

**Evaluación tecnológica de la preparación de suelo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).  
Technological evaluation of the soil preparation of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.).**

**Autores:** Ing. Lismaris Maure-Rodríguez<sup>1</sup>, Msc Erwin Herrera-González<sup>2</sup>, Ing. Sandy Richard Navarro-Noa<sup>3</sup>; Ing. Alexei Lara-Millares<sup>1</sup>

**Organismo:** Centro Meteorológico Provincial, Guantánamo<sup>1</sup>; Universidad de Guantánamo, Cuba<sup>2</sup>; Delegación Municipal de la Agricultura en San Antonio del Sur, Guantánamo<sup>3</sup>

**E-mail:** [lismaris.maure@gtm.insmet.cu](mailto:lismaris.maure@gtm.insmet.cu); [erwin@cug.co.cu](mailto:erwin@cug.co.cu)

**Resumen.**

La investigación se desarrolló en áreas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 17 de mayo del consejo popular Guaibano, perteneciente al municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, de diciembre a febrero 2020; en un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado. Se utilizan varias normas para evaluar la explotación de la técnica y las agrícolas ramas (NRAG), con el objetivo de evaluar tecnológicamente las máquinas para la preparación de suelo para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), para reducir los costos. A través del análisis matemático se obtuvieron los parámetros de calidad, tecnológicos y explotación. De los resultados más significativos se encuentra la productividad por hora de tiempo de explotación para la aradura de 0,51 ha/h. El coeficiente de aprovechamiento del tiempo de explotación de las máquinas oscila entre 42 % para la aradura y 50 % en el recuce, la tecnología utilizada posee un costo de 219,92 \$/ha.

**Palabras clave:** Preparación de suelo; Laboreo mínimo

**Abstract.**

The research was developed in areas of the Agricultural Production Cooperative (CPA) "17 de Mayo" of the Guaibano popular council, belonging to the San Antonio del Sur municipality, Guantánamo province, from December to February 2020; on a Carbonated Soft Sialitic Brown soil. Several standards has been used to evaluate the exploitation of the technique and the agricultural branches (NRAG), with the objective of technologically evaluating the machines for the preparation of soil for the cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), to reduce costs. The quality, technological and exploitation parameters were obtained through mathematical analysis. One of the most significant results is the productivity per hour of exploitation time for plowing 0.51 ha / h. The machines exploitation coefficient time oscillates between 42% for the ploughing and 50% for harrowing. The technology used costs \$ 219.92 / ha.

**Keywords:** Soil preparation; Minimal tillage

## **Introducción.**

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto a las áreas cultivadas, nivel de producción y consumo, extendiéndose su producción en los cinco continentes, es la leguminosa más consumida en el mundo, por su importancia alimenticia aporta a la nutrición humana el 22 % de proteínas, 7 % de carbohidratos, 32 % de grasas y aceites; se ubica como un cultivo estratégico por su alto contenido en proteínas vegetales; por lo que el contenido proteico es aproximadamente el doble al de la mayoría de los cereales y es rico en micronutrientes esenciales como el hierro y el ácido fólico (CIAT, 2013; Romero *et al.*, 2013; FAO, 2014).

El cultivo del frijol en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común del campesino, cuya producción cumplimento en determinado grado las necesidades del país Actualmente es insuficiente la producción de este importante grano por la elevación del nivel de vida de la población en nuestro país se siembra alrededor de 100 mil ha anualmente para el consumo seco con rendimiento medio de 2,43 t/ha se produce y consume de forma muy popular pero la producción total nacional no satisface las demandas de nuestra población pues aún existen necesidades de importar miles de toneladas anualmente (ONEI, 2016).

Los agricultores cubanos poseen cultura agronómica y disponen de fondos de tierra para producir granos en un ambiente favorable, asociado a determinadas tecnologías siempre que se garanticen los insumos mínimos indispensables, lo que permitiría rendimientos económicamente rentables y se contribuiría a la sustitución de importaciones (MINAGRI, 2015).

