

25

**UTILIZACIÓN DEL SISTEMA ALES**

**COMO SISTEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS EN ÁREAS  
DEDICADAS A LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR**

# UTILIZACIÓN DEL SISTEMA ALES

COMO SISTEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS EN ÁREAS DEDICADAS A LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

## USE OF THE ALE SYSTEM AS A LAND ASSESSMENT SYSTEM IN AREAS DEDICATED TO SUGARCANE PRODUCTION

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

Regla María Aloma Oramas<sup>2</sup>

E-mail: [reglita@gestion.ceac.cu](mailto:reglita@gestion.ceac.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4827-9683>

Alejandro Rafael Socorro Castro<sup>3</sup>

E-mail: [arsocorro@hotmail.com](mailto:arsocorro@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-308X>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

<sup>2</sup> Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. Cuba.

<sup>3</sup> Convenio Universidad Metropolitana del Ecuador- Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

García Batista, R. M., Aloma Oramas, R. M., & Socorro Castro, A. R. (2020). Utilización del sistema ALES como sistema de evaluación de tierras en áreas dedicadas a la producción de caña de azúcar. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 207-216.

### RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el uso de la línea base de datos de campos obtenidos en la finca La Josefa, del Ingenio Elpidio Gómez en la actualidad, antes pertenecientes al Ingenio Pepito Tey, de la provincia de Cienfuegos. Se evaluaron los resultados obtenidos con el empleo de diferentes distancias entre surco estudiadas, para lo que se elaboró un modelo, basado en el sistema de experto "ALES". Las entidades evaluadas por "ALES", fueron las Unidades Cartográficas, en este estudio se tomaron los 44 campos del Lote 1 de la finca "La Josefa". La conformación de este sistema de experto en "ALES". La base para la aplicación de este sistema en el presente estudio, donde se estableció como: TUT, Las distancias de plantación seleccionada. RUT, Criterios de expertos tenidos en consideración para la selección de la tecnología adecuada y CAT, Los tipos de suelos, existentes en la Unidad Cartográfica, así como las propiedades físico - químicas de estos. Los resultados obtenidos permiten validar el modelo obtenido al implementar la técnica de la herramienta "ALES", demostrándose que puede ser usado para evaluar el efecto de las distancias de plantación en las diferentes unidades cartográficas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar.

### Palabras clave:

Evaluación de tierras, producción de caña de azúcar, sistema de expertos.

### ABSTRACT

The work was carried out with the use of the database of fields obtained at the La Josefa farm, from the Elpidio Gómez sugar mill at present, previously belonging to the Pepito Tey sugar mill, from the province of Cienfuegos. The results obtained with the use of different distances between furrows studied were evaluated, for which a model was developed, based on the expert system "ALES". The entities evaluated by "ALES" were the Cartographic Units. In this study, the 44 fields in Lot 1 of the "La Josefa" farm were taken. The formation of this expert system in "ALES". The basis for the application of this system in the present study, where it was established as: TUT, the selected planting distances. RUT, Expert criteria taken into consideration for the selection of the appropriate technology and CAT, The types of soils, existing in the Cartographic Unit, as well as the physicochemical properties of these. The results obtained allow us to validate the model obtained by implementing the technique of the "ALES" tool, demonstrating that it can be used to evaluate the effect of planting distances in the different cartographic units dedicated to the cultivation of sugar cane.

### Keywords:

Land evaluation, sugarcane production, expert system.

## INTRODUCCION

Hoy día estimación de la producción de caña de azúcar es realizada en la mayoría de los casos por personal técnico. Muchos de ellos lo hacen de una manera manual, no hay aditamentos tecnológicos que automaticen mucho este accionar, por ello a través de herramientas de la evaluación de tierras se puede lograr.

