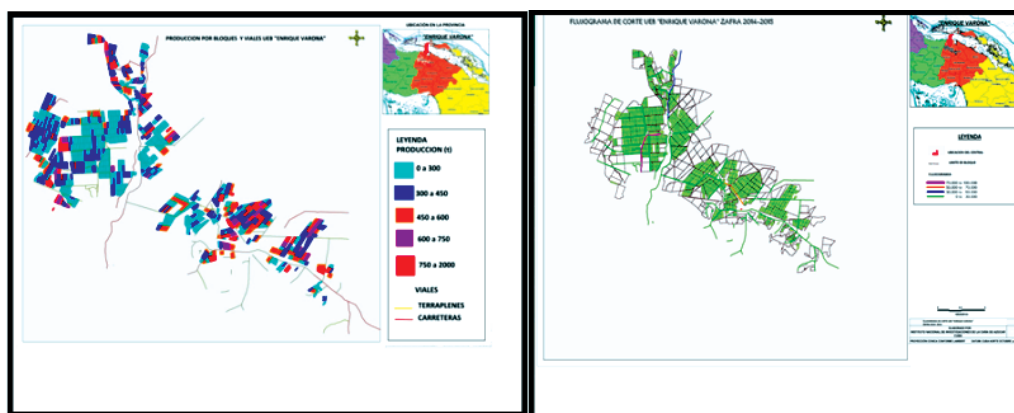


FIGURA 7. Producción cañera por bloques y flujograma de corte.

Este mapa muestra el Flujograma de corte y transportación confeccionado para la UEB “Enrique Varona” para la organización de la cosecha de caña de azúcar para la contienda del próximo año. Teniendo en cuenta los viales por donde va a pasar el mayor flujo cañero y el rendimiento de los campos se deben establecer los puntos de carga con los transportes de tiro, en las zonas donde exista una mayor producción de los campos se deberá reforzar el número de transportes y se debe tener en cuenta las situaciones para la maniobrabilidad de dichos carros.

CONCLUSIONES

- Se logró establecer un Flujograma de corte para la cosecha mecanizada en campos de alta humedad para caña de azúcar, el cual brinda la información necesaria para realizar el corte de una manera organizada y con mejores resultados para la contienda cañera venidera. Partiendo de la planificación

de la estrategia de corte, las producciones y rendimientos cañeros por bloques y mediante la utilización de un sistema de información geográfico (MAPINFO).

- Se fundamentó un sistema de cosecha cuya implementación está dirigida fundamentalmente a la organización, influyendo de forma directa en la reducción de las distancias de tiro y la disminución del consumo de combustible durante la contienda cañera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCIA, J.: *Principios metodológicos para el establecimiento de sistemas agrícolas: Su ejemplo en caña de azúcar*, La Habana, Cuba, 2012. ISBN: 9783659047237.
- ÁLVARO DE J. C.; J. MONSALVE: *Sistemas de información geográficos [en línea] abril 2008, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml> [Consulta: febrero, 13 2015].*

