

# Sistema automatizado para la determinación de las condiciones de ensayo en los conjuntos agrícolas

## *Automated system for the determination of the conditions of rehearsal in the agricultural groups*

M.Sc. Héctor R. de las Cuevas Milán, Dr.C. Idaris Gómez Ravelo, Dr.C. Maximino Díaz Álvarez,  
M.Sc. Fernández de Castro Fabre, Dr.C. Pedro P. Paneque Rondón

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

**RESUMEN.** El sistema automatizado “DCE”, realiza la determinación rápida de los principales indicadores que caracterizan las condiciones del suelo, vegetación, meteorológicas y de los materiales empleados donde se desarrollan los ensayos de las máquinas agropecuarias y forestales, según la norma NC 34 -47, a partir de mediciones realizadas en la parcela de control. Nos brinda los resultados de los indicadores de tipo de suelo, relieve, microrrelieve, humedad del suelo, semillas, masa verde y fertilizante; dureza y densidad aparente del suelo, obstrucción en la parcela de ensayo de vegetación indeseable, piedras y residuos de cosecha, así como, las condiciones meteorológicas. Se brinda además información detallada en forma de comentario sobre el proceder con las muestras tomadas, el método empleado, así como, el tiempo de secado y precisión de los instrumentos empleados. Este programa ha sido utilizado para la evaluación de las condiciones de ensayo de diferentes conjuntos y máquinas agrícolas, como, asperjadora de chorro proyectado Matabí, cosechadoras de caña CASE y CAMECO y otras.

**Palabras clave:** Evaluación de máquinas agropecuarias y forestales.

**ABSTRACT.** The automated system “DCE” carries out the quick determination of the main indicators that characterize the conditions of the soil, vegetation, meteorological and of the materials used where the tests of the agricultural machines and forest are carried out, according to the Standard NC 34-47, starting from measurements carried out in the control parcel. It offers us the results of the indicators of soil type, relief, micro relief, soil humidity, seeds, green mass and fertilizer; hardness and apparent density of the soil, obstruction in the test parcel with undesirable vegetation, stones and crop residuals, as well as the meteorological conditions. Also offer detailed information as commentaries on the procedures with the taken samples, the method used, as well as the time of drying and precision of the used instruments. This program has been used for the evaluation of the test conditions of different groups and agricultural machines, such as Matabí sprayer machine with projected jet; cane combines CASE and CAMECO, and others.

**Keywords:** Evaluation of the agricultural and forest machines.

## INTRODUCCIÓN

Los perjuicios que al medio ambiente trae el uso irracional de la maquinaria agrícola son conocidos, por eso la tendencia mundial se dirige al uso de sistemas conservacionistas en la agricultura mecanizada, como alternativa de minimizar los daños al suelo, aire, plantas y al propio hombre.

Dallmeyer (1994)<sup>1</sup>, acentúa que los suelos brasileños son, en su mayoría, preparados mecánicamente con el uso de herramientas que cortan, rompen y descomponen la estructura del

perfil del suelo, por medio de arados, gradas, fresas o azadas rotativas y otros instrumentos con elevadas compresiones sobre el suelo y que el uso continuo de equipamientos de preparación constituidos por discos favorece la ocurrencia de erosión, agravada por la degradación física de los suelos, pudiendo aparecer costras superficiales y compactación debajo de la superficie.

Las investigaciones y la experiencia han buscado formas alternativas logrando suavizar los perjuicios de la preparación

<sup>1</sup> DALLMEYER, A. U.: Avaliação energética e desempenho operacional de equipamentos de preparo do solo, Botucatu: UNESP, 1994. 156 p. Tese. (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Brasil, 1994.

incorrecta y/o excesiva del suelo utilizando técnicas como la siembra directa (labranza cero) o preparación reducida, bien con el uso de implementos que proporcionan buenos resultados para el suelo sin perjudicarlo en demasía

Según Denardin (1987)<sup>2</sup>, la manera más eficaz de controlar la erosión es por medio de la manutención de la cobertura vegetal del suelo, pues se verifica una reducción de hasta 50% de la erosión con métodos de preparación reducida que mantengan 30% de cobertura sobre el suelo y que a mayor rugosidad superficial del suelo dificulta y retarda la formación y conducción de las escurridas.

Algunos autores han señalado que el costo por concepto de maquinaria agrícola en Chile, esencialmente combustible, fluctúa entre 35 y 45% del costo total de producción (Benedetti y Gallegos, 1983<sup>3</sup>; Ibañez y Rojas, 1994<sup>4</sup>; Hetz, 1990<sup>5</sup> y 1997).

Varias investigaciones han establecidos que el costo energético por concepto de combustible y máquinas representa un alto porcentaje del costo energético total de producción en la agricultura empresarial (FAO, 1990; FAO, 1984; Fluck, 1992<sup>6</sup>; Hetz 1994<sup>7</sup>, y 1997). Es así como Fluck & Baird (1980)<sup>8</sup> calcularon que un tractor del tipo 75 kW tiene un costo energético aproximado de 1060 MJ·h<sup>-1</sup> del cual el 77% corresponde a combustible.