La Evaluación de Tierra constituye una «herramienta esencial» para la toma de decisiones en la agricultura (Aranda, et al., 2000). Para llevar a cabo la evaluación, una de las vías más aceptadas continúa siendo la construcción de sistemas expertos (Becks, et al., 2001), soportados en software llamados conchas (Shell) como ALES (Automatic Land Evaluation System), pues el sistema no porta un modelo experto implícito, sino una estructura de datos jerárquica que admite su construcción (Rossiter, 1990; Rossiter & Van Wambeke, 1995). Uno de los problemas atribuidos al uso de sistemas expertos es la carga de subjetivismo implícita en el procedimiento (Becks, et al., 2001). Para atenuar esta dificultad y ganar en el control es factible el uso de técnicas derivadas de la teoría de la decisión (Toskano, 2005) tales como Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 1977), que permite, además, conocer la inconsistencia de los juicios.

Hasta el momento actual se ha carecido de algún método científicamente fundamentado que permita diagnosticar la distancia de plantación a utilizar en función de los factores que la determinen lo que ha quedado resuelto mediante la utilización del sistema “ALES” como sistema de evaluación de tierras, cuyos atributos permiten la elección de la distancia de plantación en dependencia de la aptitud física y económica de las unidades cartográficas evaluadas en función de los principales factores que han resultado decisivos con este fin (variedad y suelo), además este sistema permite la posibilidad de que a partir de la construcción de su árbol jerárquico se integren en un futuro otros factores aún desconocidos que puedan influir en la selección de la distancia de plantación. El objetivo del estudio fue elaborar un modelo, basado en el sistema de experto “ALES” y validar su uso para evaluar los resultados obtenidos con el empleo de diferentes distancias entre surco en plantaciones cañeras.

## DESARROLLO

Para evaluar los resultados obtenidos con el empleo de las diferentes distancias entre surco estudiadas se elaboró un modelo, basado en el sistema de experto “ALES”. El Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras “ALES”, es un programa de computación que permite construir sistema de expertos para sus evaluaciones, según el método presentado en el “Esquema para Evaluación de Tierras” de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1976).

Este sistema posee como ventajas, que puede ser aplicado a cualquier área, con cualquier grupo de datos y está diseñado para su uso en evaluaciones de tierra a escala tanto regional como de proyecto.

Las entidades evaluadas por “ALES” son las Unidades Cartográficas y en este estudio fueron los 44 campos del Lote 1 de la finca “La Josefa” del Ingenio Pepito Tey, La conformación de este sistema de experto en “ALES” se realiza sobre la base de los atributos, abordados por Hernández (1995), los que se muestran en el diagrama de trabajo del “ALES”, (figura 1) que fueron además la base para la aplicación de este sistema en el presente estudio, donde se estableció como: **TUT**, Las distancias de plantación seleccionada. **RUT**, Criterios de expertos tenidos en consideración para la selección de la tecnología adecuada y **CAT**, Los tipos de suelos, existentes en la Unidad Cartográfica, así como las propiedades físico - químicas de estos.

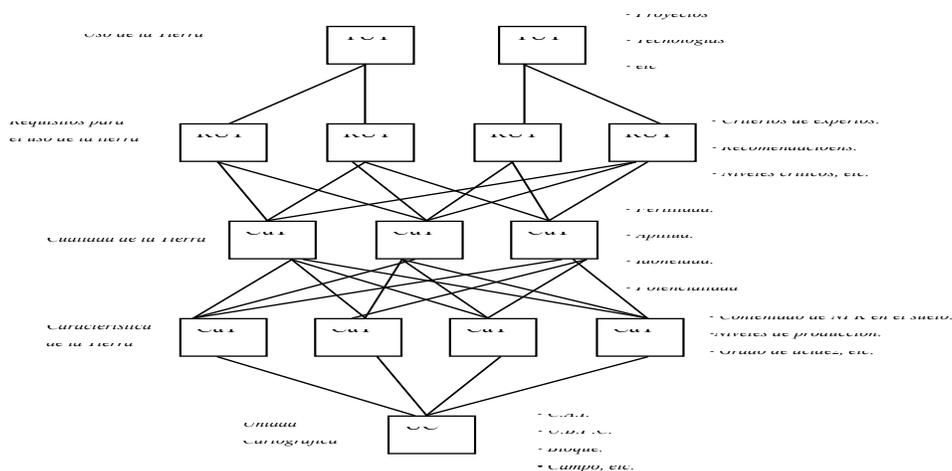


Figura 1. Diagrama de trabajo del “ALES”.

