



## Apero para la roturación y surcado basado en el principio de la herramienta brocha mecánica

### *Implement for plowing and furrowing based in the mechanical brush tool*

Dr.C. Roberto Amado Albóniga Gil

Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** La presente investigación fundamenta teórica y experimentalmente los parámetros de diseño de un apero basados en los principios de trabajo de la herramienta denominada brocha mecánica. La experimentación se realizó en modelos a escala 1:2, acorde a la Teoría de la Semejanza y el Dimensionamiento, que representaron al modelo propuesto como “brocha agrícola” y al C-101XV en su diseño original. Ambos modelos fueron evaluados en las variantes roturando y roturando-surcando, en un Canal de Suelo, reproduciendo los parámetros de humedad y compactación al suelo empleado según diseño experimental y que simularan las condiciones extremas en que se puede realizar esta labor en condiciones naturales. Ambos modelos roturando cumplieron con el perfil del surco acorde a la distribución geométrica de sus órganos de corte, obteniendo similar granulometría y una demanda energética de 3,56 % superior en el modelo propuesto respecto al que representaba al C-101XV. Los resultados roturando-surcando indicaron la superioridad del modelo propuesto al lograr 85,28 % de fragmentos de suelo con dimensiones inferiores a 50 mm y la reducción de la resistencia traccional en 25,93 %, contra el C-101XV, por deteriorarse estos indicadores, al provocar la aparición de grandes fragmentos de suelo. El apero fue propuesto para su construcción.

**Palabras clave:** modelación, resistencia traccional, roturación de suelos.

**ABSTRACT.** This research bases theoretically and experimentally the design parameters of an implement for the preparation of soils in sugarcane based on the working principles of the tool called mechanical brush. The experiment was carried out on models to scale 1:2, according to the theory of similarity and dimensioning that represented the model proposed as “agricultural brush” and the C-101XV in its original design. Both models were evaluated in the variants plowing and plowing-furrowing in a Channel Soil Laboratory, reproducing the parameters of humidity and compaction of the soil used according to an experimental design and simulating the extreme conditions in that it can be carried out this work under natural conditions. Both models in plowing fulfilled the desired profile of the furrow in accordance with the geometric distribution of their cutting pieces, obtaining similar composition of the particles of soil and energy demand of 3.56 % superior in the proposed pattern regarding the one that represented the C-101XV. The results plow-furrowing indicated the superiority of the proposed pattern when achieving 85.28 % of soil particles with inferior dimensions to 50 mm and the reduction of the resistance to traction in 25.93 % regarding the C-101XV, due to the deterioration of these indicators, when provoking the appearance of big fragments of soil. The farm tool was proposed for its construction.

**Keywords:** modeling, tensile strength, tillage.

## INTRODUCCIÓN

La comunidad científica y la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han sido promotoras de un cambio de paradigma en la agricultura, divulgando el empleo de diferentes tecnologías que proponen tratar al suelo con una óptica conservacionista. Se insta a evitar prácticas

agresivas como el empleo de equipos pesados que compacten excesivamente el suelo, su mullido hasta pulverizarlo, su desnudamiento (Gómez *et al.*; 1997; Derpesch y Friedrich, 2009<sup>1</sup>). Un porcentaje considerable del costo de producción agrícola y el mayor gasto total de energía corresponden a las labores de

<sup>1</sup> DERPESCH, R. & FRIEDRICH, T.: Development and Current Status of No-till. Adoption in the World, En: 18 th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization, Izmir, Turkey, 2009.

preparación del campo para la plantación, requiriéndose máquinas que lo simplifiquen y eleven la productividad, minimizando o eliminando los daños al Medio Ambiente. (Domínguez y Fonseca, 1979; Martín, 1987<sup>2</sup>; Márquez, 1996; Santana, 1999; Álvarez, 1997<sup>3</sup>, 2000<sup>4</sup>; Santana *et al.*, 1999<sup>5</sup>; Santana y Fuentes, 1999<sup>6</sup>; Ortíz y Rössel (2007<sup>7</sup>); Six *et al.*, 2004; Ríos *et al.*; 2006<sup>8</sup>; Leyva, 1998; González, 2011<sup>9</sup>).