Para lograr niveles productivos que satisfagan las necesidades crecientes de la población es necesario el uso correcto de las tecnologías de preparación de suelos, conduce indiscutiblemente a la disminución de los costos de producción y el cuidado de los recursos naturales. De aquí la importancia, de la correcta utilización de la maquinaria agrícola y de los sistemas de preparación de suelos (Font, 2014; Lora, 2016).

En algunos polos productivos del país se han introducidos maquinarias que, si bien propiciarán aumentar los niveles productivos, se desconoce su comportamiento. De ahí la necesidad de realizar investigaciones para evaluar los índices de explotación y económicos de las máquinas para la preparación de suelo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en áreas de la CPA 17 de Mayo logrando la reducción de los costos económicos

## **Método o Metodología.**

La investigación se desarrolló en áreas de Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 17 de Mayo ubicada en el consejo popular Guaibanó, del municipio San Antonio del Sur provincia Guantánamo; Durante el periodo diciembre-febrero de 2020; con un relieve semi llano con Suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado para valorar comparativamente los parámetros de calidad del trabajo de explotación, y económicos empleando la norma cubana NC:34-37 2005 Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa, durante cuatro labores de preparación de suelo para el frijol variedad Delicia 364, empleando técnicas de laboreo mínimo (Hernández *et al* 2015).

El procesamiento de los datos experimentales se realizó por vía automatizada, aplicando los programas de cómputo: Microsoft Excel, para organizar, procesar los datos primarios y elaboración de gráficos de Pareto, para el desarrollo de los análisis de varianza de la densidad aparente y la humedad por nivel de profundidad, la comparación múltiple de medias

se aplicó la prueba de la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se utiliza el paquete estadístico STATGRAPHICS centurión XV.

### **Resultados y Discusión.**

Los resultados de la densidad aparente del suelo (Tabla 2) fueron los siguientes; en los primeros 10 cm se obtuvo un valor promedio de 1,294 g/cm<sup>3</sup> en ambas parcelas, incrementándose de forma lineal en la medida que aumenta la profundidad, alcanzando un valor final promedio en ambas parcelas de 1,325 g/cm<sup>3</sup> lo significa que a medida que aumenta la profundidad aumenta la compactación del suelo y su contenido de humedad a partir del piso de aradura formado.

#### **Dureza del suelo.**

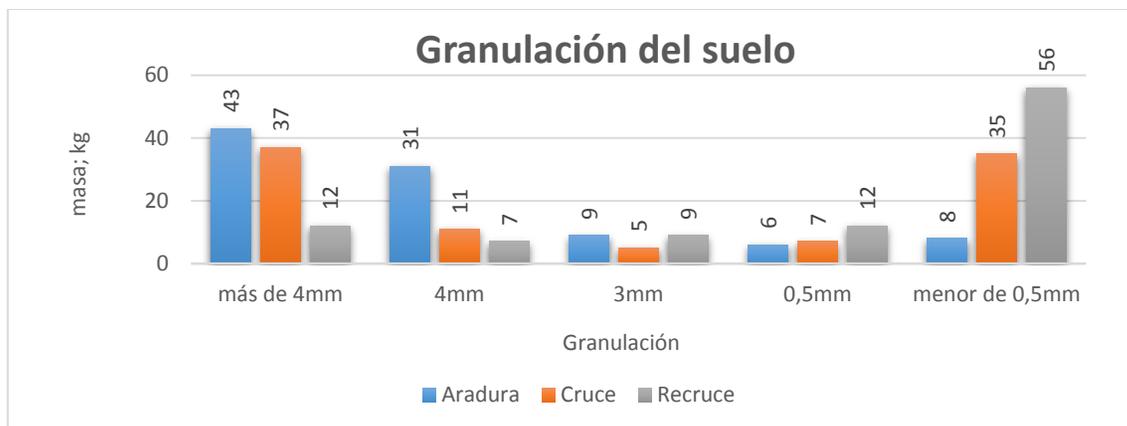
La dureza del suelo se determinó antes de comenzar la preparación de suelo y después de aplicar las labores (tabla 1), en el primer caso se tomaron tres muestras por cada parcela y como resultado, se obtuvo en la capa superficial de 0...10 cm, valor promedio de 805,67 Kpa, demostrando una disminución con respecto a los valores obtenidos antes de comenzar la preparación de suelo de 96,68 Kpa provocado por la presencia de una fuerte costra superficial. En la capa más profunda; entre 20...30 cm de profundidad, se incrementan los valores demostrando que a medida que aumenta la profundidad en el suelo aumenta la dureza de este provocado fundamentalmente por la costra formada en el piso de aradura y que incide proporcionalmente a medida que aumenta la profundidad en la humedad del suelo.