Desde el punto de vista económico, los aspectos más importantes a tener en cuenta en “ALES” son: el beneficio bruto, el valor presente neto, ganancia neta marginal y la relación beneficio - costo.

- Beneficio bruto: Es el precio de campo del cultivo por el rendimiento descontando los egresos.
- Valor presente neto: Es la diferencia entre los ingresos y egresos, se expresa en unidades de dinero/ha, tomando en cuenta la tasa de interés.
- Ganancia neta marginal: Es lo que representa el valor presente neto de los egresos.
- Relación beneficio - costo. Es la relación entre ingresos y egresos, es adimensional.

La aplicación de este sistema para la determinación de la tecnología de plantación más adecuada se basó en el establecimiento de un Árbol Jerárquico, conformado por 4 factores en el siguiente orden:

- Factor 1: Distancias de plantación (0.60, 1.00, 1.60 y 1.80m).
- Factor 2: Variedades (C120-78, Ja60-5, C266-70).
- Factor 3: Suelos (Pardos con carbonatos, Pardos sin carbonatos, Oscuro plástico no gleyzado y Fersialítico pardo rojizo).
- Factor 4: Cepas (Caña planta hasta el quinto retoño).

Como producto final de tipo de uso de la tierra (TUT) definido en el modelo se tomó la producción agrícola expresada en toneladas de caña por hectárea. Para los análisis económicos se consideró un precio de campo de la caña de 14.22 pesos por toneladas, el cual considera las primas que se pagaban por el MINAZ, Cuba.

La tabla 1, nos muestra que para evaluar los TUT (distancias de plantación) desde el punto de vista económico, se seleccionaron los siguientes insumos: Establecimiento de la plantación, limpia manual, aplicación de herbicidas, cultivo mecánico, fertilización y cosecha.

- Establecimiento de la plantación: En este insumo se incluyeron los costos fijos desde preparación de tierra hasta la plantación y se consideró para todos los TUT, estimándose sobre la base de la inversión inicial y asumiendo que se pagaría de forma proporcional, sin intereses, durante un período de explotación de cinco cosechas.
- Labores culturales, este insumo incluye las labores de deshierbe manual, mecánico y químico) y cultivos que se realizan habitualmente en la zona, tomándose los gastos medios en que se incurre con estas labores durante un año.

Tabla 1. Listado de insumos.

Insumo	Unidad de medida.	Costo por unidad.	No. de labores por distancias			
			1.60	1.40 + 0.40	1.00	0.60
Establecimiento de la plantación.	labores/ha	86.00	1	1	1.17	1.72
Limpia manual.	labores/ha	11.69	1	-	-	-
Aplicación de herbicidas.	labores/ha	38.37	1.5	1	1	1
Cultivo mecánico	labores/ha	6.50	2	2	1	1
Fertilización	labores/ha	15.00	1	1	1	1
Costo de cosecha	t	9.32	por t/ha	por t/ha	por t/ha	por t/ha
Valor de venta	t	14.22	por t/ha	por t/ha	por t/ha	por t/ha

En todos los casos los costos por unidad constituyen los costos de campo de los insumos para la zona, para los que se tuvo en cuenta la transportación, la aplicación de productos químicos y demás labores.

El trabajo se realizó sobre la base del beneficio bruto, el valor presente neto, ganancia neta marginal y la relación beneficio costo.

