

EL MISIONERO DEL AGRO

**“Sistema de evaluación de tierras a escala de
variedades de caña de azúcar”**

**“Land Evaluation System a scale of Sugarcane
Varieties”**

Autor: Ing. Armando Vega Rivero, PhD.

Profesor Titular Auxiliar - Carrera de Agronomía - Facultad de Ciencias
Agrarias - Universidad Agraria del Ecuador

a.armandovega@yahoo.com
0988594656

Fecha de presentación: 12/marzo/2015

Fecha de aceptación: 2/abril/2015



UNIVERSIDAD
AGRARIA DEL ECUADOR
www.uagraria.edu.ec

Autor: Ing. Armando Vega Rivero PhD.
Profesor Titular Auxiliar - Carrera de
Agronomía - Facultad de Ciencias Agrarias -
Universidad Agraria del Ecuador

a.armandovega@yahoo.com

0988594656

Resumen

El efecto positivo de una correcta ubicación espacial y manejo del stock de variedades comerciales disponibles en una zona proveedora de materia prima a un ingenio, requiere de un sistema de ubicación acertada y asociada a su especificidad ambiental. En este trabajo se adopta y adapta el modelo empleado por la FAO como sistema de evaluación de tierras a un programa para la ubicación y manejo de un grupo numeroso de variedades de caña de azúcar eventualmente utilizadas y disponible para una región determinada, demostrando ser un instrumento muy valioso y apropiado para este tipo de ejercicio.

Un programa automatizado para la ubicación de variedades, ha servido de objeto para evaluar su concordancia con el modelo teórico-práctico empleado por la FAO. Este programa se encarga de cuantificar la correspondencia existente entre las características del bloque, tablón, campo o en general cualquier unidad mínima de explotación de tierra (UT) y las respuestas conocidas desde la etapa de investigación de cada genotipo a estas características mediante una ecuación lineal que responde a la función que cuantifica la apropiabilidad de cada variedad para cada unidad de tierra.

Palabras claves: *Caña de azúcar, Evaluación de tierras, Variedades*

Abstract

The positive effect of a correct spatial location and the stock management of commercial varieties available in a provider area of raw material to a sugar mill, it requires a system of successful location, associated with its environmental specificity. In this work, adopts and adapts the model used by FAO as a land evaluation system to a management program for the assigning of a large group of sugarcane varieties, eventually used and available for a given region, proving to be a very valuable instrument appropriate for this type of exercise.

An automated program for assigning varieties, has served as object to assess their consistency with the theoretical model used by FAO. This program is responsible for quantifying the relation among the features of the block, area, or in general any minimum unit of land exploitation (LU) and the known responses from the investigation stage of each genotype to these features, using a linear equation which responds to the function that quantifies the appropriated variety for each land unit.

Keywords: *Sugarcane, Land evaluation, Varieties*

Introducción

El acortamiento del plazo medio de sustitución de las viejas variedades en la explotación comercial de la caña de azúcar en el mundo, exige un elevado nivel tecnológico para mantener la competitividad de la producción azucarera.

Por otra parte ninguna de las áreas cañeras del mundo explota simultáneamente menos de 5 genotipos o variedades diferentes y en general más de 10, además, es usual poseer colecciones de trabajo o Bancos de germoplasma cuando existen instituciones dedicadas a la introducción, investigación o creación de variedades, (De Prada et. Al. 1994).

La interacción genotipo-ambiente es uno de los componentes más fuertes de la varianza fenotípica total expresada por un cultivar de caña de azúcar, esto hace que su comportamiento diferencial a los distintos ambientes requiera un stock más o menos diverso de genotipos comerciales para satisfacer esta exigencia ambiental diferencial (Gálvez G. y Vega A. 1995).

La designación de variedades para cada unidad de tierra de una región o zona determinada es realizada generalmente por experticia, ya sea local o institucional, pero rara vez se acude a un sistema o programa calibrado imparcialmente de acuerdo a la información disponible.

En la mayoría de los casos la adopción de decisiones de este tipo, está lastrada por la parcialización inevitable, tanto de productores como de investigadores que en diferentes grados están influidos por sus percepciones y sus experiencias particulares y que comúnmente terminan influyendo.