**Tabla 1.** Caracterización de los valores de calidad.

Profundidad	Humedad; %		Densidad Aparente; g/cm <sup>3</sup>		Dureza kpa	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
0...10 cm	13,54	16,56	1,42	1,294	902,3504	805,67
10...20 cm	14,26	19,72	1,46	1,296	2231,663	2006,53
20...30 cm	16,35	22,35	1,64	1,325	2893,388	2560,52

#### **Granulación del suelo**

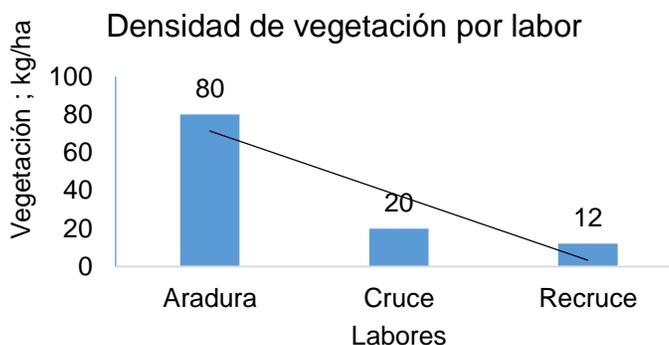
La granulación del suelo (figura 1) demuestra que precisamente durante la labor de aradura existe mayor cantidad de partículas de más de 4 mm de diámetro 43 kg no así después del pase de la grada que va disminuyendo la granulación hasta llegar a su valor más bajo con el segundo pase de la grada (recruce) que alcanza valores de 56 kg de partículas menores de 0,5 mm de diámetro para alcanzar una buena mullición del suelo y así lograr condiciones óptimas para la germinación y desarrollo de las plantas a sembrar.



**Figura 1.** Granulación del suelo por labores

### Densidad de la vegetación indeseable

La densidad de la vegetación indeseable (figura 2) nos da la medida del nivel de rebrote de la maleza una vez realizada las labores de preparación de suelo; medido justamente antes de realizar la labor que le sucede demostrando una tendencia a disminuir la densidad de vegetación a medida que aumentamos las labores de gradeo tal y como se recomienda en el instructivo técnico del cultivo y así evitando que una vez realizada la siembra exista un excesivo rebrote de pantas indeseable que contrarresten en el buen desarrollo de las plantas sembradas.



**Figura 2.** Densidad de vegetación por labor

### Altura de la vegetación indeseable.

En la figura 3 se muestra la altura de la vegetación después de realizada la labor y antes de la labor siguiente, demostrando que a medida que se realiza las labores la vegetación disminuye porque se le dificulta el rebrote y por ende la altura va disminuyendo provocado fundamentalmente porque el sistema radicular de las plantas indeseables está dañado por el constante cizallamiento de los implementos agrícolas, la exposición de las raíces al sol y la baja precipitaciones.