Para realizar los cálculos y con el objeto de la comparación, se utilizó una tasa de intereses del 10 %, la cual es la aplicada por el Banco Nacional de Cuba.

En “ALES” las clases de aptitud económica son divisiones de todo el rango de valores de los parámetros económicos que el evalúa, con el fin de permitir asignar a cada unidad cartográfica una de las cuatro clases de aptitud de la tierra de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003):

- S<sub>1</sub> Altamente apta (A<sub>1</sub>)
- S<sub>2</sub> Moderadamente apta (A<sub>2</sub>)
- S<sub>3</sub> Marginalmente apta. (A<sub>3</sub>)
- N<sub>1</sub> No apta actualmente (N<sub>1</sub>)

S<sub>3</sub>: es el nivel al cual el productor elegirá no utilizar la tierra normalmente es 0,

S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>: son los niveles que consideraría como excelente y bueno respectivamente.

En este modelo se asumió como límite inferior de la clase S<sub>3</sub> como 0.00 pesos, S<sub>2</sub> como el nivel al cual el productor obtiene como mínimo 0.10 pesos por 1 peso invertido y S<sub>1</sub> es cuando la ganancia supera 0.30 pesos por 1 peso invertido estos límites se determinaron a partir de la respuesta productiva obtenida en los campos de la zona de estudio.

El modelo se diseñó sobre la base de los factores que incidieron en el efecto de las distancias sobre los rendimientos, utilizando para ello la técnica descrita en el ALES. Los factores fueron los siguientes:

- Suelos · Variedades. · Cepas

Estos requisitos sólo se tomaron en cuenta para definir la producción esperada e influyeron en los componentes del análisis económico, que fueron los ingresos y los costos de cosecha. El resto de los ingresos fueron calculados para cada distancia tomando en cuenta las características de cada una y su efecto sobre el cultivo.

Finalmente, el modelo fue construido sobre la base de un árbol jerárquico multiplicativo (figura 2), donde se tomaron en cuenta las interacciones entre las diferentes distancias de plantación, variedades, tipos de suelos y cepas de la plantación existentes.

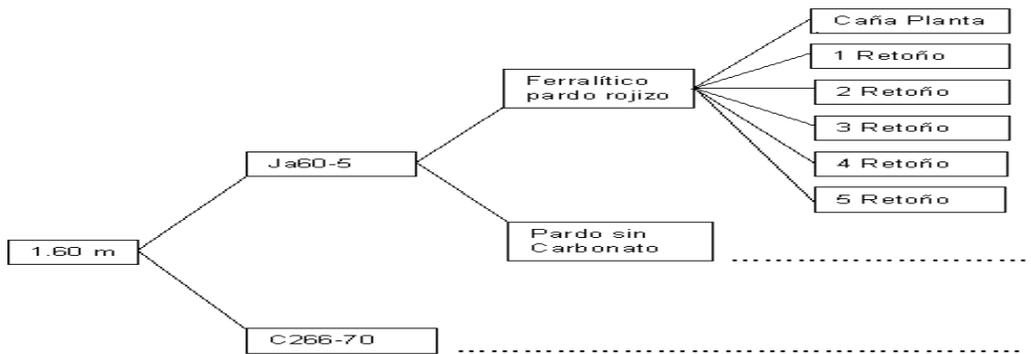
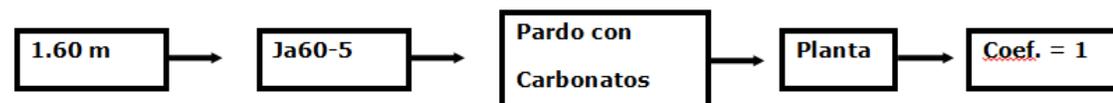


Figura 2. Árbol jerárquico.