En tales circunstancias, lograr el efecto positivo de una correcta ubicación espacial y buen manejo del stock de variedades comerciales disponibles en una zona proveedora de materia prima a un ingenio, requiere de un sistema de introducción, propagación y ubicación acertada asociada a su especificidad ambiental

Materiales y Métodos

La metodología de evaluación de tierras según la FAO, ha sido aplicada generalmente a gran escala, para contribuir a la toma de decisiones en diferentes temas agrícolas y ambientales, como la captación de agua en dos microcuencas del río santo domingo, Mérida, Venezuela, (Rivas 2005). También (Manuelli S., et. al. 2014) la aplicaron en un estudio sobre desarrollo sustentable de montañas asociado al manejo del agua.

Hacer coincidir la variedad apropiada para una localidad específica, no es más que un ejercicio de "Evaluación de Tierras" a un subnivel limitado a una especie única. Algunas definiciones de partida necesarias serán ofrecidas a continuación según el sistema de evaluación de tierras seguido por la FAO (FAO 1993).

Tierra. "Una zona de la superficie del planeta cuyas características abarcan todos los atributos estables o predeciblemente cíclicos de la biosfera verticalmente por encima y por debajo de esta zona, incluidos la atmósfera, el suelo la geología, la hidrología, población vegetal y animal y los resultados de la actividad humana pasada y presente, en la amplitud en que estos atributos ejercen una influencia significativa sobre los usos presentes y futuros de la tierra por el hombre"

Unidades de Tierra (UT). "Áreas homogéneas en características o cualidades que afectan el uso de la tierra

Puede ser un área integrada o varias unidades con factores parciales (suelo, clima, relieve, etc.)"

Tipo de Uso de la Tierra (TUT). "Forma de producción rural, señalando especificaciones técnicas dentro de un marco socioeconómico. Es un medio para la evaluación de tierras aunque también un producto de ella".

Característica. "Atributo de la tierra medible o estimable".

Cualidad. "Atributo complejo de la tierra que actúa de manera distintiva en su influencia sobre la aptitud de la tierra sobre una clase específica de uso..

En la agricultura moderna, la adaptación de las variedades de cualquier cultivo a ambientes específicos, fundamentalmente determinados por el tipo de suelo, topografía, condiciones climáticas particulares, etc., debe tener como objetivo alcanzar la máxima expresión de su rendimiento, explotando convenientemente la influencia de la interacción genotipo ambiente, que en este cultivo es una de las mayores fuentes de variación del comportamiento varietal y en especial caracteres altamente cuantitativos como el rendimiento agrícola, la resistencia a enfermedades y plagas y las reacciones a diferentes tipos de stress.

Una adecuada caracterización de las diferentes cualidades edafoclimáticas y de manejo agronómico de cada unidad mínima agrícola destinada al cultivo de la caña de azúcar, debería constituir un punto de partida para la decisión de la variedad a ubicar, para garantizar resultados económicamente ventajosos, pues se conoce que las condiciones ambientales, condicionan los niveles de rendimiento en igualdad de las restantes condiciones.

Un programa automatizado para la ubicación de variedades comerciales de caña de azúcar en áreas de producción (Vega et. al.1994) asociado al SERVAS (Servicio de Variedades y Semilla) (Vega et. al.1999) se encuentra implementado en el Grupo Empresarial Azucarero de Cuba desde 1997 (entonces Ministerio del Azúcar) y a través de él, se asiste al productor en la elección correcta dentro de un stock de más de 20 variedades en explotación.

Este programa se encarga de cuantificar la correspondencia existente entre las características del bloque, tablón, campo o en general cualquier unidad mínima de explotación de tierra (UT) y las respuestas conocidas desde la etapa de investigación de cada genotipo a estas características (TUT).

Adecuación conceptual de un programa de ubicación de variedades de caña de azúcar en concordancia con los principios del sistema adoptado por la FAO para la evaluación de tierras

Normalmente se impone durante un primer análisis, el ajuste dimensional del alcance de los objetivos del proyecto, puesto que una primera aproximación, la más general posible, conllevaría al estudio de propuestas de usos agrícolas o no agrícolas (minería, turismo, enclaves urbanos etc.).

Una segunda aproximación, ya descartados los TUTs no agrícolas, estaría al nivel de definiciones macro dentro de la esfera agrícola en general (producción pecuaria, forestales, cultivos permanentes, agricultura de regadío, etc.), estableciendo los esquemas y sistemas de evaluación de tierras forestales (FAO, 1984), tierras para pastoreo intensivo (FAO, 1986) y otros comprendidos entre los sistemas para la evaluación de tierras para

el desarrollo agrícola (Beek, 1978).

La evaluación de tierras parte de premisas que enmarcan o limitan, de alguna manera, las opciones de TUTs posibles.