Esta situación es vital para Cuba que importa actualmente el 100% de los combustibles para los vehículos que utiliza.

También se ha buscado reducir los costos monetarios y energéticos desarrollando nuevas máquinas y sistemas de uso de ellas especialmente de factible producción nacional que satisfagan los requerimientos de las plantaciones actuales y futuras y que a la vez garanticen inversiones mínimas, efecto económico positivo y plazos satisfactorios de recuperación de las inversiones.

Boller *et al.* (1998)<sup>9</sup>, probaron ocho sistemas diferentes de preparación de suelo para el cultivo de papas, evaluaron la velocidad de emergencia, la productividad y el diámetro de los agregados, concluyeron que las preparaciones que mantuvieron mayor índice de cobertura sobre el suelo, con residuos de cultivo, emergieron más rápidamente, no encontraron diferencias significativas en la productividad y en el diámetro de los agregados, sugiriendo así mismo, que se deben preferir los sistemas que mantienen mayor cobertura sobre el suelo, llamado por los autores de conservacionistas, por ofrecer ventajas técnicas y económicas además de reducir las posibilidades de erosión.

Romay, (2004)<sup>10</sup> constató, que los sistemas de labranza

reducida y cero, permiten una reducción de los costos de explotación por unidad de área de 21,33 y 64,95% respectivamente.

Con el uso del laboreo o labranza reducida (mínima) y cero podría reducirse la flota de tractores en más de un 35%, sumándose a esto los innumerables beneficios inherentes a la labranza conservacionista y que pueden resumirse en una menor degradación de los suelos y del medio ambiente (Unger y Mc Calla, 1980; Frye, 1984<sup>11</sup>; FAO/INTA, 1992; Socoschi, 1993<sup>12</sup>; Vázquez *et al.*, 2012).

En este sentido en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), se ha desarrollado el proyecto denominado Evaluación de un conjunto de máquinas para la labranza conservacionista (2006)<sup>13</sup>, el cual contempla dentro de sus tareas la evaluación tecnológica de varios conjuntos agrícolas, lo cual requiere primeramente la determinación de las condiciones de ensayo, científicamente fundamentada (De las Cueva *et al.*, 2008;).

Partiendo de lo anterior, en el presente trabajo nos proponemos la confección de un sistema automatizado, que permita la determinación de las condiciones de ensayo a partir de mediciones de campo bajo condiciones de explotación de los conjuntos agrícolas, según la norma cubana NC 34-47 (2003); NARG XX1 (2005); NARG XX2 (2005); obteniéndose una elevada confiabilidad y prontitud de los resultados obtenidos.

## MÉTODOS

### Fundamentos teóricos

Los índices fundamentales que caracterizan la determinación de las condiciones de ensayo según la norma NC 34-47 (2003).

**Tipo de suelo y su denominación.** El tipo de suelo y su denominación se tomará en correspondencia con la II clasificación genética de los suelos mediante los mapas existentes en las empresas donde se ejecuten las pruebas o por inspección ocular del terreno.

**Relieve.** El relieve del terreno se determinará en función del valor de la pendiente del terreno medido con un eclinómetro, nivel o el uso de un goniómetro para los ensayos de los tractores y máquinas agrícolas en terrenos con inclinación, también estos datos pueden ser tomados en los mapas existentes en las empresas. Las categorías de inclinación del terreno se establecen en la Tabla 1.

<sup>2</sup> DENARDIN, J. E.: "Preparo conservacionista do solo", *Plantio Direto*, V. 5, n. 21, p.2. 1987.

<sup>3</sup> BENEDETTI, H. y V. GALLEGOS: "Aspectos económicos del uso de la Maquinaria Agrícola", *El Campesino*, 114(7):17-32, 1983.

<sup>4</sup> IBAÑEZ, M. y E. ROJAS: Costos de operación y producción por concepto de maquinaria agrícola, 58pp., Chile, Univ. de Concepción, Fac. de Ingeniería Agrícola. Bol. de Ext. No 26, Chillán, Chile, 1994.

<sup>5</sup> HETZ, E.: Costos de operación de tractores y máquinas agrícolas. En: IV Sem. Nac. De Mecanización Agrícola, 26pp., Univ. De Concepción, Chillán. Chile, 1990.

<sup>6</sup> FLUCK, R.: Energy for farm production, 287pp., Vol. 6 of Energy for World Agriculture. Elsevier, Amsterdam, 1992.

<sup>7</sup> HETZ, E.: Utilización de energía en la producción de cultivos tradicionales, 36pp., Chile, Univ. de Concepción, Fac. de Ingeniería Agrícola Bol. de ext. No. 21. Chillán, Chile, 1994.

<sup>8</sup> FLUCK, R. & D. BAIRD: Agricultural energetics, 192pp., Avi, Westport, USA, 1980.