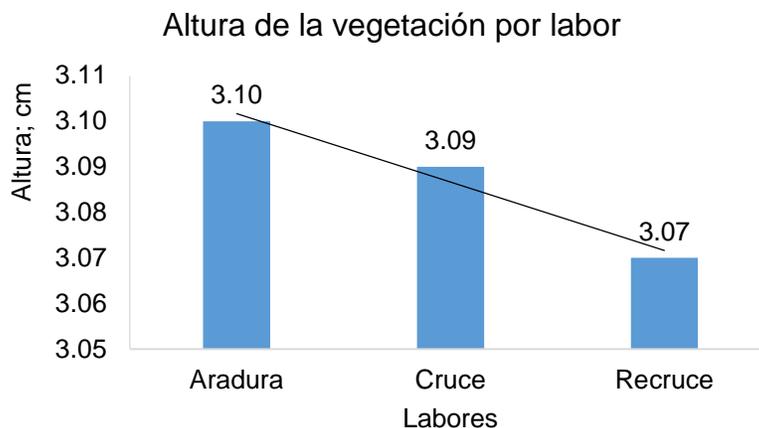


Figura 3. Altura de la vegetación por labor

### Condiciones meteorológicas.

Durante el periodo del experimento las variables meteorológicas (tabla 2) se comportaron favorablemente, las precipitaciones promediaron 34.3 mm<sup>3</sup> lo que hizo posible que el suelo se encontrara en tempero, La humedad relativa promedia entre 71...77 % mientras que la temperaturas ambiental estuvo entre 22.9...23.8 °C.

Tabla 2. Comportamiento de las variables meteorológicas en el área experimental durante el periodo de prueba.

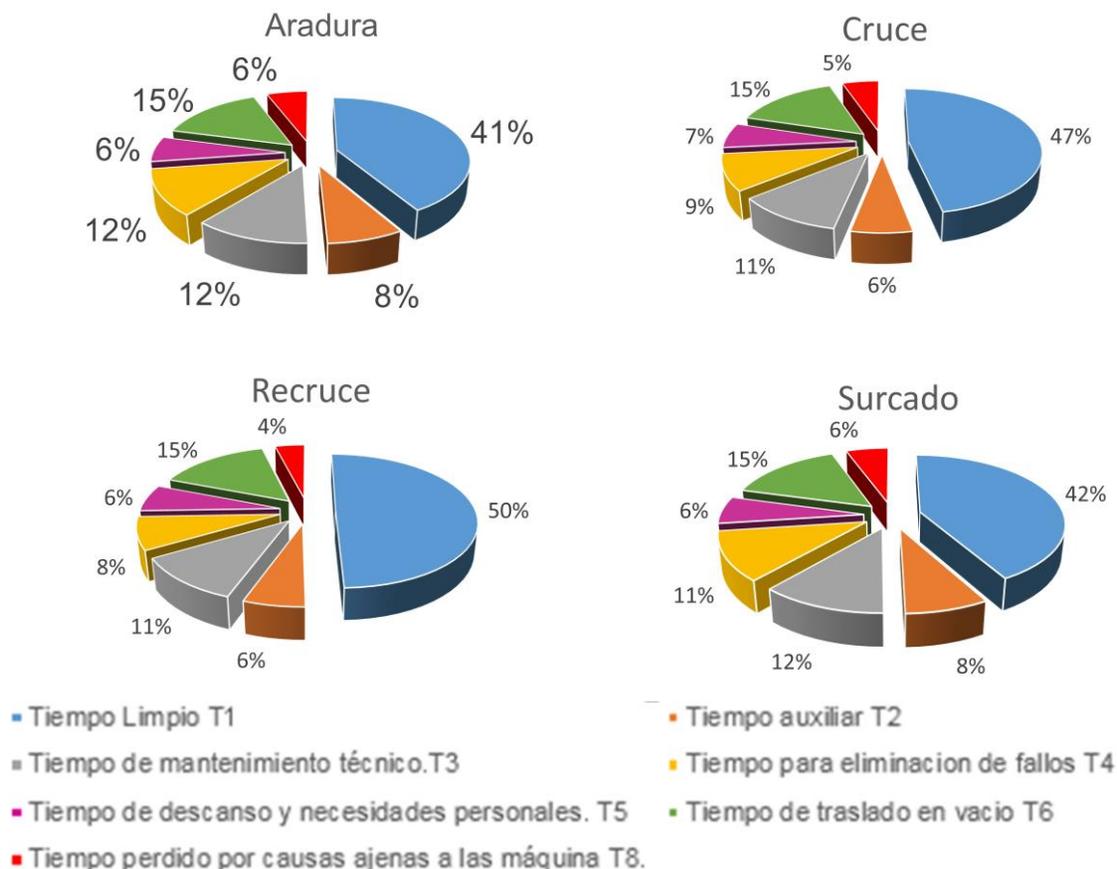
Variable	Dic	Ene	Feb
Temperatura Media; °C	23.8	22.9	23.8
Humedad Relativa Media; %	77	77	71
Precipitación Mensual; mm <sup>3</sup>	34.3	33.6	46.2