Las premisas fijadas por las condiciones actuales, en el marco del desarrollo técnico y socioeconómico de la agricultura cañera en la mayoría de los países donde este rubro se considera importante, para realizar un ejercicio de evaluación de tierras ajustado a los límites de la utilización óptima de un stock de variedades de caña de azúcar, con grandes contrastes en cuanto a su respuesta a las variaciones del ambiente o combinación de factores ambientales (léase cualidades o características de las TUTs), están dadas por:

- El manejo y definición del fondo de tierra disponible en el caso de extensiones grandes (áreas tributarias a un ingenio).
- La aptitud agro-productiva de los suelos y el clima para el cultivo de la caña de azúcar

Esta última premisa, que a su vez es una cualidad muy compleja de los suelos y que se convierte en un medio para la evaluación de tierras es también un producto de ella, puesto que constituye el primer análisis de

la parte de la información correspondiente y la base para el rechazo o aceptación de las UT que serán consideradas en la asignación de los posibles TUTs (variedades de caña de azúcar).

Etapas en la planificación del uso de la tierra

Reconocer la necesidad de un cambio de TUT. Diagnósticos conservadores arrojan solo un 40% de variedades correctamente ubicadas.

Identificación de los objetivos. Basados en la necesidad de una explotación máxima del potencial exhibido por cada variedad en las circunstancias de una combinación de factores edafoclimáticos dados.

Formulación de propuestas. Disponiendo de elementos e información previos ordenar las opciones o variantes posibles de TUTs (variedades)

Comparar y evaluar cada UT con relación a los TUTs contemplados. Es el ejercicio científico técnico más importante y cuya consecuencia es la recomendación de los usos más apropiados (en este caso variedades). Puede resolverse por medios manuales, semiautomatizados y automatizados.

Seleccionar el TUT para cada UT. Selección de la variedad más ajustada a las características de la UT

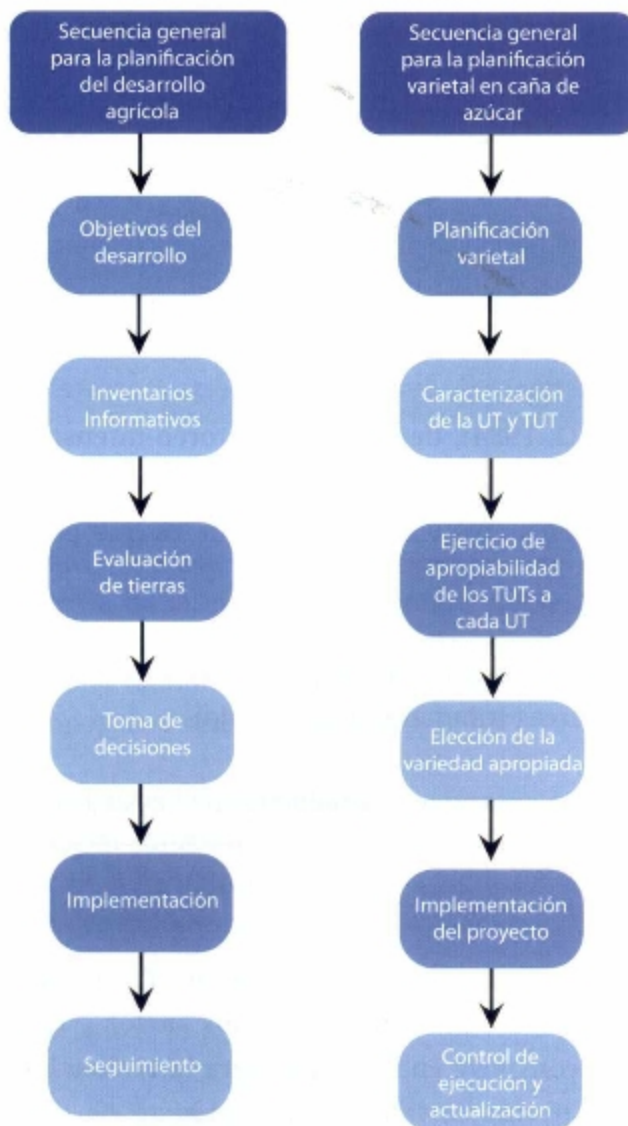
Diseño del proyecto general con diferentes alternativas. El proyecto varietal contempla los balances varietales por cualidades o características excluyentes y permite la corrección de estructuras inadecuadas.

Decisión de la implementación. Diseñar el procedimiento de aplicación práctica

Implementación.