En Cuba, a partir de la década de los ochenta del pasado siglo comenzaron a extenderse tecnologías de laboreo mínimo, basadas en escarificadores con saetas. Se desarrollaron, por el antiguo Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), los multiarados y se fueron generalizando sus aplicaciones a la preparación de suelos en caña de azúcar. (Bouza, 1981<sup>10</sup>; Gutiérrez *et al.*; 2004; Leyva *et al.*; 2007<sup>11</sup>; Betancourt *et al.*; 2007). En igual período surge el subsolador-descepador-surcador C-101, desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), el que obtuvo buenos resultados en suelos ligeros y medios, siendo capaz de reducir los costos hasta un 75%, y de labrar la zona donde se encuentra el 80% del sistema radicular de la planta (Córdoba *et al.*; 1997<sup>12</sup>; Córdoba, 1999<sup>13</sup>; Leyva, 1999<sup>14</sup>; Cuba. INICA (1997<sup>15</sup>, 1998<sup>16</sup>, 2007, 2012). Su uso estuvo restringido a las condiciones de los suelos arcillosos, necesitando generalmente acciones complementarias para alcanzar el lecho de plantación exigido (Pérez, y Pla, 1998<sup>17</sup>; Leyva, 1999; Betancourt, 2007b; Quesada, 2010). El C-101, no obstante lo revolucionario de su principio, al generalizarlo a otros tipos de suelos, más pesados y con altos grados de compactación, no resultó tan alentador, limitando su empleo a operaciones independientes como subsolador o para surcar en campos previamente roturados, labor que realiza cumpliendo con la reproducción del perfil requerido

por las exigencias agrotécnicas para la plantación de la caña de azúcar (Cuba. INICA, 2007<sup>18</sup>, 2012). Su principal deficiencia es producir un elevado porcentaje de fragmentos de suelo mayores de 50 cm, al realizar el corte del suelo compactado en solo dos escalones de 15 cm cada uno, además de no haber sido evaluado previamente en otros tipos de suelos destinados a la plantación de la caña de azúcar. (Cairo *et al.*; 2001; Castillo, 2008<sup>19</sup>).

El C-101XV fue una maqueta experimental diseñada por el INICA a partir de los principios de trabajo del C-101, no sustentada en una base científica, sino más bien práctica. En pruebas realizadas por sus creadores se lograron buenos resultados en la fracturación de un suelo Ferralítico rojo en labores de roturación. (Córdoba *et al.*, 2005<sup>20</sup>). En un segundo pase sobre la propia hilera, que incluía la conformación del surco, este no cumplía completamente con las exigencias agrotécnicas para la plantación de la caña de azúcar, motivado por la aparición de grandes terrones de suelo, la falta de uniformidad en el perfil y profundidad del surco para la plantación y el incremento de consumo energético por el tractor. Las deficiencias principales de este apero radicaban en la disposición y dimensiones de sus órganos de corte.

De la misma manera que existe una fresadora agrícola, con su principio de funcionamiento basado en la fresadora mecánica, es posible investigar la trasposición del principio de trabajo de otra herramienta, la brocha mecánica, que mediante la colocación de cuchillas de forma consecutiva sobre un soporte, incrementa por escalones la profundidad y el ancho de labor, logrando acabados de calidad y disminución del consumo energético frente a otras herramientas de uso tradicional realizando la misma función. (ASABE, 2006a,b,c; Barber, 2006<sup>21</sup>; Blanco, 2007; Leyva, 2010; Betancourt, 2011<sup>22</sup>; Al bóniga *et al.*; 2011).

<sup>2</sup> MARTÍN, O.: La caña de azúcar en Cuba, Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1987.

<sup>3</sup> ÁLVAREZ, D.: "Para plantar bien la caña" Cañaveral, 3(2): 8-10, 1997.

<sup>4</sup> ÁLVAREZ, D.: Reducir costos y ganar calidad. Cañaveral, 6(2): 3-8, 2000.

