



Revista Ingeniería Agrícola

ISSN: 2306-1545

ISSN: 2227-8761

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Vizcay-Villafranca, Darielis; Hernández-Alfonso, Pablo M.; Rodríguez-López, Yanara; Quintero-León, Misleydis; Torres-Menéndez, Fabienne
Elaboración del plan de explotación de la maquinaria agrícola en la Cooperativa "Amistad Cubano-Búlgara"

Revista Ingeniería Agrícola, vol. 11, núm. 1, e04, 2021, Enero-Marzo
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586269368004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EXPLOTACIÓN DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL



<https://eqrcode.co/a/5akiEX>

Elaboración del plan de explotación de la maquinaria agrícola en la Cooperativa “Amistad Cubano-Búlgara”

Elaboration of the Operation Plan of the Agricultural Machinery in the Cooperative “Amistad Cubano-Búlgara”

Ing. Darielis Vizcay-Villafranca¹, Dr.C. Pablo M. Hernández-Alfonso, Dr.C. Yanara Rodríguez-López, MSc. Misleydis Quintero-León, MSc. Fabienne Torres-Menéndez

Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo se desarrolló en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “Amistad Cubano-Búlgara” con el objetivo de realizar la propuesta de un plan de explotación para la maquinaria agrícola de la CPA sobre la base de un plan de producción que fue optimizado utilizando como criterio la maximización de las ganancias por concepto de ventas de la producción. Para la realización del trabajo se utilizó el método de programación lineal y el software AnaExplo. El plan de producción optimizado demostró que aumentando el área a sembrar de tomate y plátano vianda, y disminuyendo la de papa y boniato, la CPA tiene una ganancia de 7 064, 716 peso. La implementación del software AnaExplo para la elaboración del plan de explotación permitió determinar la demanda de tractores obteniéndose como resultado: el incremento 12 tractores MTZ-80, uno (1) T 150 K, manteniendo la misma cantidad de tractores Yumz 6KM y utilizando el YTO-X904. Se muestra el uso racional de los diferentes tractores según marcas y modelos por meses y el consumo de combustible correspondiente, todos ellos partiendo de la demanda para cada cultivo establecida en el plan de producción que debe garantizar un total de 10 392,40 t de cultivos varios en el año 2019 y que para garantizar dicho plan es necesario el incremento de 12 tractores MTZ-80 y un T 150 K, con una demanda de combustible de 81 755,43 l de diésel.

Palabras clave: producción agropecuaria, optimización, plan, maximización, ganancia.

ABSTRACT. The present work was carried out in the Agricultural Cooperative “Amistad Cubano-Búlgara” with the objective of making the proposal of an operation plan for the agricultural machinery of the CPA on the basis of a production plan that was optimized using the maximization of the profits in the sales of the production. To carry out the work, the linear programming method and the AnaExplo software were used. The optimized production plan showed that by increasing the area planted with tomato and banana, and reducing that of potato and sweet potato the CPA has a profit of 7,064.7 pesos. The implementation of the AnaExplo software for the elaboration of the operation plan allowed determining the demand for tractors, obtaining as a result the increase of 12 MTZ-80 and one T 150 K, maintaining the same amount of Yumz 6KM and using the YTO -X904. The rational use of the different tractors according to brands and models by months and the corresponding fuel consumption are shown, starting with the demand for each crop established in the production plan that must guarantee a total of 10,392.4 t of various crops in 2019 and that to guarantee this plan it is necessary the increase of 12 MTZ-80 and one T 150 K tractors, with a fuel demand of 81,755.4 liters of diesel.

Keywords: Agricultural Production, Optimization, Plan, Maximization, Profit.

INTRODUCCIÓN

El Ministerio de la Agricultura tiene orientado a sus diferentes empresas agropecuarias la utilización del Sistema Integral para la Planificación y el Control de la Explotación de los medios mecanizados (Paneque *et al.*, 1998; Lora *et al.*, 2011,

¹ Autora para correspondencia: Darielis Vizcay Villafranca, e-mail: darielisiv@unah.edu.cu

Recibido: 18/11/2019.

Aprobado: 09/12/2020.