<sup>9</sup> BOLLER, W., PREDIGER, J., KLASSMANN, V.: Sistemas de preparo do solo para a implantação da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, Anais, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

<sup>10</sup> ROMAY, E.: Investigación de los costos energéticos y de explotación en los sistemas de labranza conservacionista., 74pp., Trabajo de diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanicador). Universidad Agraria de la Habana, 2004.

<sup>11</sup> Frye, W.: Energy requirements in no-tillage, pp. 127-151. In: No-Tillage agricultura, Van Nostrand Reinhold. N. York, USA, 1984.

<sup>12</sup> SOCOSCHI: II Jornadas Nacionales de Cero Labranza. Sociedad Chilena de Conservación de Suelos. Ongolmo 716, Concepción, Chile, 1993.

<sup>13</sup> Evaluación de un conjunto de máquinas para la labranza conservacionista. Proyecto de investigación científica, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), La Habana, 2006.

**TABLA 1. Las categorías de inclinación del terreno**

Categorías	Denominación	Valores de la pendiente en %	Valores de la pendiente en grados
I	Llano	De 0 hasta 2	0 hasta 1
II	Pendiente pequeña	Mayor de 2 hasta 6	Mayor de 1 hasta 3
IV	Pendiente media	Mayor de 6 hasta 12	Mayor de 3 hasta 6
V	Pendiente alta	Mayor de 12 hasta 25	Mayor de 6 hasta 12
VI	Pendiente muy alta	Mayor de 25	Mayor de 12

**Microrrelieve.** Se determina mediante un perfilógrafo, o por un eje de coordenadas. Para este último método es necesario disponer de dos estacas de regulación, una varilla graduada, un nivel de burbujas y una regla graduada; con valor de división de 1 cm.

Los datos del perfilado en el microrrelieve se toman perpendicular al movimiento de la máquina y en toda la anchura de trabajo de la misma.

Para el caso de los ensayos a máquinas de transporte se tomarán colinealmente al movimiento de ésta en la longitud de 5 m.

Cuando se realiza el perfilado del suelo, utilizando un eje de coordenadas, es necesario clavar dos estacas de regulación e instalar sobre ellas a nivel la regla graduada, midiéndose desde ésta hasta la superficie del suelo con una varilla graduada con valor de división de 1 cm, a través de toda la extensión prefijada según la máquina objeto de ensayos.

**Determinación de la humedad del suelo.** Para determinar la humedad a las muestras de suelo tomadas en la parcela de ensayo, se utiliza el método gravimétrico, procediendo de la siguiente forma:

En recipientes de capacidad superior a 250 cm<sup>3</sup> se toman 5 muestras de suelo como mínimo por cada capa de suelo establecida para la máquina a evaluar, en puntos situados sobre la diagonal de la parcela de ensayo a distancias de 4 m como mínimo determinándose su masa al instante de ser tomadas, utilizando una balanza cuyo valor de división sea de 0,1 gramo.

El proceso de secado de las muestras de suelo se desarrollará a una temperatura de 105 grados Celsius durante un período de tiempo de 8 a 12 horas, hasta llegar a alcanzar una masa constante.

El contenido de la humedad del suelo se expresará en % y se calculará mediante la ecuación siguiente:

$$H_s = \frac{P1 - P2}{P2 - T} \cdot 100 \quad (1)$$

donde:

P1 masa del recipiente con la muestra húmeda, g;

P2 - masa del recipiente con la muestra seca, g;

T - masa del recipiente sin muestra (Tara), g;

Hs humedad del suelo, %.

### **Humedad de las semillas, masa verde y fertilizantes**

**Humedad de las semillas.** Para la determinación de la humedad de las semillas agámicas se procederá a la preparación de las muestras fraccionándolas en partículas de 3 a 10 mm, posteriormente se depositarán en recipientes con capacidad de 250 cm<sup>3</sup>, tomando 5 muestras por tipo de semilla.

A cada muestra se le determinará su masa (P1), a continuación se introducirán en una estufa a una temperatura de 105 grados Celsius, determinándose su masa, utilizando una balanza con valor de intervalos de 2 h, hasta obtener valores

constantes de las masas en los recipientes. (P2).

El contenido de humedad de las semillas se expresará en % y se calculará mediante la siguiente expresión:

$$H = \frac{P1 - P2}{P1 - T} \cdot 100 \quad (2)$$

donde

P1 masa del recipiente con la muestra húmeda, g;

P2 - masa del recipiente con la muestra seca, g;

T - masa del recipiente sin muestra (Tara), g;

H humedad de las semillas, %.

**Toma de las muestras de la vegetación.** La toma de muestras de la vegetación se hará en puntos situados sobre la diagonal de la parcela a distancias de 4 m como mínimo. La determinación de la humedad de la vegetación, se efectuará según el procedimiento descrito para la humedad de las semillas.