<sup>5</sup> SANTANA, M., FUENTES, J., BENÍTEZ, L., COCA, J., CÓRDOBA, R., HERNÁNDEZ, S., ARCIA, J., HERNÁNDEZ, J., HERNÁNDEZ, L. Y SOCARRÁS, D.: Principios Básicos para la aplicación de tecnologías de preparación de suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible, 77pp., Ed. INICA-MINAZ-IIMA-CNCA, La Habana, Cuba, 1999.

<sup>6</sup> SANTANA, M. y FUENTES, J.: "Preparación sustentable del suelo", Cañaveral, 4(4): 7-11, 1999.

<sup>7</sup> ORTÍZ, L. Y RÖSSEL, K.: Herramientas para la labranza de suelos agrícolas, pp. 3-16, 27, 39, 61-158.; Colegio de postgraduados, Estado de México, México, 2007.

<sup>8</sup> RÍOS, A., CASTRO, P., CAMPOS, R. y SUÁREZ, J.: Tractores e Aperos Agrícolas, Ed. IIMA, La Habana, 2006.

<sup>9</sup> GONZÁLEZ, O.: Modelación de la compactación provocada por el tráfico de neumáticos de los vehículos agrícolas en suelos ferralíticos rojos, 185pp., Tesis de Doctorado, UNAH, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2011.

<sup>10</sup> BOUZA, H.: La labranza mínima, nueva tecnología para el cultivo de la caña de azúcar. Ciencias de la Agricultura, 9(2): 115, 1981.

<sup>11</sup> LEYVA, O., PARRA, R., VIDAL, Y. Y ORTIZ, A.: Análisis comparativo entre seis tecnologías de laboreo de conservación sobre un suelo aluvial para caña de azúcar respecto al rendimiento agrícola de la cosecha en la Empresa Azucarera "A. Colina" de la Provincia Granma. En: AGROCIENCIAS 2007, UNAH, La Habana, Cuba, 2007.

<sup>12</sup> CÓRDOBA, R., VELARDE, E., GÓMEZ, A. y LEYVA, M.: Tecnología mecanizada para el laboreo localizado, Ed. INICA, La Habana, Cuba, 1997.

<sup>13</sup> CÓRDOBA, R.: Laboreo localizado de suelos. Informe de Investigación, Ed. INICA, 70pp., La Habana, Cuba, 1999.

<sup>14</sup> LEYVA, O.: La preparación de suelos y su tendencia al laboreo mínimo, 19pp., En: Seminario Provincial de actualización para Subdirectores Agrícolas y jefes de Maquinarias de los Complejos Agroindustriales Azucareros de la Provincia de Granma Ed. Delegación provincial del MINAZ, Bayamo, Granma, Cuba, 1999.

<sup>15</sup> CUBA. INICA: Descepador Subsolador C-101, 10pp., Instructivo Técnico, Ed. MINAZ, La Habana, 1997.

<sup>16</sup> CUBA. INICA: Instructivo Técnico para el laboreo localizado con el escarificador C-101, 14pp., Ed. INICA-MINAZ, La Habana, 1998.

<sup>17</sup> PÉREZ, C. y PLÁ, E.: "Dos experiencias sobre laboreo, labranza en franja y mejoramiento de suelo", Cañaveral, 4(3), 27-28, 1998.

<sup>18</sup> CUBA. INICA: Instructivo Técnico para la producción y cultivo de la caña de azúcar, 166pp., Ed. INICA-MINAZ, La Habana, 2007.

<sup>19</sup> CASTILLO, P.: Evaluación del impacto de cuatro tecnologías de labranza sobre las propiedades físicas de un suelo tipo vertisol y los rendimientos agrícolas y energéticos de la caña de azúcar (saccharumOfficinarum), en el CAI Majibacoa, en la Provincia Cubana las Tunas. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2008.

<sup>20</sup> CÓRDOBA, R., VELARDE, E., ZUASNÁBAR, R. y GÓMEZ, A.: El laboreo de suelos y su efecto sobre la incidencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar, 6pp., En: XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, La Habana, Cuba, 2005.