Según Vargas & Ponce de León (2008), el empleo del Proceso Analítico Jerárquico resultó muy eficaz para definir las jerarquías de las cualidades que conforman los árboles de decisión, utilizados para la evaluación de tierra; así como para cuantificar la inconsistencia de los juicios entre los expertos, con lo que se garantizó la obtención de resultados más seguros y confiables

De acuerdo con las interacciones que se obtienen con la creación del árbol jerárquico, en función de los factores que incidieron en el efecto de las distancias sobre el rendimiento (variedad, suelo y cepa), fueron calculados coeficientes para los niveles de producción alcanzados en cada una de las interacciones obtenidas de la información experimental, en correspondencia con las características de las 44 unidades cartográficas de la finca “La Josefa”, donde fue aplicado el modelo.

Para el cálculo de los coeficientes, se partió de un potencial de rendimiento seleccionado de la interacción formada por la distancia de 1.60 m, la variedad Ja60-5, el suelo Pardo con carbonatos y la cepa de caña planta, el cual resultó ser el 100 %, o lo que es igual al coeficiente 1 (130.95 t caña/ha).



En la figura 3, aparece representado como se comportó el coeficiente para esta interacción, incluyendo el coeficiente para las distancias de 1.40 m y 0.90 m.

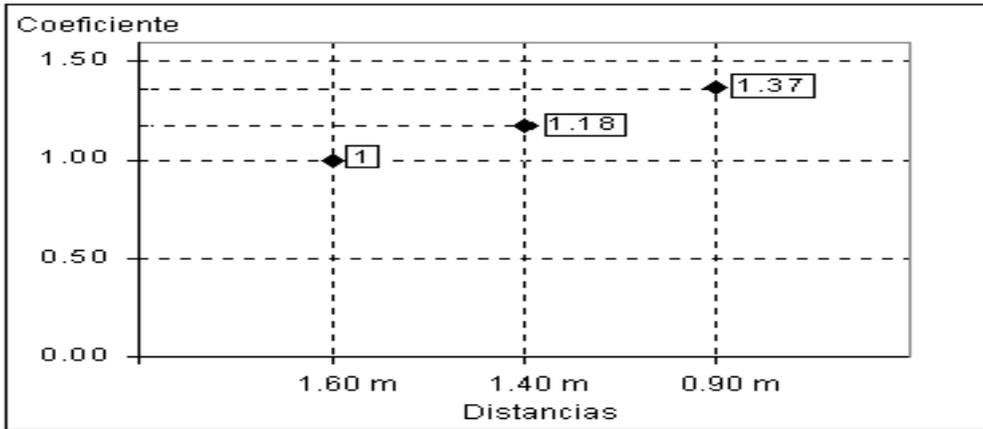


Figura 3. Comportamiento de los coeficientes por distancias para la interacción (variedad Ja60-5, suelo Pardo con Carbonatos y cepa caña planta).

El coeficiente para esta misma interacción, en la cepa de primer retoño, resultó ser 0.72 (94.07 t caña/ha), en la figura 4, se muestra como se comportó además para las distancias de 1.40 m y 0.90 m.

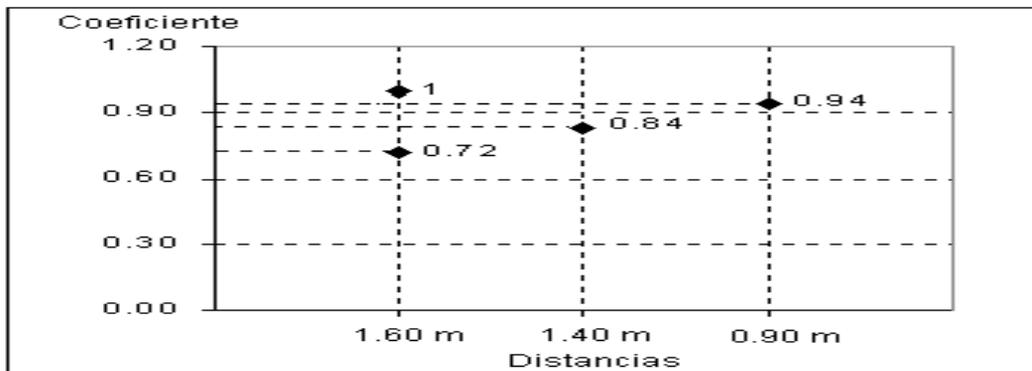


Figura 4. Comportamiento de los coeficientes por distancias para la interacción (variedad Ja60-5, suelo Pardo con Carbonatos y cepa primer retoño).