**Humedad de los fertilizantes.** Los fertilizantes minerales u orgánicos se muelen o desmenuzan de manera que en los recipientes existan partículas con diámetros inferiores a los 3 mm para el caso de los minerales y de 10 mm para el caso de los orgánicos.

Una vez preparado el material se toman muestras aleatorias con masas de 20 a 30 gramos sometidas al proceso de secado a 105 grados Celsius de temperatura (P1).

A estas muestras se les determina su masa utilizando una balanza con valor de división no mayor que 0,1 gramo con intervalo de 1 h hasta obtener valores constantes de sus masas (P2). El cálculo del valor de la humedad de los fertilizantes se determinará según la expresión 2.

**Dureza del suelo.** La dureza del suelo se determina en los mismos puntos y capas donde se tomaron las muestras de humedad del suelo. Debe tomarse como mínimo 30 datos por capa.

Para la determinación de la dureza del suelo en la parcela de ensayo se empleará un penetrómetro digital, con lectura directa, con valor de división de 1kPa como máximo.

**Determinación de la densidad aparente del suelo.** Para la determinación de la densidad aparente del suelo se tomarán cinco muestras por cada capa de suelo en puntos situados sobre la diagonal de la parcela de ensayo a una distancia de 4 m entre sí, para ello se utilizará un cilindro de volumen conocido.

Se procederá al secado de las muestras mediante una estufa a una temperatura constante de 105 grados Celsius, determinándose su masa utilizando una balanza con valor de división no mayor que 0,1 g con intervalos de 2 h hasta obtener valores constantes de las masas de los recipientes. La densidad aparente del suelo se calculará a través de la expresión:

$$DA = \frac{Gn}{Vc} \quad (3)$$

donde:

DA - densidad aparente del suelo, (g/cm<sup>3</sup>);

G n - masa de la muestra del suelo después de secada, (g);

Vc - volumen del cilindro para la toma de muestra, (cm<sup>3</sup>).

**Obstrucción en la parcela de ensayo por la vegetación indeseable.** La obstrucción se determina en las áreas distribuidas aleatoriamente sobre la diagonal de la parcela de ensayo. Se seleccionan cinco áreas de muestreo como mínimo, de 1 m<sup>2</sup> cada una. La obstrucción del campo por vegetación indeseable se determinará por dos métodos:

**Cuantitativo.** Por el método cuantitativo se cuenta toda la vegetación indeseable y el cultivo existente en el área de muestreo.

**Determinación de la masa.** Para determinar la obstrucción de la parcela de ensayo mediante la determinación de la masa de la vegetación indeseable y el cultivo, se procederá a su corte en el área de muestreo, obteniéndose sus masas separadamente, utilizando una balanza con valor de división no mayor de 0,1 g.

La obstrucción en la parcela de ensayo se calcula a través de la siguiente expresión:

$$O = \frac{qs}{qe + qs} \cdot 100 \quad (4)$$

donde:

O - obstrucción, %;

qs - cantidad o masa de la vegetación indeseable en el área de muestreo, u o g;

qe - cantidad o masa del cultivo del cultivo en el área de muestreo, u o g.

Cuando la superficie a laborar está libre de cultivos la obstrucción en la parcela del campo se determina por la densidad de la vegetación indeseable.

Para determinar la densidad de la vegetación indeseable se hallará aleatoriamente la masa contenida en más de 3 áreas de muestreo, a través de la siguiente expresión:

$$Rh = \frac{m}{a} \cdot 1000 \quad (5)$$

donde:

R h - densidad de la vegetación indeseable, kg/ ha;

m - masa existente de vegetación indeseable en la superficie muestreada, kg;

a - superficie del área de muestreo, m<sup>2</sup>.

**La altura de la vegetación.** Se determina en las áreas de muestreo midiendo con una varilla graduada (en la posición normal de la vegetación) desde el nivel de la superficie del terreno hasta el punto mas alto de la vegetación, tomándose como mínimo 50 mediciones.

**Obstrucciones en el suelo por piedra.** La obstrucción del suelo por piedras se determinará por los mismos métodos que el utilizado para determinar la obstrucción en las parcelas de ensayo por la vegetación indeseable.

Cuantitativamente y para la determinación de sus masas se considerarán las piedras cuyo diámetro excedan los 25 mm.

La obstrucción del suelo por piedras, para máquinas que

trabajan con los órganos bajo tierra, se realizará a la profundidad de trabajo de las mismas sobre las áreas de muestreo seleccionadas. Si los órganos de trabajo van por la superficie del terreno el área será de 1 m de longitud por la anchura de trabajo de la máquina.

**Obstrucciones en la parcela de ensayo por residuos de cosecha.** La obstrucción de la masa de los residuos de cosecha, se efectuará por el mismo método utilizado para la vegetación indeseable.