<sup>21</sup> BARBER, R.: Consultoría de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Roma, Italia, 2006.

<sup>22</sup> BETANCOURT, Y.: Escarificación localizada primaria para el perfeccionamiento de la tecnología de preparación de suelos arcillosos pesados con superficie acanterada dedicados a la caña de azúcar, 178pp., Tesis de Doctorado. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2011.

El Objetivo de la presente investigación fue fundamentar teóricamente y mediante su evaluación experimental las dimensiones y la disposición de los órganos de corte de un apero para roturación de suelos bajo el principio de funcionamiento de la brocha mecánica. Su novedad científica radica en el empleo de los principios de corte de la brocha mecánica en el diseño de un apero de preparación de suelos, cumpliendo las exigencias agrotécnicas del cultivo en cuestión y preceptos de Agricultura de Conservación, aplicados a la plantación de caña de azúcar, así como la propuesta de bases para el establecimiento de una nueva tecnología para la preparación de suelos. Su actualidad está en concordancia con la tendencia mundial de la preparación

de suelos hacia el laboreo mínimo y de conservación.

## MÉTODOS

Las investigaciones experimentales se realizaron en el Laboratorio Canal de Suelo, del CEMA de la Universidad Agraria de La Habana, "Fructuoso Rodríguez Pérez", en la Provincia de Mayabeque.

El canal de suelos está constituido por cinco conjuntos fundamentales: estructura metálica que actúa como contenedor del suelo a evaluar; conjunto de locomoción; vehículo portaimplementos; equipamiento electrónico para la adquisición de datos y sistema energético de potencia, mando y control. Figura 1.



FIGURA 1. Canal de Suelos. a) Estructura metálica del canal; b) Conjunto de locomoción; c) Vehículo portaimplementos; d) Sistema energético de potencia, seguridad y control; e) Equipamiento electrónico para la adquisición de datos.

La experimentación se realizó en modelos a escala 1:2, acorde a los preceptos de la Teoría de la Semejanza y el Dimensionamiento, a partir de los principios teóricos propuestos para la "brocha agrícola" (Figura 2) y tomando en cuenta los logros y deficiencias de los órganos subsoladores de los aperos C-101 y la maqueta experimental C-101XV. Partiendo de las dimensiones y ángulos de incidencia de las saetas con el suelo, se generan dos variantes de modelos físicos de cuatro brazos escalonados en profundidad: saetas con ancho variable (Variante I) y saetas con similares dimensiones (Variante II), (Figura 3).

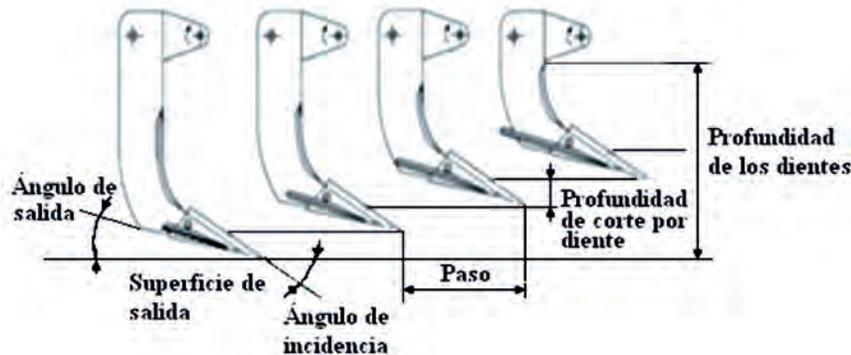


FIGURA 2. Parámetros característicos de la brocha agrícola propuesta.

La distancia entre órganos de corte exige asumir un criterio práctico que la hace mayor por ser necesario considerar el ángulo de giro del brazo al actuar el elemento de protección por sobrecarga (Figura 3).

