

Sistema para la evaluación cuantitativa de los suelos

Ricardo Dueñas García (1), Carlos A. Pereira Marín (1) y Remo Pérez León (2)

- (1) Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
 (2) Departamento Provincial de Suelos. Ministerio de Agricultura

RESUMEN. Se presenta una propuesta informática para la evaluación agroproductiva de los suelos en Cuba, mediante un software elaborado para tal objetivo; que parte de la segunda clasificación genética vigente en el país. La metodología aplicada tiene un algoritmo similar al empleado por Storie para los suelos de California, este último con el objetivo de clasificar la aptitud de los suelos para el riego. El índice utilizado es el resultado de la suma de los valores de cuatro factores en los que se dividió la ecuación con la que se caracteriza a los suelos para su clasificación genética. Estos factores fueron ponderados a partir de una encuesta realizada a más de 40 expertos del país. Con el conocimiento de este índice puede determinarse la categoría productiva de la tierra, cultivos idóneos y medidas a aplicar que puedan enmendar las deficiencias que presenten los suelos evaluados. El software fue implementado para ser aplicado sobre cualquier plataforma de sistemas operativos de ambiente Windows y es de fácil uso por usuarios con conocimientos mínimos de computación. Ha sido aplicado en varias UBPC de la provincia de Villa Clara, en cuyos avales se considera la importancia y necesidad de extender su uso a todo el país en estos momentos en que se destinará gran cantidad de suelos para objetivos no cañeros.

Palabras clave: Evaluación, suelos, software.

ABSTRACT. Computer proposal is presented for the agro productive evaluation of the soils in Cuba, by means of a software elaborated for such an objective that leaves of the second effective genetic classification in the country. The applied methodology has a similar algorithm to the employee for Storie for the soils of California, this last one with the objective of classifying the aptitude of the soils for the watering. The used index is the result of the sum of the values of four factors in those that the equation was divided with the one that is characterized to the soils for its genetic classification. These factors were pondered starting from a survey carried out to more than 40 experts of the country. With the knowledge of this index it can be determined the productive category of the earth, suitable cultivations and measures to apply that they can amend the deficiencies that present the evaluated soils. The software was implemented to be applied on any platform of operative systems of ambient Windows and it is of easy use for users with minimum knowledge of calculation. It has been applied in several UBPC of Villa Clara County in whose guarantees are considered the importance and necessity of extending their use to the whole country in these precise moments in that great quantity of floors will be dedicated for objectives non sugar cane plantation.

Key words: Evaluation, soils, software.

INTRODUCCIÓN

El suelo es una capa de espesor variable que recubre las rocas expuestas sobre la superficie terrestre, se encuentra en relación directa con la vida vegetal y, al estar constituido por diferentes elementos como son, minerales, materiales orgánicos y químicos, agua, etc., se haya sometido a constantes cambios por efecto de las variaciones del clima de la atmósfera y de la acción del hombre.

Como subsistema derivado e interdependiente de los otros componentes del ecosistema, el suelo ha

sido objeto de muchos estudios en Cuba y lo sigue siendo de manera gradual y progresiva para un mayor conocimiento. Los suelos en Cuba se agrupan de acuerdo a los intereses de los investigadores y puede afirmarse categóricamente que se cuenta con información suficiente como para poder evaluarlos cualitativamente, partiendo de los estudios realizados.

El procedimiento por el que se calcula la aptitud de las tierras para usos específicos se denomina "Evaluación de tierras". Esta evaluación proporciona informaciones y recomendaciones que ayudan en la

toma de decisiones a la hora de elegir el cultivo a plantar en un suelo determinado. No obstante, toda esta evaluación cualitativa lleva implícitos factores subjetivos que dependen del nivel del especialista, condiciones y propósitos de la evaluación, etc.

El objetivo del presente trabajo es proponer una metodología automatizada para la evaluación cuantitativa de la calidad de los suelos a partir del consenso de una serie de especialistas del país, conocedores de la materia. Los objetivos que se pretenden cumplir son los siguientes:

- Disminuir los errores que se cometen en las evaluaciones cualitativas.
- Poner a disposición del personal no especializado en suelos un método sencillo de evaluación para medir el nivel agroproductivo de los suelos y planificar el uso óptimo de la tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada tiene como base la aplicada por Storie para la clasificación de los suelos de acuerdo a su aptitud para el riego. Este autor utiliza una fórmula matemática, en la cual intervienen cuatro factores que consideran diferentes propiedades de los suelos y los denomina A, B, C y X. El resultado final es la suma de estos cuatro elementos.