El cálculo de la obstrucción en la parcela de ensayo por los residuos de cosecha se dará mediante la siguiente expresión:

$$Orc = \sum \frac{mi}{Ai} \cdot 1000 \quad (6)$$

donde:

Orc - obstrucción en el campo por los restos de cosecha, kg/ha;

mi - masa de los i - ésimos residuos de cosecha, kg;

Ai -superficie de las áreas de muestreo, m<sup>2</sup>.

**Determinación de las condiciones meteorológicas.** Las condiciones meteorológicas históricas de la zona donde se realizarán las pruebas se tomarán de la Estación Meteorológica más cercana al lugar de realización de los ensayos.

Para la determinación de la influencia de las condiciones meteorológicas sobre la calidad de trabajo de las máquinas se realizaran tres mediciones como mínimo, y en casos especiales (maquinas asperjadoras y distribuidoras a voleo) se realizaran antes de cada evaluación.

**Temperatura y humedad relativa del aire.** Se determinará con el psicrómetro conforme a la lectura de los termómetros de bulbo húmedo utilizando la tabla psicrométrica.

**Velocidad del viento.** La velocidad del viento se determinará con un anemómetro a la altura de 1,5 m de la superficie del suelo, con valor de división de 1 m/s. Durante los ensayos de las aspejadoras y pulverizadoras la velocidad del viento se determinará a la altura de 0,5 y 2,0 m respectivamente sobre la superficie del suelo.

**Dirección del viento.** La dirección del viento con relación al desplazamiento del agregado hay que determinar la altura de 1,5 m de la superficie del suelo mediante una veleta.

Durante los ensayos de las asperjadoras la dirección del viento con relación al desplazamiento del agregado se determina a la altura de aspersión del líquido.

**Precipitaciones.** Se tomará de los datos históricos de la estación meteorológica más cercana al lugar donde se realizarán los ensayos de campo.

Sistema automatizado para la evaluación tecnológica explotativa de las máquinas agrícolas

El sistema automatizado "DCE" se desarrolló sobre plataforma de trabajo EXCEL para Windows por investigadores del Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA),

El sistema cuenta con un panel de control interactivo que permite el vínculo del usuario con cada una de las partes que lo conforman (Figura 1), mediante 12 botones de acceso rápido. Todas las partes presentan un botón de comanda que permite el regreso al panel de control principal.

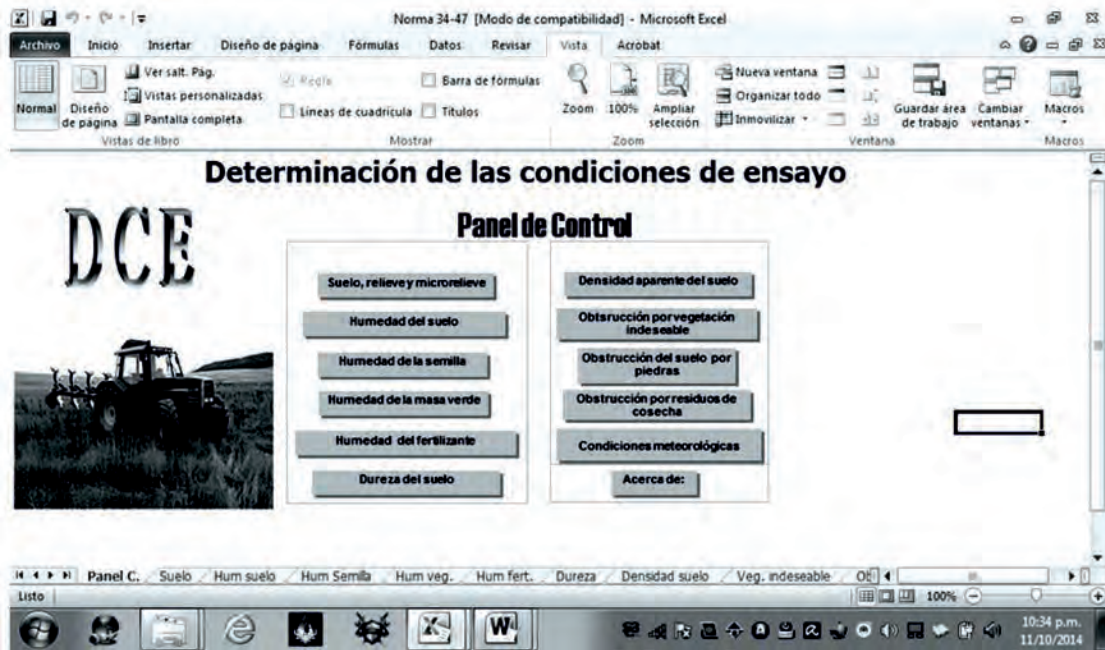


FIGURA 1. Panel de Control del sistema

**El Panel de Control contiene los siguientes botones:**

**Suelo, relieve y micro relieve:** Desde el Panel de Control mediante este botón se accede a la hoja de cálculo, que permite el análisis y la determinación de tipo de suelo, relieve y micro relieve de la parcela de control.