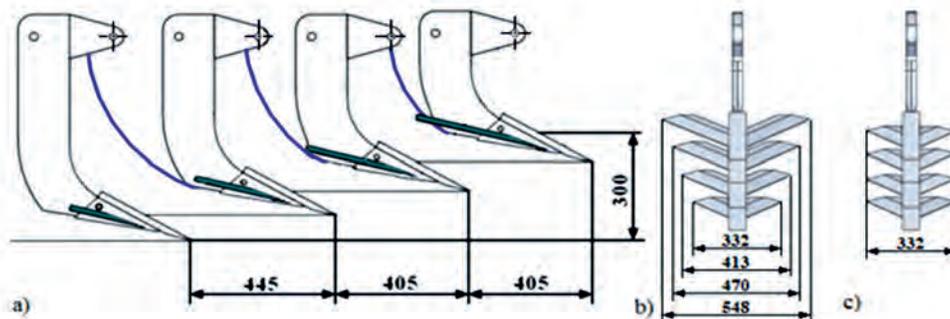


FIGURA 3. Dimensiones características de los modelos propuestos. a) Distanciamiento entre brazos; b) Ancho máximo de cada saeta en la Variante I; c) Ancho máximo de las saetas en la Variante II.

Partiendo del diseño original se fabricaron los modelos a escala (Figura 4) con los que se realiza la evaluación según plan factorial 2<sup>k</sup> que caracterizan los parámetros de calidad de labor y de resistencia traccional durante la roturación para la comparación entre ambas variantes. Con la incorporación de un surcador de producción nacional también diseñado y construido a escala, se realiza la experimentación de las Variantes III y IV. Se elaboraron catorce metodologías para la ejecución de los experimentos.

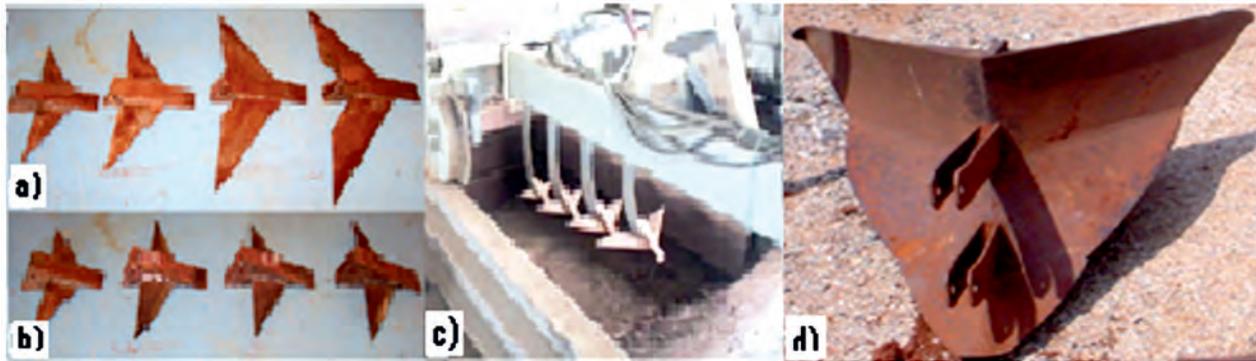


FIGURA 4. Cuñas con saetas y surcador construidos a escala. a) Variante I; b) Variante II; c) Brazos y cuñas con saetas colocados en el vehículo porta implementos.

Las tareas, objetos y aspectos a estudiar durante la investigación para caracterizar y comparar las variantes, aparecen en la Tabla 1.

Los diseños del canal, ambos modelos en escala natural, en escala reducida y del surcador se realizaron de forma digital, así como la evaluación de resistencia de las modificaciones realizadas a los 4 brazos, convirtiéndolos a su vez en transductores de fuerza mediante el empleo de extensometría por resistencia eléctrica para medir los esfuerzos de forma individual en cada uno de ellos en los experimentos realizados. Albóniga, (2011<sup>23</sup>).

La instrumentación extensométrica empleada para las mediciones de fuerza era de la Firma KIOWA Electronic Instrument Ltd. de Japón así como los insumos empleados para la fabricación de los brazos dinamométricos los que fueron debidamente calibrados antes y después de la realización de los ensayos al igual que los instrumentos empleados para la conversión de las señales analógicas a digitales y para el control de la humedad y compactación del suelo. La granulometría resultante fue evaluada mediante tamices con dimensiones escalonadas para su correcta clasificación. Todos los datos fueron procesados mediante tablas de EXCEL.