El factor A incluye la clase de material del que proviene el suelo, la edad, la profundidad, grados de intemperismo, propiedades físicas, químicas y mecánicas, etc. No se incluye la textura del horizonte. El factor B se refiere a la profundidad efectiva del suelo, mientras que el C considera lo relativo a la pendiente del terreno. El factor X tiene en cuenta otras propiedades del suelo como por ejemplo, drenaje, erosión, microrelieve, porosidad, humificación, etc.

Storie clasifica la aptitud de los suelos con respecto al riego en seis tipos. La adaptación o modificación, que se propone para la evaluación cuantitativa agroproductiva de las tierras en Cuba, toma como base la fórmula para la

interpretación de los contornos de suelo de la segunda clasificación genética aplicada en el país con el mapa básico de escala 1:25000 y similar algoritmo empleado por Storie.

La hipótesis que se plantea es que se puede proceder con el mismo algoritmo para obtener un indicador de agroproductividad de las tierras si se tiene en cuenta la modificación siguiente:

- El factor A evalúa todos los subtipos de suelos que existen en el país y que se consideran en la segunda clasificación genética. Se añaden las características del manejo y aptitud de los cultivos siguiendo lo planteado por el CNSF para los 35 cultivos económicos.
- El factor B está basado en la profundidad efectiva del suelo, índice considerado en la fórmula y que clasifica al contorno de suelo. En este caso se evalúa de la manera siguiente:

Profundidad (cm)	Evaluación	
	%	Puntos
>150	100	30
91-150	95	28
51-90	80	24
26-50	50	15
10-25	30	9
<10	10	3

- En el factor C se considera la pendiente del terreno y en la fórmula se reconoce por "t" y representa los diferentes contornos:

Pendientes equivalentes	Evaluación	
	%	Puntos
t1-t2	100	20
t3	95	19
t4	80	16
t5	60	12
t6	50	10
t7	40	8
t8	20	4
t9-t10	10	2

- Otras propiedades del suelo se incluyen en el factor X que pueden estar o no consideradas en la fórmula. La evaluación de las mismas se efectúa de la manera siguiente:

Factores	Símbología	Sin o muy		Poco o débil		Medio		Fuerte o poco		Muy fuerte		
		%	índice	%	índice	%	índice	%	índice	%	índice	
Erosión	e	100	-	80	4	40	3	10	2	0	1	
Salinidad	s	100	-	80	4	50	3	30	2	0	1	
Humificación en la capa arable	h	100	1	95	2	80	3	60	4	-	-	
Grado de gleysación	g	100	-	70	4	50	3	30	2	10	1	
Concreciones en los primeros 50 cm de profundidad.	c	100	-	95	3	-	-	90	2	80	1	
Profundidad pedológica	p	100	1	80	2	60	3	40	4	-	-	
Grado de lavado	l	80	1	90	2	95	3	100	4	-	-	
Graviliosidad	v	100		90/80	5/4	70	3	60	2	50	1	
Pedregosidad	d	80	5	60	4	50	3	30	2	10	1	
Rocosidad	r	100		60	5	50	4	30	3	0/30	1/2	
Textura	t	a	Arcilla montmorillonítica			50						
		b	Arcilla caolinitica			60						
		c	Arcilla			80						
		d	Arcilla arenosa			80						
		e	Arcilla loamosa			90						
		f	Loam arcilloso			90						
		g	Loam arcillo arenoso			90						
		h	Loam arenoso			80						
		i	Arena arcillosa			90						
		j	Arena			60						

El factor X, luego será el resultado de la ecuación siguiente:

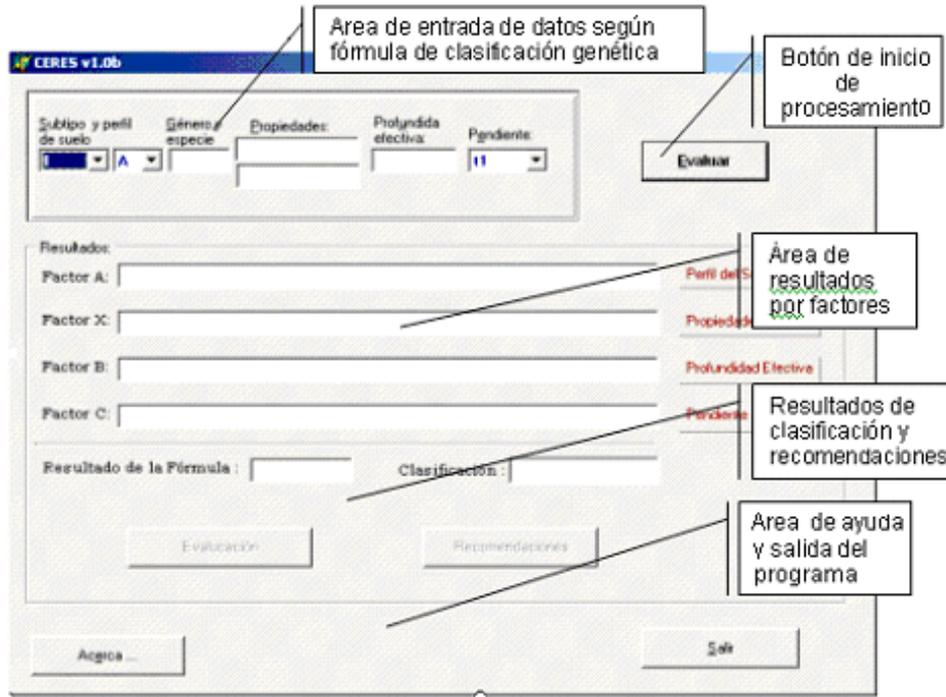
$$\text{Factor X} = e*s*h*g*c*p*l*v*w*r*t$$

Para el procesamiento y cálculo automatizado de estos factores fue necesaria la implementación de un software que posibilite la obtención de resultados más confiables, precisos y rápidos, en los cuales no influye la subjetividad del especialista. Este programa fue implementado para ambiente Windows, en el sistema de programación visual Borland Delphi versión 6.

La aplicación o programa principal está conformado por un cuadro o caja de diálogo principal, desde donde se controla todo el procesamiento de los datos y la visualización de los resultados. A partir

de esta ventana emergen tres ventanas secundarias activadas por los botones correspondientes a la **ayuda** en línea, a la **evaluación del suelo** en cuestión, respecto a la clasificación obtenida del proceso y otra ventana perteneciente a las **recomendaciones**. Una cuarta ventana está disponible para mostrar los créditos del programa a partir del botón "Acercas", el cual siempre está disponible, no ocurre así con los botones involucrados en los resultados, los cuales se deshabilitan si existe algún error en los datos de entrada, información que es validada en el sistema según se establece en la metodología, antes descrita.

A continuación se muestra una figura con las descripciones generales del ambiente de la aplicación para la evaluación cuantitativa de los suelos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al elaborar y aplicar una encuesta a los especialistas en suelos de Cuba, con el propósito de emitir un criterio sobre la ponderación que se propone dar a cada uno de los términos de la ecuación, se tuvo como resultado el consenso de establecerles rangos de valores a cada uno de

sus términos, según hayan tenido la mayor frecuencia.

En la siguiente tabla se puede observar cada una de las frecuencias de los rangos propuestos para cada factor tenido en cuenta. Se aprecia que la mayoría de las frecuencias de cada factor se concentran entre los rangos de 20-25 y 30-35.

Frequency table

	Range 5-15	Range 20-25	Range 30-35	Range 40-50	Total
Factor A	0 0,008	81 20,008 11,768	161 40,008 39,028	161 40,008 69,578	40 25,008
Factor B	1 2,508 3,578	151 37,508 22,068	191 47,508 46,348	51 12,508 21,748	40 25,008
Factor C	131 22,508 46,438	221 55,008 32,358	41 10,008 9,768	11 2,508 4,358	40 25,008
Factor X	141 35,008 50,008	231 57,508 33,828	21 5,008 4,868	11 2,508 4,358	40 25,008
Column Total	68 42,508	41 25,628	22 14,328	28 17,508	160 100,008

En cada casilla:
 Observed frequency
 Percentage of row
 Percentage of column

The StatAdviser
 This table displays counts for a 4 by 4 table. The first number in each cell of the table is the count or frequency. The second number shows the percentage of the entire represented by that cell. For example, there were a values in the first row and first column. This represents 5,08 of the 160 values in the table.

A pesar de que el estadígrafo Chi cuadrado emitido en este resultado no es de mucha utilidad, ya que no expresa la forma de asociación de las variables medidas, se puede concluir la dependencia existente

de los diferentes factores con los rangos establecidos (Chi-Square = 80.24), por otra parte puede observarse el grado altamente significativo del valor “p”, para esta tabla de frecuencias.