Siguiendo este criterio se generaron los coeficientes para todas las interacciones, hasta completar la matriz de datos, cuando no existieron datos experimentales para alguna de las interacciones estudiadas, los coeficientes fueron estimados con los criterios generales demostrados en la tesis, las tendencias de las ramas superior e inferior del árbol jerárquico y el criterio del experto.

Para comprobar la eficiencia del modelo empleado se pasó a la validación en el área de la finca "La Josefa", siendo este una de las premisas fundamentales, ya que, de no ajustarse el modelo a la realidad, no puede ser utilizado para simular el efecto de las tecnologías sobre los niveles de producción.

Las 44 unidades cartográficas evaluadas pertenecen al Lote 1 de la finca "La Josefa", en ellas se encuentran plantadas tres de las variedades estudiadas (Ja60-5, C120-78 y C266-70), cuya respuesta al estrechamiento de las distancias se clasificó como baja. Los suelos, cuya respuesta productiva fue diferenciada, se ubicaron en orden ascendente como, Pardo sin carbonatos, presente en 25 unidades, Pardo con carbonatos en 13, Oscuro plástico en 4, y Fersialítico pardo rojizo en 2 unidades.

El rendimiento agrícola promedio en el conjunto de estas unidades fue de 39.46 t/ha en la zafra 1996-1997.

El área que ocupan las 44 unidades cartográficas es de 321.25 ha y su distribución por cepas fue la siguiente, caña planta 90.05 ha, primer retoño 155.79 ha, segundo retoño 12.61 ha, tercer retoño 5.23 ha, cuarto retoño 12.88 ha y quinto 44.69 ha.

Para los campos de la finca "La Josefa" el modelo mostró un ajuste de más del 80 % cuando se comparó la producción real con la estimada para la distancia de 1.60 m (figura 5), este resultado fue además significativo, lo que permitió la simulación de la producción para diferentes variantes de distancias.