TABLA 1. Programa General de las investigaciones experimentales

Investigación	Objeto de investigación	Aspectos a estudiar
1- Fundamento de los modelos a investigar.	-Variante I -Variante II	-Fundamentación de los parámetros geométricos naturales del modelo base; -Aplicación de la Teoría de la Semejanza y el Dimensionamiento para la determinación de los parámetros constructivos y cinemáticos de las variantes a investigar.
2- Reproducción de las condiciones experimentales.	Parámetros para la experimentación.	-Reproducir las velocidades experimentales; -Crear las condiciones de humedad al suelo; -Crear las condiciones de compactación al suelo.
3- Investigación de modelo propuesto.	Variante I Variante II	-Índices de la calidad del trabajo: Perfil de suelo generado; Granulometría obtenida. -Evaluación energética y cinemática: Fuerza; Velocidad.
4- Evaluación comparativa entre variantes.	Variante I vs. Variante II	Índices de la calidad del trabajo; Evaluación energética.
5- Evaluación de las dos variantes con surcador.	Variante III vs. Variante IV	Calidad de labor final; Resistencia tractiva total.

<sup>23</sup> ALBÓNIGA, R. A.: Construcción de cuatro brazos de subsolador dinamométricos para la ejecución de ensayos en canal de suelos. MEMORIAS DEL CONGRESO AGROCIENCIAS 2011. UNAH, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2011.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar los ensayos de las variantes I y II los resultados no entraron en contradicción con los lógicamente esperados: La presencia de 4 órganos de corte con incremento de 3,75 cm reduce considerablemente la posibilidad de generación de partículas de suelo superiores a esa dimensión y la variante II con igual ancho de labor en todos sus órganos de corte generan paredes paralelas en su trayectoria, solo incidiendo en la resistencia tractiva los escalones de corte y la fricción entre partículas de suelo cortado, dando lugar a un menor consumo energético

respecto a la Variante I que por tener dimensiones mayores en el ancho de los 3 primeros brazos cortan un volumen mayor, ocasionando un consumo energético superior, lo que generando un área transversal del surco promovida acorde a la proyección geométrica frontal del surcador y con similar proporción en las dimensiones de las partículas de suelo. Por tales motivos resulta de mayor interés centrar el análisis de los resultados a las variantes III y IV con el surcador acoplado.

Los valores de resistencia tractiva obtenidos en los ensayos aparecen en la Tabla 2.

**TABLA 2. Resultado de la resistencia tractiva por cada brazo y total durante los ensayos**

Variante	Ensayos	Resistencia tractiva, N					
		Brazo 1	Brazo 2	Brazo 3	Brazo 4	Escala	Real
III	XIII	771,9	643,6	711,7	856,2	2 983,4	11 933,6
	XIV	810,3	793,9	831,5	998,9	3 434,6	13 738,4
IV	XV	725,5	597,6	645,0	1 668,9	3 637,0	14 548,0
	XVI	720,4	665,8	692,0	1 994,9	4 073,1	16 292,4

Se puede comprobar que en los 3 primeros brazos se mantiene la diferencia a favor de la variante IV, no así en el cuarto, que pese a incrementarse su valor, por tener acoplado al surcador, la diferencia es considerable, más notoria cuando se comparan los valores totales para diferentes niveles de humedad y compactación en que se realizaron los ensayos. Respecto a la calidad del acabado del perfil de los surcos generados y la granulometría lograda puede comprobarse mediante la Figura 5, donde se puede apreciar la diferencia entre el acabado de las dos variantes.