Según: Centro Meteorológico de Guantánamo 2020

### Índices de explotación y económicos

Al analizar los datos del Fotocronometraje del tiempo de turno de las labores de preparación de suelo, balance del tiempo de explotación (Figura 4), se aprecia cómo se distribuyen los diferentes componentes del tiempo de la jornada.

Para la eliminación de fallos de las máquinas se alcanza valores entre 8...12 %, debido a que las máquinas que se utilizan, no están en buen estado técnico, la falta de medios y piezas para su restablecimiento, además el personal que trabaja directamente con las máquinas no está capacitado para la tecnología existente. El tiempo de mantenimiento técnico oscila entre 11 y 12 %, el cual se afecta fundamentalmente por la deficiencia de las herramientas (llaves y engrasador, etc.), la baja capacitación del personal (operadores). El tiempo de descanso, y de necesidades del personal que trabaja con la máquina esta entre 6 y 7 %, el mismo estuvo por encima de lo determinado por Herrera (2011), que fue del 4 %, otro indicador que tuvo una incidencia desfavorable fue el tiempo de traslado en vacío, el cual llegó al 15 % ocasionado por la excesiva distancia entre los campos trabajar y su dimensiones que dificulta el viraje durante las labores realizadas en la preparación de suelo.



**Figura 4.** Cronometraje de las labores de preparación de suelo

Otra de las incidencias que afectaron el desarrollo de las labores fue las paradas por causas ajenas de la máquina entre 4...6 %, causado fundamentalmente por la falta de organización por parte del personal que dirige la actividad, solo se alcanza valores del tiempo de trabajo limpio entre 41...50 % de la jornada, por debajo de lo planteado por Herrera, 2011; Ferrer, 2009; Parra, 2009 que debe ser por encima de 70 %.

La productividad de las labores de aradura, cruce, recruce y surcado (tabla 3) demuestran que los valores más favorables están en la aradura y surcado con valores de 1,15 y 1,17 ha/h respectivamente por debajo de los valores indicados en las normativas que debe estar por encima de 2,5 ha/h; provocado fundamentalmente por el bajo valor del tiempo limpio es decir tiempo transcurrido en el cual la máquina, cambia el objeto de trabajo, cuando todos los órganos principales de la máquina se encuentran bajo carga.

Mientras que los valores de la productividad por hora de tiempo explotación tiene incidencias negativas provocado por la poca duración del tiempo de explotación las excesivas parada la mala disposición de los campos, deficiente planificación de las parcelas a trabajar lo que aumenta los tiempos de traslados entre campos y área de parqueo.

**Tabla 3.** Productividad de las labores de preparación de suelo.

<b>Parámetros tecnológicos</b>	<b>Aradura</b>	<b>Cruce</b>	<b>Recruce</b>	<b>Surcado</b>
Productividad por hora de tiempo limpio ha/h	1,15	0,98	0,94	1,17
Productividad por hora de tiempo explotación ha/h	0,51	0,48	0,49	0,52
Productividad por hora de tiempo de turno ha/h	1,01	1,03	1,10	1,09
Productividad por hora de tiempo productivo ha/h	0,66	0,63	0,63	0,63
Productividad por hora de tiempo de turno sin falla ha/h	1,01	1,03	1,10	1,09
Productividad por hora de tiempo operativo ha/h	0,97	0,86	0,84	0,84

Los coeficientes como indicadores de eficiencia de la utilización de la maquinaria (Tabla 4) demuestran que están muy por debajo de los valores que se podrían alcanzar con el uso racional y una buena organización y planificación de los procesos mecanizados. Sin embargo, el coeficiente de pases de trabajo se comporta favorable en las labores de cruce y recuce porque en estas no se pierde tiempo en viraje, ya que durante este se mantienen trabajando los órganos de trabajo del conjunto. Así mismo ocurre con el coeficiente de utilización del tiempo de turno los que debería de estar por encima de 97 % como se plantea en la NC: 34-37:2005.