2017; Lora, 2013). En ese mismo sentido, Fernández *et al.* (2012), afirma que, se emplea para organizar de manera racional el uso y explotación de la maquinaria agrícola, los equipos riego y de transporte en los diferentes tipos de unidades productivas del sector y calcular la demanda de combustible, para lo cual se utilizan dos tipos de programas automatizados o software, uno que posibilita programar a largo plazo (anualmente o semestralmente) la necesidad de medios mecanizados y otro que lo hace de manera periódica (semanal, quincenal o mensualmente).

Según Brizuela y Lora (2002); Gálvez (2003), entre las salidas que aportan ambos sistemas automatizados está lo relacionado con el combustible a consumir. Mediante el software AnaExplo y CEMaq se puede determinar esta necesidad por tipo de agregado, labor y cultivo, aunque en el caso específico del CEMaq esta salida da la posibilidad de conocer esta información por marca de tractor.

Referente a lo anterior Fernández *et al.* (2013), establece que existen marcadas diferencias entre los softwares AnaExplo y CEMaq, ya que través de ambos softwares, se puede obtener la información sobre la carga de trabajo planificada, aunque de forma diferenciada, atendiendo al objetivo para los cuales fueron creados y la forma en que aparecen sus salidas.

Por su parte Albello (1997) y López (1997), plantean que el modelo de Programación Lineal constituye un instrumento de suma importancia para encontrar las variantes óptimas de organización de los procesos agrícolas.

Por su parte Sotto (2000), expone que en el proceso de dirección de los sistemas mecanizados, la preparación para la producción se inicia partiendo del plan de producción y del plan de siembra, con la realización del balance de todos los medios mecanizados. Se ha demostrado que en la medida que una campaña se prepara meticulosamente y con rigor, a pesar de los imprevistos, el ritmo del proceso productivo se hace más estable (Paneque *et al.*, 2016, 2018; Ríos, 2017).

Actualmente en la CPA la planificación de la maquinaria se realiza de forma operativa por parte del ingeniero encargado en la misma. Este plan se hace en función de la demanda mensual de equipos según el plan de producción. Es por eso que se define como objetivo general: Elaborar un plan de explotación con criterio de optimización, con el cual se eleve el aprovechamiento de la superficie cultivable y el parque de maquinaria de la CPA “Amistad Cubano-Búlgara”.

Teniéndose como problema científico: En la CPA “Amistad Cubano-Búlgara” no se cuenta con un plan de explotación racional, de la maquinaria agrícola con criterio de optimización para el año 2018.

Para la solución del problema científico planteado se formula la siguiente Hipótesis: A partir de la elaboración de un plan de explotación con criterio de optimización es posible elevar el aprovechamiento de la superficie cultivable y el parque de maquinaria de la CPA “Amistad Cubano-Búlgara”.

Tareas de la investigación:

Optimización del plan de producción de la CPA “Amistad Cubano-Búlgara” mediante el software QMwin.

Aplicación del software AnaExplo para la elaboración del plan de explotación de la maquinaria en la CPA “Amistad Cubano-Búlgara”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelo de programación lineal para la estructura del plan de siembra maximizando las ganancias

La función objetivo quedará como se muestra en la expresión 1 donde se tiene como meta la maximización de las ganancias a obtener en la empresa.

Maximizando

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i - \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad (1)$$

donde:

X_i cantidad de ha del cultivo a sembrar.

C_i ganancia por la venta del producto pesos/t

C_j costo de producción pesos/t.

El modelo se encuentra sujeto a las restricciones que tienen en cuenta el área utilizable, la disponibilidad de fertilizante, fuerza de trabajo (obreros), agua, combustible y finalmente la condición de no negatividad, que se muestran en las expresiones de la 2 a la 8

Área disponible

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq T \quad (2)$$

donde:

T -disponibilidad total de áreas de la unidad, ha.

Disponibilidad de fertilizantes

$$\sum_{i=1}^n a_i X_i \leq F \quad (3)$$

donde:

F - disponibilidad total de fertilizantes, t

a_i - norma de fertilización en t/ha.

Disponibilidad de fuerza de trabajo (obreros)

$$\sum_{i=1}^n b_i X_i \leq Ob \quad (4)$$

donde:

Ob cantidad de obreros total (ob)

b_i cantidad de obreros utilizados por ha.