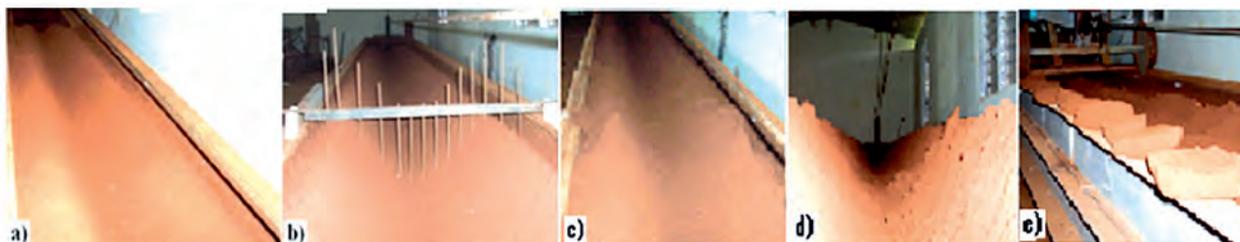


FIGURA 5. Acabado superficial. Variante III: a) Homogeneidad a todo lo largo del canal; b) Perfil obtenido; Variante IV: c) Variabilidad en el perfil evaluado; d) Superficie irregular con fragmentos de suelo de diferentes tamaños; e) Terrones de gran tamaño generados en las capas superiores

El objetivo que se persiguió con realizar esta evaluación fue precisamente demostrar que con la geometría del perfil desarrollado en la Variante I se logra, con el surcador acoplado, la reproducción del perfil y la granulometría que demandan las exigencias agrotécnicas de preparación del suelo para la plantación de la caña de azúcar con buena calidad, incluyendo la disminución del consumo energético como resultado final de la labor, aspectos que no fueron posible lograr con el C-101XV en condiciones reales.

Como resultado de la investigación realizada se evaluó sobre la propia maqueta experimental del C101 XV la variante con dimensiones diferentes en brazos y saetas acorde al diseño propuesto, lográndose resultados satisfactorios.

## CONCLUSIONES

- Los resultados expuestos permiten afirmar:
- Los fundamentos teóricos e investigaciones experimentales, permiten afirmar que el principio de trabajo de la herramienta multidientes para la elaboración de metales, denominado brocha mecánica, es totalmente extrapolable a la elaboración

de suelos, en virtud de que al utilizarse, se obtienen resultados similares en lo que respecta a la posibilidad de definir los parámetros de la sección cortada y las dimensiones de los fragmentos de material desprendido, variando el ancho de los dientes y el escalón de altura entre los mismos, así como que se incrementan las ventajas tecnológicas derivadas de minimizar las operaciones de trabajo;

- El programa y metodologías, elaborados sobre bases científicas permitió el desarrollo exitoso de la investigación en su concepción y ejecución. Se confirma el empleo de los canales de suelos como medios de investigación idóneos y la Teoría de la Semejanza y el Dimensionamiento para la modelación a escala de órganos de preparación de suelos, considerando la similitud de los resultados obtenidos cuando son llevados a su verdadera magnitud con respecto a los ensayos realizados en condiciones reales de trabajo;
- Las investigaciones realizadas muestran, en consecuencia, la posibilidad de crear un apero para la labranza localizada y surcado de suelos dedicados a la plantación de la caña de azúcar cumpliendo con las exigencias agrotécnicas requeridas. En la Variante I, se genera un perfil en forma de pirámide

truncada invertida para todos los valores de compactación y velocidad, no existiendo diferencias significativas en el perfil del surco generado. Analizando ambas variantes, para los rangos estudiados de velocidad, humedad y compactación, los perfiles generados cumplen su reproducción acorde a la geometría propia de cada variante, con similar comportamiento a la brocha mecánica;

- La tendencia en el comportamiento del modelo propuesto, indica que puede trabajar en condiciones de alta compacta-

ción y velocidad, con humedades inferiores a 20 %, porque aun así, es capaz de lograr resultados dentro de los límites permisibles en la preparación de suelo de forma localizada, al situar el suelo cortado sobre la propia hilera con un desplazamiento mínimo;