El coeficiente de utilización del tiempo de turno sin fallo, posee valores muy desfavorables ya que solo tiene una efectividad del 50 % provocado por la baja calidad de los mantenimientos técnicos preventivos, los que no cumplen con las operaciones previstas al 100 % logrando la aparición de fallos de los agregados una vez iniciada la labor. Por lo tanto el tiempo productivo disminuye y con el coeficiente de utilización del tiempo productivo que alcanza valores entre 0,57...0,67, lo que sin duda tiene una influencia negativa en la eficiencia de las máquinas.

**Tabla 4.** Coeficientes de las labores de aradura, cruce y recuce

<b>Parámetros de explotación</b>	<b>Aradura</b>	<b>Cruce</b>	<b>Recruce</b>	<b>Surcado</b>
Coeficiente de utilización del tiempo de turno	0,87	0,95	0,96	0,86
Coeficiente de utilización del tiempo de explotación	0,42	0,47	0,50	0,42
Coeficiente de mantenimiento técnico	0,78	0,81	0,82	0,78
Coeficiente de pases de trabajo	0,87	0,95	0,96	0,86
Coeficiente de utilización del tiempo productivo	0,57	0,64	0,67	0,57
Coeficiente de utilización del tiempo de turno sin fallo	0,50	0,55	0,56	0,50

**Evaluación económica**

Para la evaluación económica (Tabla 5) nos basamos en las NC 34-38 la cual hace su análisis sobre la base de los gastos directos de explotación de los conjuntos mecanizados

que se utilizan en las entidades productivas según la tecnología aplicada para el cultivo del Frijol.

Al emplear tecnologías con implementos acoplados a la fuente energética de tractores agrícolas, al efectuar las diferentes operaciones se destaca el empleo de los siguientes conjuntos mecanizados.

- Aradura con tractor y arado de disco. AR-3 (Tabla 4 Anexo).
- Pase de grada con tractor y gradas de disco G-965 (Tabla 3 Anexo)
- Surcado con tractor y surcador SLA/U 2 150 BS (Tabla 4 Anexo)

En este estudio solo nos detuvimos a analizar los gastos en la preparación de suelo.

**Tabla 5.** Gastos directos de explotación de los conjuntos mecanizados.

Componentes de los gastos directos de explotación.	Aradura. Tractor+AR-3	Cruce Tractor+G9 65	Recruce Tractor+ G965	Surcado Tractor+SLA/ U 2 150 BS
Gasto de salario; \$/ha	2,35	1,57	1,65	2,35
Gasto de amortización; \$/ha	6,15	4,35	6,85	6,25
Gastos de Rep. Y Mtto; \$ /ha	9,15	5,15	8,15	6,35
Gastos Comb y Lub; \$/ha	16,78	7,25	5,26	8,5
Otros Gastos; \$/ha	3,15	2,15	2,35	2,8
Gastos Directos; \$/ha	37,58	21,28	25,05	27,45
Gasto total; \$/ha	219,92			
Gasto total para 4 hectáreas	<b>879,68</b>			

El uso de conjuntos mecanizados basado en el empleo de los tractores al realizar labores agrícolas de preparación de suelo para el cultivo del frijol, demuestra que el mayor gasto de explotación es en la aradura, provocado principalmente por ser esta la primera labor que se realiza y el conjunto debe realizar mayor esfuerzo de tracción y por ende mayor consumo de combustible, mayor gastos en mantenimientos y reparación, lo que reporta un gasto de explotación de la preparación de suelo de 219,92 \$/ha.

### **Conclusiones.**

Se determinaron los índices de explotación lo que demuestra que la eficiencia del aprovechamiento del tiempo de explotación y el tiempo de turno oscila entre 42 y 56 % respectivamente.