Agua disponible

$$\sum_{i=1}^n d_i X_i \leq A \quad (5)$$

donde:

A disponibilidad total de agua, m³

d_i cantidad de agua aplicada por hectárea, m³/ha

Combustible disponible.

$$\sum_{i=1}^n k_i X_i \leq P \quad (6)$$

donde:

k_i - Cantidad de combustible a utilizar en el cultivo; L/ha

P - Cantidad de combustible disponible; L

Cumplimiento del plan de producción (Q)

$$\sum_{i=1}^n r_i X_i \geq Q \quad (7)$$

donde:

r_i rendimiento del cultivo; t/ha

Q - plan de producción; t

Condición de no negatividad.

$$i \text{ } X_i \geq 0 \text{ } i=1,2,3,\dots,n \text{ } \} \quad (8)$$

La calidad de la solución que se obtenga está dada por la veracidad y exactitud de los datos o indicadores que se empleen.

Metodología para elaborar el plan de explotación de la maquinaria agrícola

Según González (1993); Shkiliova y Fernández (2011); Stout (2012); Herrera *et al.*, 2016), para efectuar cualquier proceso de organización de los medios mecanizados en las unidades de producción agrícola, se precisa, ante todo, del conocimiento exacto de las disponibilidades y necesidades en función de la producción y de la estructura, por ello el proceso de balance metodológicamente se divide en cuatro pasos fundamentales que son:

- Análisis de la situación de los medios mecanizados y su estado técnico actual: Se realizará un diagnóstico del estado técnico de todo el parque físico de equipos, máquinas y medios de tracción que posee la unidad productiva. Posteriormente se hace la depuración del listado de activos fijos con respecto a la existencia física de los equipos, solucionando las diferencias y actualizando dichos registros.
- Cálculo de las necesidades de maquinaria y animales de tracción por meses y por cultivos: Se tomarán como base los parámetros siguientes: plan de siembra y áreas de pro-

Función objetivo:

$$\text{Max } Z = 315\,176,928X_1 + 144\,743,196X_2 + 221\,104,332X_3 + 6\,846,235X_4 + 438\,578,745X_5 + 464\,189,66X_6$$

Declaración de variables:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| x1- ha de boniato a sembrar | x4- ha de malanga a sembrar |
| x2- ha de tomate a sembrar | x5- ha de papa a sembrar |
| x3- ha de frijol a sembrar | x6- ha de plátano a sembrar |

Restricciones del modelo:

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 &= 464,69 \text{ ha} \\ 17 \text{ t/ha } X_1 &\geq 823,40 \text{ t} \\ 2,93 \text{ t/ha } X_2 &\geq 100 \text{ t} \\ 1,5 \text{ t/ha } X_3 &\geq 123,6 \text{ t} \\ 10,44 \text{ t/ha } X_4 &\geq 753,60 \text{ t} \\ 22,5 \text{ t/ha } X_5 &\geq 3280 \text{ t} \\ 29,4 \text{ t/ha } X_6 &\geq 982 \text{ t} \end{aligned}$$

En la determinación de la obtención de mayores ganancias mediante la Programación Lineal se empleó el Software QMwin como método de solución, obteniéndose como resultado que los ingresos para esta solución óptima será de 7 064, 716 peso.

Analizando la cantidad de hectáreas a sembrar según el plan de producción existente y optimizado (Figura 1), se puede ver que hubo variaciones en la cantidad de área propuesta a sembrar de: tomate (+14,33 ha), boniato (-20,37 ha), papa (-13,72 ha) y plátano vianda (+34,07ha) manteniéndose la misma área a sembrar de malanga y frijol. Esto se justifica porque con la disminución del área a sembrar de papa y boniato, teniendo en cuenta los rendimientos de estos cultivos en la CPA, se cumplen los compromisos de la misma y se pueden aumentar las áreas a sembrar de tomate y plátano vianda que dan mayor beneficio económico a la CPA, que como se menciona anteriormente se traduce en una ganancia de 7 064,716 peso.

ducción, labores por cultivo, agregación, días efectivos de trabajo, duración de la jornada (h), indicador de productividad, índice de consumo de combustible.

- Cálculo del déficit/superávit de los medios mecanizados: Consiste en determinar el déficit o superávit de maquinaria y de tracción animal al comparar la existencia de animales de tracción, equipos y aperos con la necesidad o demanda, la cual se obtiene como resultado de la suma de las necesidades mensuales, tomándose como necesidad, la máxima que se refleja en el período de tiempo dado (necesidad pico)
- Elaboración de las propuestas organizativas: Adicionalmente para facilitar la toma de decisiones sobre que agregado seleccionar y para la planificación, resulta de gran importancia la determinación del consumo de combustible el cual se puede determinar por labor, por cultivo, por meses, etc.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Plan de producción de la CPA Amistad Cubano Búlgara

A partir de la rotación de los cultivos, se aplica la programación lineal y se elabora el modelo matemático correspondiente empleando como criterio de optimización maximizar las ganancias, según la documentación recibida de la CPA, del plan de siembra de este año.