Aquí se muestran informaciones relacionadas con cada parámetro en forma de comentario, donde se brinda con precisión sobre la metodología a emplear y los instrumentos necesarios para su determinación experimental.

Posteriormente se introducen los datos necesarios, a partir de los cuales se definen y se calculan los indicadores mencio-

nados anteriormente.

**Humedad del suelo:** Accede a una hoja /Figura 2), que permite el cálculo de la humedad del suelo en porcentaje, para diferentes capas (0-10, 11-20 y 21-30 cm), así como de la media aritmética para cada profundidad estudiada.

Igualmente que en la hoja anterior, se brinda información en forma de comentario sobre el proceder con las muestras tomadas, el método empleado, así como, el tiempo de secado y precisión de los instrumentos empleados.

Además se muestra un gráfico de barra con el comportamiento de la humedad por recipiente y capa de suelo analizada.

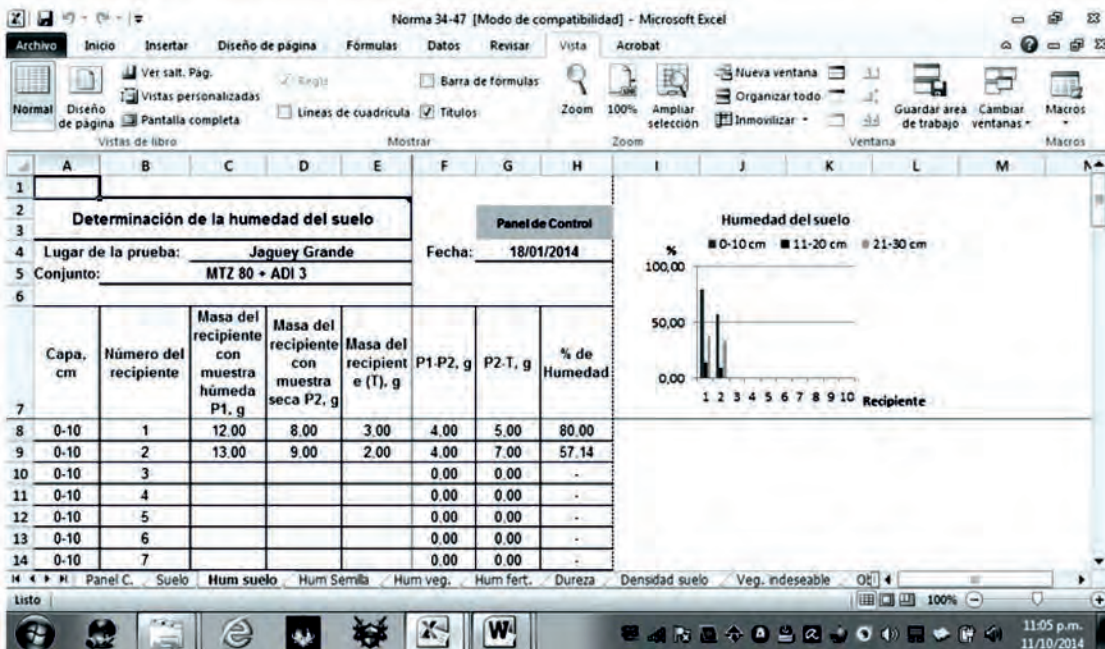


FIGURA 2. Determinación de la humedad del suelo.

**Humedad de la semilla:** Accede dentro del libro de cálculo donde mediante comentario se caracteriza el proceso metodológico para la evaluación de este indicador, se determina el porcentaje de humedad de las semillas agámicas, a partir de los datos de masa seca y húmeda. También se brinda un gráfico de línea donde se observa el comportamiento de la humedad de la semilla.

**Humedad de la masa verde y del fertilizante:** Estas dos hojas de cálculo presentan una estructura similar a la determinación de la Humedad de la Semilla Agámica.

**Dureza del suelo:** Al acceder a esta hoja (Figura 3) mediante comentario se explica el procedimiento empleado para la toma de las muestras, así como, el lugar y la cantidad de mediciones por capa de suelo. Se muestra además el gráfico de dureza del suelo para cada punto de medición y profundidad analizada.

**Densidad aparente del suelo:** En esta parte del libro de cálculo es posible obtener la siguiente información mediante el comentario: Para la determinación de la densidad aparente del suelo se tomarán 5 muestras por cada capa de suelo en puntos situados sobre la diagonal de la parcela de ensayo a una distancia de 4 m entre sí, para ello se utilizará un cilindro de volumen conocido. Se procederá al secado de las muestras mediante una estufa a una temperatura constante de 105 grados Celsius, determinándose su masa utilizando una balanza con valor de división no mayor que 0,1 g con intervalos de 2 h hasta obtener valores constantes de las masas de los recipientes

Al introducir la información obtenida experimentalmente para capa de suelo, se determina la densidad aparente ( $g/cm^3$ ), conformándose a unísono un gráfico de barra mostrando su variación para cada profundidad del suelo analizada (Figura 4).