Monitoreo

Una secuencia general de las actividades para la planificación del desarrollo rural (Beek and Benema, 1974) puede ser perfectamente adaptado a la planificación varietal, y previa sencillas adecuaciones, lo que constituye el modelo a seguir para este tipo de ejercicio, entonces, según el esquema comparativo que sigue:



Esquema 1. Paralelos entre la secuencia general de las actividades para la planificación del desarrollo rural (Beek and Benema, 1974) y un esquema de ubicación de variedades de caña de azúcar (Vega et. al.1994)

La ubicación de variedades cumple todos los principios básicos de una evaluación de tierras, puesto que además de requerir un enfoque multidisciplinario, la apropiabilidad

de la tierra se evalúa con relación a clases específicas de uso (variedades) en la que se consideran los beneficios probables y con un enfoque de uso sostenible.

Evaluación cualitativa de la tierra y evaluación de la importancia de estas cualidades

La evaluación cualitativa de la tierra se realiza a través de sus características y/o cualidades que tienen efecto sobre sus usos posibles en el marco del análisis de que se trate, de los cuales existen valores críticos que pueden ser obtenibles. Uno de los cuadros recomendados (FAO, 1985, citado por Comerma 1998) es el siguiente:

Tabla N° 1: Evaluación sobre la importancia de las cualidades de la tierra.

Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos	Información	Importancia
Importante	Frecuente	Obtenible	Muy Importante
Moderadamente Importante	Frecuente	Obtenible	Moderadamente importante
	Poco frecuente	Obtenible	
Moderado	Poco frecuente	Obtenible	
Ligero a nulo	Apenas	Apenas	Menos importante
Apenas	Rara vez o nunca	Apenas	Menos importante
Apenas	Apenas	No obtenible	Menos importante

Fuente: Autor
Elaborada: Autor

Tabla N° 2: Criterios utilizados para la elección de cualidades relevantes

Efectos sobre el uso de la tierra	Existencia de valores críticos				Disponibilidad de información
		Frecuente	Poco frecuente	Raro o inexistente	
	Importante	1	2	3B	Obtenible
		3C	3C	3C	No obtenible
	Moderado	2	2 ó 3	3B	Obtenible
		3C	3C	3C	No obtenible
	No importante	3A	3 ^a	3B	Obtenible
		3C	3C	aC	No obtenible

Fuente: Autor
Elaborada: Autor

Desarrollo del Trabajo

Una evaluación de las características y/o cualidades empleadas para la evaluación de tierras para variedades adoptando este sistema (Vega et. al. 1999), permite calibrar la ecuación lineal que responde a la función que cuantifica la apropiabilidad de cada variedad para cada unidad de tierra de la siguiente manera.

Tabla N° 3: Criterios de relevancia para las cualidades relevantes en la ubicación de variedades de caña de azúcar

i	FUNCIÓN DE RELACIÓN C(X,Y)	Características o cualidades	Criterios según (FAO, 1985)
1	C ₁ (X,Y)	Drenaje	1
2	C ₂ (X,Y)	Régimen pluviométrico	1
3	C ₃ (X,Y)	Mecanización	2-3B
4	C ₄ (X,Y)	Época de Siembra	1
5	C ₅ (X,Y)	Salinidad	2-3B
6	C ₆ (X,Y)	Incidencia de enfermedades	2
7	C ₇ (X,Y)	Incidencia de enfermedades	3A
8	C ₈ (X,Y)	Incidencia de enfermedades	3A
9	C ₉ (X,Y)	Fertilidad	1
10	C ₁₀ (X,Y)	Tipo de suelo	1
11	C ₁₁ (X,Y)	Profundidad efectiva	1

Fuente: Autor
Elaborada: Autor

Función lineal para la confrontación y armonización

La interacción existente entre el campo (UT) y la variedad (TUT) (Interacción genotipo-ambiente) es cuantificada por la siguiente función F que depende del campo "x" y de la variedad "y":

$$F(x,y) = (\sum_{i=1}^n \alpha_i C_i(x,y) \div \sum_{i=1}^n \alpha_i) / 100$$

Donde:

- C_i(x,y), 0 ≤ C_i(x,y) ≤ 1 para (i= 1, 2,, N), son las funciones de relación entre el bloque "X" y la variedad "Y"
- α₀ ≤ α₁ ≤ 1 para (i = 1, 2,, N), son los coeficientes de ponderación de las funciones de relación
- N es la cantidad de funciones de relación que se incluyen en el modelo matemático

$$F(x,y) = (\alpha_1 C_{1(x,y)} + \alpha_2 C_{2(x,y)} + \alpha_3 C_{3(x,y)} + \dots + \alpha_{11} C_{11(x,y)}) 100/\alpha$$

$$\text{Alfa} = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{11}$$

Alfa constituye el coeficiente de ponderación de la importancia relativa de la cualidad, en gran medida definida por los criterios de relevancia (tabla 3) y entonces Ci constituyen las funciones de relación o armonización y un ejemplo de su estatus aparecería en una matriz de calibración del programa automatizado construida a tal efecto, (Vega et. al. 1999b) como se muestra a continuación:

Drenaje vs Drenaje					Alfa = 0.900		Invalidante = No		
Variedad Bloque	Bueno	Regular	Malo	Seco					
Bueno	1.000	0.800	0.800	1.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
Regular	0.500	1.000	1.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
Malo	0.000	0.300	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
Secante	1.000	1.000	0.600	0.500	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000

El software finalmente señala los tres TUTs (variedades), más beneficiados en la confrontación, recomendando el de máxima puntuación como se muestra a continuación y que constituye una de las pantallas de salida del programa.

No	Unidad productiva	Campo	Área	Variedad	Puntos
1	Ignacio Agramonte	0008	4.08	C266-70	56
2	Ignacio Agramonte	0018	0.92	C1051-73	85
3	Laguna Grande	0430	2.96	C1051-73	85
4	Donato	2310	2.82	C88-380	79
5	Donato	2311	4.79	C87-51	85
6	Pajones	1112	3.76	My55-14	85
7	Pajones	1110	7.33	My55-14	85
8	La Yaya	0132	5.25	C323-68	88
9	Natalia	0025	5.44	C323-68	81
<<<	< > >		Listado	Estado	Continuar

Los pasos posteriores pueden escapar en cierto modo al esquema general puesto que un balance varietal a escala macro generalmente exige concesiones a escala micro debido a requisitos de seguridad fitosanitaria y exigencias operativas de la cadena de semilla y otras operaciones productivas.

Conclusiones

El sistema de evaluación de tierras diseñado y aplicado por la FAO generalmente para evaluaciones macro, constituye un instrumento muy valioso para el ejercicio del ordenamiento varietal en un esquema de explotación extensivo como la caña de azúcar y se ajusta perfectamente al aplicarlo a escala de ubicación micro-localizada de variedades o genotipos de este cultivo teniendo en cuenta sus especificidades a o requerimientos ambientales

Referencias Bibliográficas

- Beek, K. J. and J. Benema. (1974). Evaluación de tierras para la planificación del uso rural. Un método ecológico. Boletín Latinoamericano. Fomento Aguas y Tierra No3. FAO, Chile.
- Beek, K. J., (1978). Land evaluation for agricultural development. Inter Inst. For Land Reclama and Improve. Wageningen. Holanda
- Comerma J. (1999). Ciclo de Conferencias. Taller sobre Evaluación de Tierras, según la metodología FAO. Villa Clara. Cuba
- De Prada F., Pérez G. y Vega A., (1994). System for the control and utilization of Cuban phylogenetic resources. (XI Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética), Monterrey, México. Pág 549.
- FAO, (1984). Evaluación de tierras forestales. Papel Forestal No 48, Roma.
- FAO, (1986). Evaluación de tierras para pastoreo extensivo. Guías, 131 pp. Roma
- FAO, (1993). Guías para la planificación del uso de la tierra. FAO Development Series, 1. Roma
- Gálvez G. y Vega A., (1995). Combination of stability and productivity in unique selection criteria. Poceeding, XXII Congreso del ISSCT Cali. Colombia
- González R., Gálvez G., De Prada F., Vega A. y Tomeu A. (1999). Procedimiento tecnológico para la implementación del Servicio de Variedades y Semilla en Cuba. Departamento Mejoramiento Genético. INICA-MINAZ, La Habana, 122 pp.
- Manuelli S., Hofer T. and Vita A. (2014). FAO's Work on Sustainable Mountain Development and Watershed Management Mountain Research and Development February 2014 : Vol. 34, Issue 1 (Feb 2014), pg(s) 66-70
- Rivas, S. (2005). Ensayo metodológico de evaluación de tierras para la captación de agua en dos microcuencas del río Santo Domingo, Mérida, Venezuela. Interciencia 30.6(Jun 2005): 347-355.
- Vega A. y Loret de Mola G. (1994). Programa automatizado para la ubicación de variedades comerciales en áreas de producción (SELVAR). Memorias, V Jornada Científica por el XXX aniversario de la fundación del INICA, 4p, La Habana).