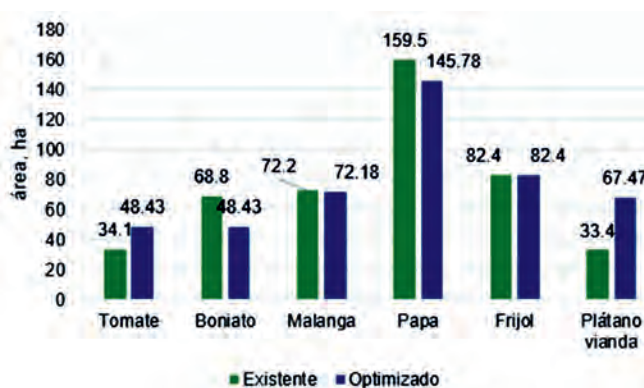


FIGURA 1. Comparación de las áreas a sembrar por cultivo según plan de producción existente y optimizado.

Resultados del plan de explotación de la maquinaria agrícola según el software AnaExplo

La necesidad de equipos obtenida era muy elevada y se precisó efectuar cambios para poder disminuir los picos para los cuales no existía disponibilidad. Para ello se hizo necesario emplear el tractor Yumz 6KM para la realización de algunas labores en sustitución del MTZ-80 obteniendo como resultado: se requieren 15 tractores MTZ-80 en diciembre y las necesidades subsiguientes máximas son de 12. En el caso del T 150-K se requieren dos (2); el Yumz-6KM es requerido en 11 aunque no son empleados en todos los meses del año, por ello se hace necesario corregir los picos de máxima demanda mediante acciones organizativas en el uso de la maquinaria que permitan reducir el número de equipos de forma racional. En cuanto a la cantidad de hombres el software calculó, la necesidad de 32 hombres.

El plan de explotación de la maquinaria agrícola existente en la CPA, el cual posee una necesidad de tractor mayor con respecto al plan de explotación optimizado (Figura 2), de 22 marca MTZ-80 en el mes de noviembre y una necesidad máxima de nueve (9) T 150 K en el mes de octubre. En este plan no se utiliza el tractor Yumz 6KM por lo que se encuentra subutilizado, ocasionando con esto que ocurra el pico de utilización de los demás tractores.

En la Figura 2 refleja una necesidad de 15 tractores MTZ-80 y 15 tractores Yumz 6KM, sin embargo, el parque de tractores está compuesto por tres (3) tractores MTZ-80 y 15 tractores Yumz 6KM, ambos de la clase traccional 14 kN y además dos (2) tractores T 150 K cuya clase traccional es de 30 kN. Por tanto, se propuso como plan operativo de la utilización de los tractores cubrir el déficit de la demanda en la clase traccional 14 kN con los YTO-X904, sobre el criterio de que son tractores de la misma clase traccional, por tanto, deben cumplir con las labores planificadas en los plazos agrotécnicos dados.