La caracterización del suelo demuestra que el uso indebido de las máquinas influye negativamente en las propiedades físicas del suelo humedad, densidad, compactación y granulación.

La tecnología utilizada para la preparación de suelo del frijol en el área de la CPA 17 de mayo posee un costo económico de 219,92 \$/ha.

## **Recomendaciones.**

1. Lograr mayor eficiencia en aprovechamiento del turno de trabajo para mejorar con ello los índices de explotación.
2. Disminuir los tiempos perdidos que influyen negativamente en la eficiencia del trabajo de las máquinas.
3. Disminuir las labores convencionales en la preparación de suelo las que influyen negativamente en las propiedades s del suelo.

## **Bibliografía.**

- Aguilar, V.; L. Hernández; M. Figueroa y N. Duarte: Impacto de la preparación del suelo sobre las características físicas del suelo, calidad y rendimiento de las raíces de yuca, [en línea]. Revista La Calera. ISSN: 1998-8850. Vol. 11 No. 17 pp. 26-32, 2013. Disponible en: <http://lcalera.una.edu.ni/index.php/calera/article/view/168/0> [Consulta: 18/01/2019].
- Cruz, D.M.; Herrera, S.M.; Pita, F.M.Á.; Pedraza, G.L.: “Diseño de un nuevo apero para la labranza conservacionista de los suelos cañeros”, Revista Ingeniería Agrícola, 8(1): 47-53, 2018, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-876.
- FAO: Anuario Estadístico de la FAO, Ed. FAO, Alimentar al mundo ed., Rome, Italy, 2014, ISBN: 978-92-5-308149-3.
- Font, D.: Tecnologías sostenible de preparación del suelo en la producción de boniato (ipomea batataslam). Revista electrónica editada por MEGACEN, Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba. No. 1, [en línea], 2014. Disponible en: <http://cienciapc.idict.cu/index.php/cienciapc/article/viewArticle/317> [Consulta: 14/11/2018].
- García E. y Flego F. Tecnología agropecuaria. Agricultura de precisión. [www.agriculturadeprecisión.org](http://www.agriculturadeprecisión.org). Revisado 2-2-2019.
- Hernández, A.; Pérez, J.; M.; Bosch, D. y Castro, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.
- Hernanz Martos J L. 2014 Maquinaria para el laboreo mínimo y la siembra directa e.t.s.i.a. Madrid ministerio de agricultura.
- Lambert Gámez Aquile. 2018 *Canavalia ensiformis* (L) D.C como cultivo precedente de un sistema de manejo micorrízico para el cultivo de *Solanum lycopersicum* L Trabajo de Diploma presentado en opción al Título de Ingeniero Agronomía. Guantánamo. Cuba.
- Maure, R. L. 2019 Evaluación tecnológica de las máquinas para la preparación de suelo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la CPA 17 de Mayo trabajo de diploma Guantánamo. Cuba
- MINAGRI 2015 Propuesta de tecnología para la producción de granos con el equipamiento previsto con el programa más alimentos. La Habana.13p.
- MINAGRI. 2015. Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba 93p.
- ONEI 2014 Producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera. Sector estatal. [www.one.cu](http://www.one.cu): Anuario Estadístico de Cuba 2013. Edición 2014.

- ONEI. 2016. Oficina Nacional de Estadística en formación. Anuario Estadístico de Cuba 2015. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y pesca. Edición 2015 [En línea]. [Consultado: octubre de 2017] . Disponible en: [www.onei.cu](http://www.onei.cu).
- ONEI. 2017. Oficina Nacional de Estadística en formación. Anuario Estadístico de Cuba 2015. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y pesca. Edición 2015 [En línea]. [Consultado: octubre de 2017] . Disponible en: [www.onei.cu](http://www.onei.cu).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).2014. Dirección de Estadísticas: FAOSTAT (en línea). Consultado el 7 de febrero 2019. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/S>

**Fecha de recibido: 6 junio. 2020**  
**Fecha de aprobado: 13 agosto. 2020**