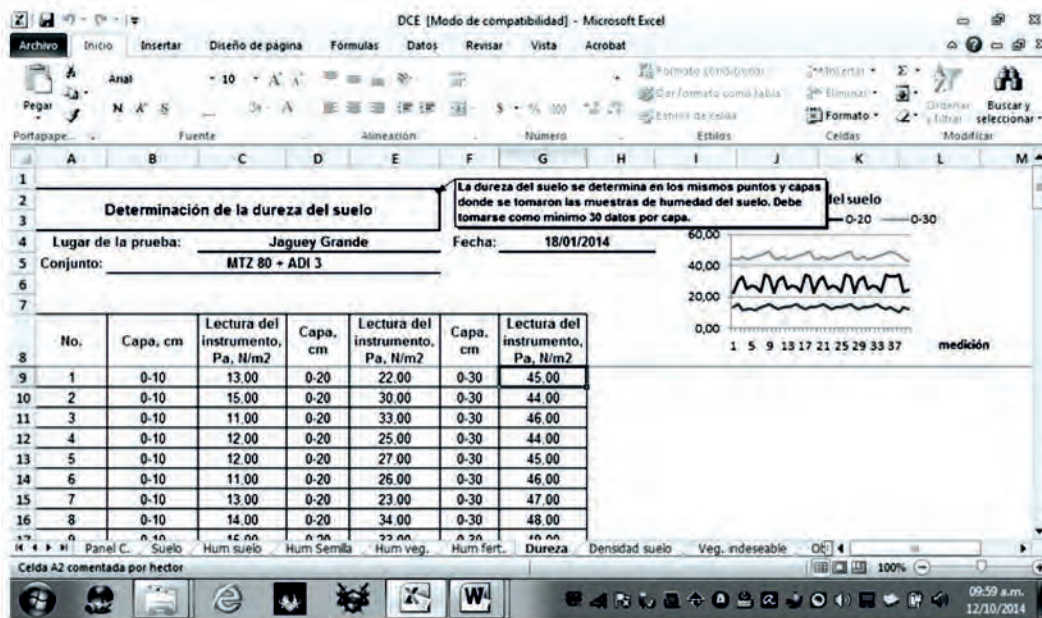


FIGURA 3. Determinación de la dureza del suelo.

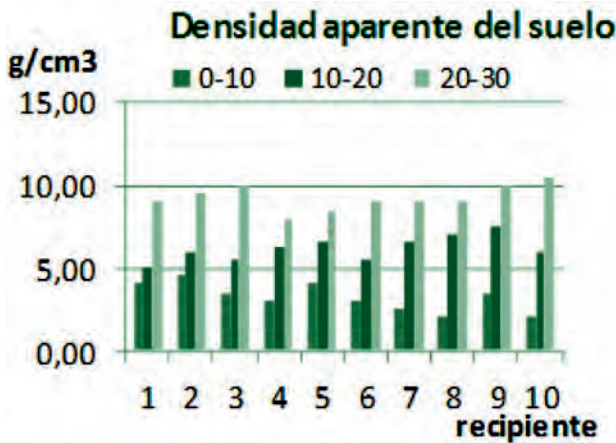


FIGURA 4. Densidad aparente por capas de suelo.

**Obstrucción por vegetación indeseable:** Este botón permite acceder dentro del libro de cálculo, a la determinación de la vegetación indeseable dentro de la parcela de control. Se brinda el procedimiento empleado para la toma de muestras experimentales,

obteniéndose resultados en porcentaje de los métodos cuantitativo y cualitativo, mostrados además en forma de gráfico (Figura 5).

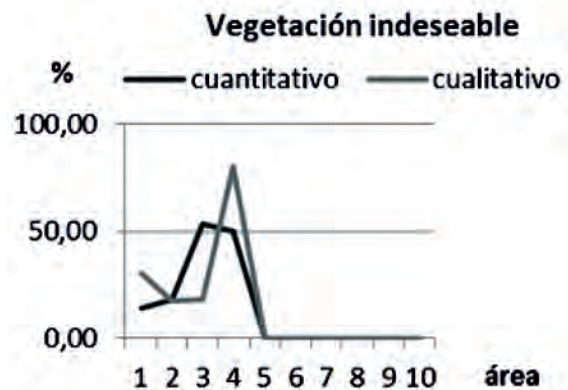


FIGURA 5. Vegetación indeseable.

Otro cálculo que realiza el sistema automatizado es la densidad de vegetación indeseable ( $kg/ha$ ) y la altura ( $cm$ ), como se muestra en la Figura 6.