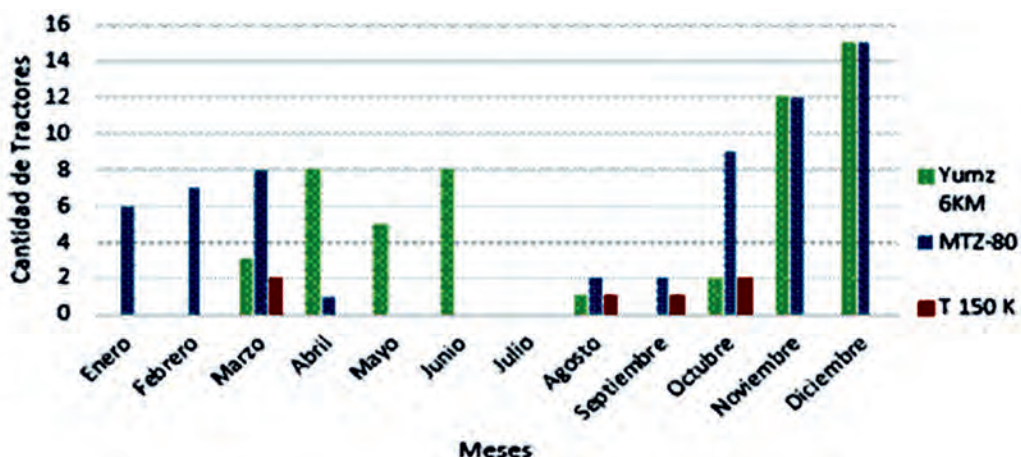


FIGURA 2. Plan de explotación optimizado

Otra medida a valorar es rentar los tractores y equipos de la empresa en los meses en que no se utilicen todos, para así mismo rentar de otras empresas en el mes de diciembre los 10 tractores faltantes y en el mes de noviembre los dos (2) que necesita la CPA para cubrir las labores demandadas.

En la Figura 3 se muestra el comportamiento del consumo de combustible por meses con la utilización de los tractores

mostrados en la Figura 2. Como se puede apreciar existen picos de mayor consumo en determinados meses del año como por ejemplo en el mes de marzo (17 872,35 L) y en el mes de octubre es de 24 168,48 L. Estos consumos se deben a que en esos momentos existe la mayor demanda del uso de la maquinaria según el plan de producción agrícola de la empresa en correspondencia con las campañas de lluvia o seca para los cultivos planificados.



FIGURA 3. Consumo de combustible del plan de explotación optimizado

El resultado anteriormente expuesto constituye una herramienta para el personal de dirección y técnico de la empresa referido a la solicitud de la demanda de combustible mensual, así como el control del uso y destino del mismo teniendo en cuenta que en la actualidad la CPA demanda el combustible por un valor estimado según la experiencia anual de trabajo. Sin embargo, este resultado permite identificar los valores de consumo por meses durante la ejecución del plan de producción anual y de igual forma poder garantizar el aseguramiento logístico para el uso racional de la maquinaria según plan de explotación racional calculado cuyo valor total para combustible diésel en el año 2019 será de 81 755,43 L para lograr 10 392,40 t que con respecto al 2018 se incrementa en 1673,29 t con un consumo de combustible de 49 088 L.

Según el plan director de la CPA hasta el 2023, en el 2019 tienen previsto un plan de 59 590 L estando por debajo de la necesidad real calculada de 81 755,43 L, por lo que se propone que la junta directiva de la cooperativa reajuste las demandas de combustibles de los próximos años en función de los planes reales de producción y que para ello sea utilizada la metodología y los softwares empleados en este trabajo.