Frequency table

	Range 5-15	Range 20-25	Range 30-35	Range 40-50	Total
Factor A	0 0,008	8 20,008 11,768	16 40,008 39,028	16 40,008 69,578	40 25,008
Factor B	1 2,508 3,578	15 37,508 22,068	19 47,508 46,348	5 12,508 21,748	40 25,008
Factor C	13 22,508 46,438	22 55,008 32,358	4 10,008 9,768	1 2,508 4,358	40 25,008
Factor X	14 35,008 50,008	23 57,508 33,828	2 5,008 4,868	1 2,508 4,358	40 25,008
Column Total	68 42,508	41 25,628	22 14,328	28 17,508	160 100,008

En cada casilla:
Observed frequency
Percentage of row
Percentage of column

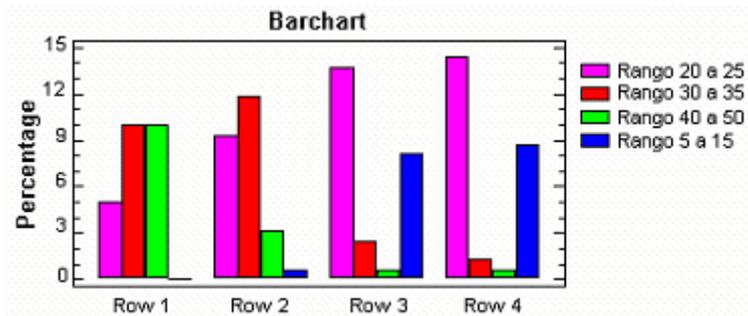
The StatAdviser

This table displays counts for a 4 by 4 table. The first number in each cell of the table is the count or frequency. The second number shows the percentage of the entire represented by that cell. For example, there were 6 values in the first row and first column. This represents 5,08 of the 160 values in the table.

Chi-Square: 80,24
P-Value: 0,0000
Coef. Contingencia: 0,578

En el gráfico siguiente pueden observarse claramente estos resultados.

Factor A: 30 puntos
Factor B: 30 puntos
Factor C: 20 puntos
Factor X: 20 puntos



Como puede percibirse se logra una concentración de los criterios acerca de los diferentes parámetros considerados como variables de la ecuación y se determina que los mismos debían tener una ponderación en la ecuación de la forma siguiente:

Luego de estas derivaciones se decide implementar el software que posibilita el procesamiento automático de estos indicadores, a partir de una base de datos que surge de las variantes posibles de la clasificación genética de los suelos. La salida de este programa computacional es la clasificación agroproductiva del suelo en cuestión, la cual se obtiene a partir del valor o índice calculado, como resultado de la suma de los valores hallados por la metodología antes explicada. El sistema ofrece también la opción de plantear algunas de las características generales del suelo clasificado, sus deficiencias, cultivos idóneos para el suelo, etc,

así como medidas y recomendaciones para enmendar estas deficiencias con la finalidad de su óptima utilización.

Una de las ventajas más importantes que se le concede a este sistema es la posibilidad de clasificar los suelos, sin la presencia o consulta de especialistas, pues en el mismo se concentra todo el conocimiento del equipo de especialistas que participaron en la elaboración y encuesta de la metodología, o sea, este sistema puede ser aplicado por cualquier tipo de usuario necesitado de evaluar suelos con conocimientos mínimos en computación y en la clasificación genética de los suelos. El software está en fase de evaluación y ha sido aplicado a los campos de papa en la campaña 2001-2002 en la ECV "Valle del Yabú" y se aplica a 25 fincas seleccionadas.

Mesa, A.; O. Suárez (1980): Estudios realizados referentes a la clasificación agroproductiva de suelos. CNSF, CIDA.

Colectivo de autores (1980): Clasificación agroproductiva cualitativa de los suelos citrícolas de la Isla de la Juventud. CNSF, CIDA.

Mesa, A. y M. Naranjo (1973): Manual de interpretación de los índices físico-químicos de los suelos cubanos. CNSF.



CONCLUSIONES

1. Se elaboró una metodología muy sencilla, de fácil aplicación y con resultados aceptables, en correspondencia con los resultados productivos obtenidos en las áreas donde fue aplicada.
2. Se elaboró un sistema computacional para una mayor rapidez y precisión en los cálculos a realizar en esta metodología, el cual es factible para cualquier tipo de sistema operativo sobre Windows. Es de fácil instalación y manejo y por usuarios con conocimientos mínimos en computación.
3. Los resultados de este sistema están avalados por la encuesta realizada a cuarenta especialistas en suelos de distintas entidades del país, lo cual garantiza que las recomendaciones emitidas se correspondan con las acciones a realizar para enmendar cualquier dificultad de los suelos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el análisis de esta metodología en el sector agropecuario en toda la nación.

BIBLIOGRAFÍA

Colectivo de autores (1975): Guía de evaluación del mapa básico, escala 1:25000. CNSF.