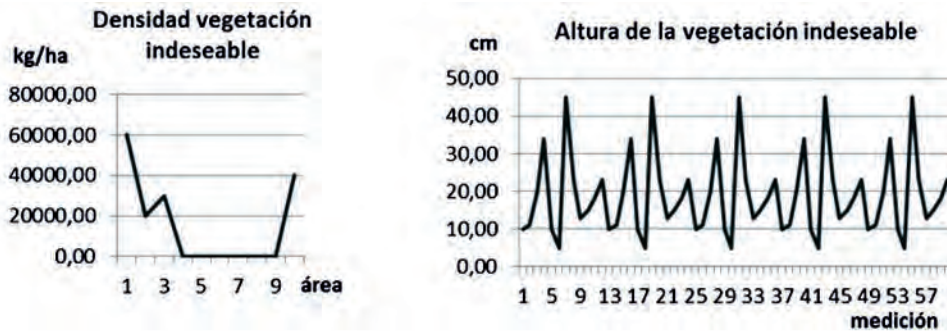


FIGURA 6. Densidad y altura de la vegetación indeseable.

**Toma de muestra de piedras en el suelo:** Se muestra un comentario sobre la forma en que se debe realizar la toma de muestra en la parcela de control, así como, el tamaño de las piedras seleccionadas (superior a 25 mm).

El resultado está definido por la densidad de piedra en kg/ha, representándose gráficamente en la Figura 7.

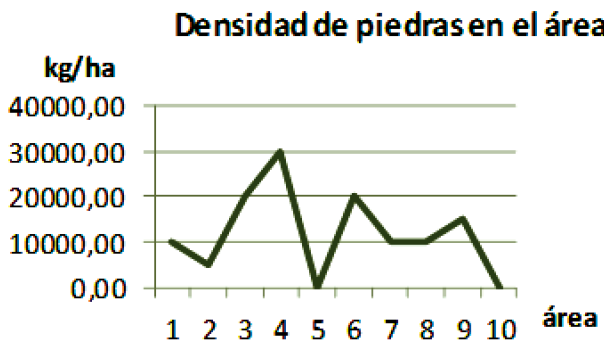


FIGURA 7. Comportamiento de la densidad de piedras.

**Obstrucción por residuos de cosecha:** El procedimiento empleado es similar al epígrafe anterior.

**Determinación de las condiciones meteorológicas:** Se accede al cálculo de los indicadores de temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitaciones en el área experimental.

Como las demás hojas posee un botón para el regreso al Panel de Control.

**Acerca de:** Muestra los nombres y apellidos de los autores, versión, logotipo y dirección del centro de trabajo, etc. Esta hoja presenta un botón de comando para el regreso al Panel de Control.

## CONCLUSIONES

- El sistema automatizado “DCE” realiza la determinación rápida de los principales indicadores que caracterizan las condiciones del suelo, vegetación, meteorológicas y de los materiales empleados donde se desarrollan los ensayos de las máquinas agropecuarias y forestales, según la norma NC 34-47, a partir de mediciones realizadas en la parcela de control.
- El software DCE es de fácil manipulación, accediendo a cada parte del mismo mediante el vínculo del usuario con el Panel de Control Principal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE LAS CUEVAS, H; T. RODRÍGUEZ; M. HERRERA; P. PANEQUE. (2008). Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 17 (2): 24–28, 2008.
- FAO: *Energy consumption and input output relation in field operations*, CNRE study No.3, Rome, Italy, 1990.
- FAO/INTA: *Manual de sistemas de labranza para América Latina*, 193pp., Boletín de Suelos de la FAO N° 66. Romea, Italy, 1992.
- FAO: *Principios y Prácticas de Prueba y Evaluación de Máquinas y Equipos Agrícolas*, Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, series No. 1 y 2. FAO, Rome, Italy, 1984.
- HETZ, E. y A. BARRIOS: “Reducción del costo energético de labranza/siembra utilizando sistemas conservacionista en Chile”, *Chillán, Chile, Agro-Ciencia*, ISSN: 0716-1689, 13 (1): 41-47, 1997.
- NARG XX1: *Máquinas agrícolas y forestales, Metodología para la evaluación tecnológica–explotativa*, vig. 2005.
- NARG XX2: *Máquinas agrícolas y forestales, Metodología para la evaluación económica*, vig. 2005.
- NC 34-47. 2003: *Metodología para determinación de las condiciones de ensayo. Máquinas Agrícolas y Forestales*. Vig. 2003.
- OLIVET, Y.; A. ORTIZ; D. COBAS; A. BLANCO y E. HERRERA: “Evaluación de la labor de rotura con dos aperos de labranza para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* Lam) en un Fluvisol”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 21 (4): 24-29, 2012.
- UNGER, P. & T. M. MC CALLA: “Conservation tillage systems” *Advances in Agronomy*, ISSN: 0065-2113, 35: 1-57, 1980.
- VÁZQUEZ, H.; L. PARRA; V. SÁNCHEZ-GIRÓN; A. ORTIZ: “Análisis de la productividad y el consumo de combustible en conjuntos de labranza en un Fluvisol para el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*, Crantz)”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, 21 (2): 38-41, 2012.

**Recibido:** 17/01/2014.

**Aprobado:** 09/12/2014.

**Publicado:** 28/01/2015.