- Se demostró teórica, experimental y prácticamente la utilidad de crear aperos para labranza localizada de suelos a partir del laboreo en bandas de la capa de suelo a profundidades de 30 cm, lográndose economía en gastos de explotación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBÓNIGA, G. R.A.; C. DOMÍNGUEZ; C.E. IGLESIAS y A. FERNÁNDEZ DE CASTRO: “Diseño de brazos de subsolador dinamométricos para la ejecución de ensayos en canal de suelos”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 20(3): 49-52, 2011a.
- ALBÓNIGA, G. R.A.; C. DOMÍNGUEZ; C.E. IGLESIAS; y A. FERNÁNDEZ DE CASTRO: “Principio de la brocha mecánica aplicado a un apero de preparación de suelo”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 20(4): 17-21. 2011b.
- ASABE: American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE STANDARDS ASAE EP291.3 FEB05:06 *Terminology and definitions for soil Tillage and Soil-Tool Relationships*. USA, 2006a.
- ASABE: American Society of Agricultural and Biological Engineers, ASABE STANDARDS ASAE S477 DEC01:06 *Terminology for Soil-Engaging Components for Conservation-Tillage Planters, drills, and seeders*. USA, 2006b.
- ASABE: American Society of Agricultural Tillage Implements. ASABE STANDARDS ASAE S414.1 FEB04:06 *Terminology and Definitions for Agricultural Tillage Implements*. USA, 2006c.
- BETANCOURT, Y., VELARDE, E. y GARCÍA, I. “El laboreo localizado en los suelos arcillosos pesados para la plantación de caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 16(2): 31-34, 2007.
- BETANCOURT, Y., RODRÍGUEZ, M., LEÓN, L., GUTIÉRREZ, A. y GARCÍA, I.: “Variantes tecnológicas de laboreo mínimo para la plantación de caña de azúcar en los suelos de mal drenaje del Norte de Villa Clara”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 16(4), 53-57, 2007.
- BLANCO, G.: *Maquinarias y equipos para el laboreo mínimo y convencional [en línea] 2007, Disponible en: <http://www.eumedia.es/user/articulo490> [Consulta: 05 mayo 2014]*.
- CAIRO, P., CARVAJAL, M. y MACHADO, J.: “Efecto de diferentes métodos de mejoramiento sobre la fertilidad de los suelos degradados dedicados al cultivo de la caña de azúcar”, *Centro Azúcar*, ISSN: 0253-5777, E-ISSN: 2223-4861, 1(2): 37-42, 2001.
- DOMÍNGUEZ, M. y FONSECA, M.: “La compactación del suelo en la cosecha de caña mecanizada”, *ATAC*, ISSN: 0138-7553, 38(3): 57-64, 1979.
- GÓMEZ, A., VELARDE, E. y CÓRDOBA, R.: “Nuevas soluciones para la preparación de suelos en Cuba”, *Revista Cuba & Caña*, RNPS: 0605, E-RNPS:2258, 2(3): 31-36, 1997.
- GUTIÉRREZ, F., GONZÁLEZ, A., SERRANO, R. Y NORMAN, T.: “Evaluación tecnológico explotativa del conjunto Multiarado-Tractor J.D. Modelo 4235 en la labor de preparación primaria de un vertisol”, *Ciencia Ergo Sum*, ISSN: 1405-0269, 11(2): 171-176, 2004.
- LEYVA, O.: “Comportamiento de la resistencia traccional en un escarificador vibratorio”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 7(3), 17-20, 1998.
- MÁRQUEZ, L.: “La maquinaria agrícola en los próximos años: equipos para trabajar el suelo”, *Labour*, ISSN: 0700-386, 1(6), 92-94, 1996.
- QUESADA, R., MATO, J. y PARRA, L.: *Labranza Localizada [en línea] 2010, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/labraz.htm> [Consulta: 25 febrero 2010]*.
- SIX, J., BOSSUYT, H., DEGRYZE, S. & DENEFF, K.: “A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics”, *Soil and Tillage Research*, ISSN: 0167-1987, 79: 7-31, 2004.

**Recibido:** 28 de febrero de 2015.

**Aprobado:** 13 de noviembre de 2015.

**Publicado:** 30 de diciembre de 2015.

Roberto Amado Albóniga Gil, Inv. Aux. Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: [ralboniga@unah.edu.cu](mailto:ralboniga@unah.edu.cu)

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.