- BALMASEDA, C.; D. PONCE DE LEÓN: “Modelo conceptual para la información edafológica. Estudio de caso: mapa nacional de suelos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 44-50, 2010, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- BALMASEDA, C.; A. MENÉNDEZ; D. PONCE DE LEÓN: “Sistemas de Información Geográfica como soporte de decisiones en áreas cañeras”, *Cuba & Caña*, 3: 17-22, 1997. ISSN: 1028-6527.
- BARRI, M. A. and K- R. J.: “Smettem. A conceptual model of daily water balance following partial clearing from forest to pasture”, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 10: 321 – 337, 2006. ISSN: 1027-5606.
- BETANCOURT R. Y.; RODRÍGUEZ O. M.; GUILLÉN S. S.; VIDAL D. L.; MARTÍNEZ R. R.; PÉREZ H. E.; MARÍN M. R.; VILLEGAS D., R.Y MARTÍN A., G.: Fundamentos técnicos para la implementación del complejo tecnológico cosecha-transporte en condiciones de alta humedad de los suelos cañeros de Cuba, Convención Internacional de Ingeniería Agrícola, IAgric 2016, Villa Clara, Cuba, 2016, **ISBN 978-959-285-035-4**.
- BONGIOVANNI, R.: *Precision Agriculture in Argentina. GIS Soil Science and Precision Agriculture [en línea]*, Disponible en: <http://www.gisuser.com.au/> [Consulta: febrero, 13 2015].
- BRAGACHINI, M.; V. MARTÍN; A. MÉNDEZ: *Agricultura de Precisión en Argentina, 21pp., Argentina Proyecto Agricultura de Precisión, Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA), Argentina, 2000. Disponible en: https://inta.gob.ar/ [Consulta: 20 de septiembre de 2017]*.
- GONZÁLEZ, O.; M.; HERRERA; E. GARCÍA; M. RODRÍGUEZ; D. REYES; Y. PÉREZ y R. FRANCO: “Valoración de una tecnología para el transporte de la caña de azúcar en condiciones adversas de humedad”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 8(3): 15-19, 1999, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- INTERIÁN, S.: *Primeras experiencias en Cuba de la aplicación de la geomática a la agricultura de precisión en la esfera de la caña de azúcar [en línea] octubre, 2004, Disponible en: http://www.iga.cu/CDI/Temas/Percepcion/GEOINFO/Trabajo.pdf [Consulta: febrero, 17, 2016]*.
- LAMELAS, F., BENÍTEZ, L., ROQUE, R., FERNÁNDEZ, I., FERRER, M., VIÑAS, Y., GARCÍA, S.: “Sistema de Información Geográfica como una herramienta para la planificación de la operación y manejo de los recursos hídricos en la empresa Héctor Molina”. *Revista Cuba & Caña*. La Habana, Cuba, 2: 21-27. 2013. ISSN: 1028-6527.
- MULAHUSIĆ, A., T. PODOBNIKAR, N. TUNO: “Topographic information system of Bosnia and Herzegovina – conceptual and logical model”, *Geodetski vesnik*, 51(3): 537 – 548, 2007. ISSN: 0351-0271.
- PÉREZ, H.I., SANTANA, I., RODRÍGUEZ, I.: *Manejo Sostenible de Tierras en la producción de caña de azúcar*. 290 pp. 2013. ISBN: 978-959-300-051-2.
- ROBBI, C.: “Sistema Especialista para geração de mapas temáticos”, *Revista Brasileira de Cartografia*, 53: 45–64, dezembro, 2001, ISSN: 0560-4613.
- ROCHA, J.; J.A. TENEDÓRIO; R. ESTANQUEIRO; P. MORGADO: “Classificação de uso do solo urbano através da análise linear de mistura espectral com imagens de satélite”, *Finisterra*, XLII(83): 47– 62, 2007, ISSN: 0430-5027.
- RODRÍGUEZ, O. M.; J. GARRIDO, O. GONZÁLEZ y R. MADRUGA: Influencia de las lluvias sobre las zafra 8 azucareras en los campos con suelos de mal drenaje, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 8(3): 43-49 1999, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- SÁNCHEZ, M. A.: Avances y tendencias de la tecnología en la Agricultura de Precisión. Utilización de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). Convención Internacional de Ingeniería Agrícola, IAgric 2016, Villa Clara, 2016, **ISBN 978-959-285-035-4**.
- TILLET N. D.: “Automatic guidance sensors for agricultural field machines”: A review, *Journal Agricultural Engineering Research*, 50:167-187, 1991, ISSN: 0021-8634.
- VAN Z. R.: A drivers steering aid for an agricultural implement, based on an electronic map and Real Time Kinematic DGPS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 24, 153–163, 1999, ISSN: 0168-1699.
- VIÑAS, Y., BENÍTEZ, L., VILLEGAS, R., MARÍN, R., CERVERA, G., ARZOLA, N., ARCIA, J., DE LEÓN, M., MATOS, J., ZUAZNÁBAR, R., NARANJO, I., VALDÉS, J., CHAMORRO, R., CALDERÓN, A., SARMIENTOS, J. y VILLA, G.: “Aplicación de Sistemas de Información Geográfica para el manejo integral de la caña de azúcar en Ecuador”. *Revista Cuba & Caña*. La Habana, Cuba, No 2.. p 8-14. 2012. ISSN: 1028-6527.

Recibido: 23/11/2017.

Aprobado: 04/05/2018.

Lázaro Antonio Daquinta Gradaille, Professor Titular, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba, Correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Claudio Pérez Olmo, claudio@unica.cu

Richard de Jesús Menéndez Real, Correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Dorkis Terry Sanabria, Correo electrónico: adaquinta@unica.cu

Manuel Fernández Sánchez † E.P.D.

Nota: 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.