CONCLUSIONES

- La CPA “Amistad Cubano-Búlgara” posee áreas productivas suficientes para cumplir su encargo social, sin embargo, los medios técnicos específicamente tractores no son adecuados para garantizar el plan de producción.
- Aumentando el área a sembrar de tomate (+14,33 ha) y plátano vianda (+34,07 ha) y disminuyendo la de papa (-13,72 ha) y boniato (-20,37 ha), la CPA tiene una ganancia de 7 064, 716 peso.
- La implementación del software AnaExplo para la elaboración del plan de explotación optimizado permitió determinar la demanda de tractores obteniéndose como resultado: el incremento 12 tractores MTZ-80, uno (1) T 150 K, manteniendo la misma cantidad de tractores Yumz 6KM y utilizando el YTO-X904.
- La demanda de combustible planificada en el plan director de la CPA tiene una diferencia de 22 165,43 L menos que la demanda de combustible real calculada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBELO, M.: *Aplicaciones de la programación lineal en la agricultura*, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCAH), Tesis de maestro en Ciencias en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias, San José de las Lajas. Habana, Cuba, 1997.
- BRIZUELA, M.; LORA, D.: *Propuesta organizativa de la Unidad de Servicios de Maquinaria de la ECV Güira de Melena*, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Mecanización Agropecuaria), San José de las Lajas. Habana, Cuba, 87 p., 2002.
- FERNÁNDEZ, S.M.; LORA, D.; SHKILIOVA, L.: “La programación de la explotación de los medios mecanizados como soporte para la planificación de los mantenimientos de los tractores y el cálculo de la logística”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2): 20-24, 2012, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- FERNÁNDEZ, S.M.; LORA, D.; SHKILIOVA, L.: “Desarrollo y validación de un procedimiento metodológico para la planificación estratégica de los servicios de mantenimientos y reparaciones en las Unidades Empresariales de Base de Servicios Técnicos Municipales”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 3(1): 45-53, 2013, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- GÁLVEZ, L.F.: *Introducción de un nuevo sistema de planificación y control de la maquinaria en la ECV Batabanó*, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Mecanización Agropecuaria), San José de las Lajas. Habana, Cuba, 82 p., 2003.
- GONZÁLEZ, V.R.: *Explotación del parque de maquinaria*, Ed. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1993, ISBN: 959-07-0028-4.
- HERRERA, M.; SHKILIOVA, L.; IGLESIAS, C.C.: *Gestión eficiente de la Maquinaria agrícola. Métodos para el cálculo de requerimientos de medios mecanizados*, [Curso de posgrado en la UNAH], 2016.
- LÓPEZ, G.N.: *El modelo de transporte. Sus aplicaciones en la agricultura*, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCAH), Tesis de maestro en Ciencias en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias, San José de las Lajas, Habana, Cuba, 1997.
- LORA, C.D.: “Impacto de la aplicación de un software para la programación y control de los medios mecanizados en una unidad productora del municipio Güira de Melena”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1): 78-83, 2013, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- LORA, C.D.; FERNÁNDEZ, S.M.; RODRÍGUEZ, G.A.; MARTÍNEZ, C.J.A.; AZOY, C.A.: “La informatización en la gestión de los servicios mecanizados”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(3): 36-44, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- LORA, C.D.; SOTTO, B.P.D.; FERNÁNDEZ, S.M.; FUENTES, R.N.; WONG, B.M.: “Impacto de la aplicación de un software para la programación y control de los medios mecanizados en una unidad productora del municipio Güira de Melena”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1): 20-24, 2011, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- PANEQUE, P.; MARRERO, E.; DE LAS CUEVAS, H.: “Determinación de la fuente energética para las labores mecanizadas de los cítricos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 7(3): 25-32, 1998, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, C.G.; MAYANS, C.P.; MUÑOZ, G.F.; GAYTÁN, R.J.G.; ROMANTCHIK, K.E.: *Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, vol. 1, Chapingo, Texcoco, México, 456 p., 2018, ISBN: 978-607-12-0532-2.
- PANEQUE, R.P.; TAYUPE, Z.J.R.; HERNÁNDEZ, A.P.; GÓMEZ, A.M.V.; DE LAS CUEVAS, M.H.: “Labranza convencional y de conservación en el cultivo del frijol bayo Tuy (*Vigna unguiculata* L.)”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(2): 20-25, 2016, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- RÍOS, H.A.: *La Ingeniería Agrícola del productor cubano*, Ed. Editorial INFOIIMA, Primera Edición IAgri ed., La Habana, Cuba, 187 p., 2017.
- SHKILIOVA, L.; FERNÁNDEZ SANCHEZ, M.: “Sistemas de Mantenimiento Técnico y Reparaciones y su aplicación en la Agricultura”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1): 72-77, 2011, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

Vizcay *et al.*: Elaboración del plan de explotación de la maquinaria agrícola en la Cooperativa “Amistad Cubano–Búlgara”

SOTTO, B.P.D.: *Organización de la explotación de la maquinaria agrícola*, Inst. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria, La Habana, Cuba, 14 p., 2000.

STOUT, B.A.: *Handbook of energy for world agriculture*, Ed. Elsevier, Amsterdam, Holand, 504pp., 2012.

Darielis Vizcay-Villafranca, Ingeniera Agrícola. Universidad Agraria de La Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: δαριελιστ@υαγη.εδυ.γυ Teléfono 47860306.

Pablo M. Hernández-Alfonso, Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: πηερνανδ@υαγη.εδυ.γυ Teléfono 47860306.

Yanara Rodríguez-López, Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: γανιτα@υαγη.εδυ.γυ Teléfono 47860299.

Misleydis Quintero-León, Profesora, Universidad Agraria de La Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: μθυιντερο@υαγη.εδυ.γυ Teléfono 47860306.

Fabienne Torres-Menéndez, Profesora, Universidad Agraria de La Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: φαβιεννε@υαγη.εδυ.γυ Teléfono 47860306.

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC 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.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**



IAgric
Instituto de Investigaciones
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos
y comercializamos**

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.

INFORMACIÓN: Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo
E-mail: agriccomercial@minag.cu Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665