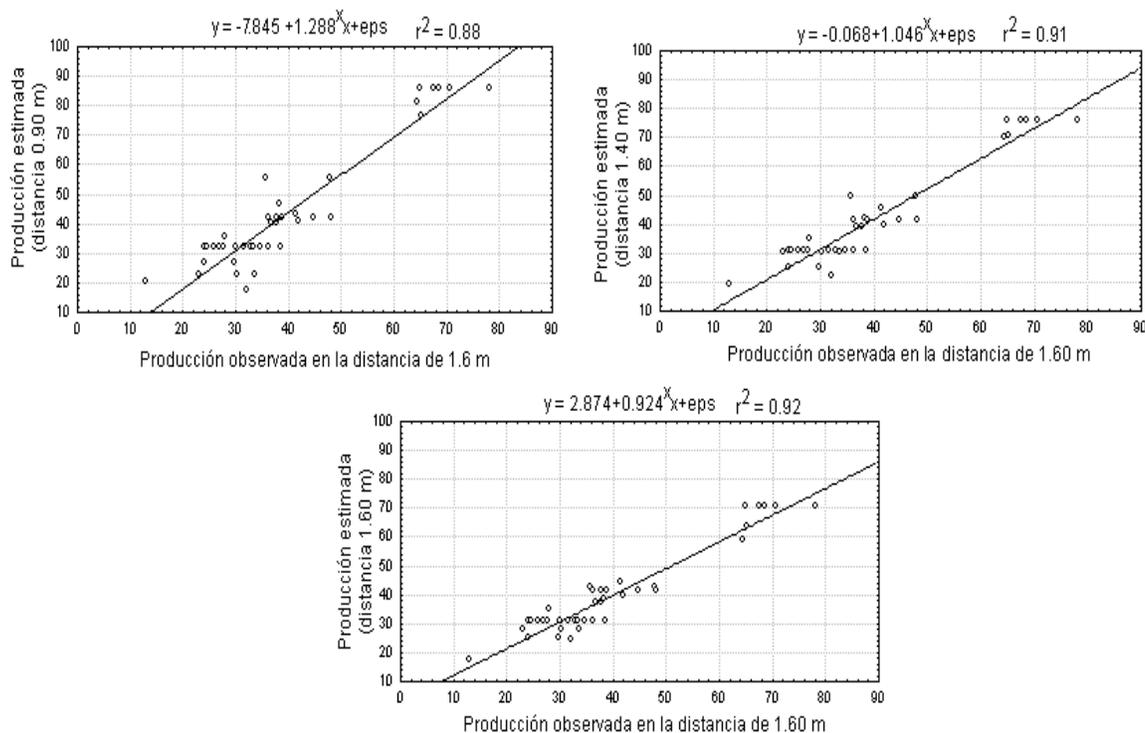


Figura 5. Eficiencia del modelo obtenido para cada una de las distancias.

La comparación de la producción real de los campos evaluados con las modeladas para cada distancia, mostró que los coeficientes de regresión aumentaron con la disminución de las distancias, mientras que el término de ajuste disminuía; así para producciones reales inferiores a 21.56 t de caña/ha, el modelo para 1.60 m mostró los mayores incrementos, pero a partir de este nivel de producción, 1.40 m fue superior hasta 32.1 t de caña/ha cuando 0.90 m lo superó.

Hay que recordar que el modelo fue estimado para las variedades, los suelos y las cepas, pudiendo decir entonces que cuando estas condiciones garantizan producciones superiores a 32.1 t de caña/ha, con la tecnología tradicional (1.60 m de distancia entre surcos), la plantación a 0.90 m hubiera garantizado producciones superiores.

Las variaciones de la aptitud física aparecen en la tabla 2; los resultados mostraron que para la variedad Ja60-5, la tecnología de 0.90 m fue superior en los suelos Pardos con y sin carbonatos y Fersialítico pardo rojizo, en el caso de la variedad C120-78, no mostró efectos de las tecnologías sobre la aptitud, mientras que para la variedad C266-70, independientemente del suelo, la mejor tecnología fue la tradicional (1.60 m).

Con relación a los suelos, las mayores respuestas al estrechamiento de las distancias se observaron en los Pardos con carbonatos (3/9), siguiéndole en orden los Fersialítico pardos rojizos (2/9), los Pardos sin carbonatos (1/9) y por último los Oscuros plásticos donde independientemente de la variedad la mejor distancia fue la tradicional (1.60 m).

Esta baja respuesta al estrechamiento de la distancia entre surcos, observada en esta unidad (6/27), se debe a que las variedades plantadas presentan características que las ubican dentro del grupo de baja respuesta al estrechamiento.

Tabla 2. Aptitud física para los diferentes TUT propuestos para el Lote 1 de la finca “La Josefa”.

Suelos	Variedades	Ja60-5			C120-78			C266-70		
		0.90 m	1.40 m	1.60 m	0.90 m	1.40 m	1.60 m	0.90 m	1.40 m	1.60 m
Pardo con Carbonatos		S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>					
Pardo sin Carbonatos		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>							
Oscuro plástico		S <sub>2</sub>								
Fersialítico pardo rojizo		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>						

La figura 6 muestra la relación de los beneficios obtenidos con cada una de las distancias paso a paso, del tratamiento de menos costo al siguiente. En ella se observa como en la distancia de 1.60 m sólo se obtienen ganancias medias de 61.43 pesos/ha, la tasa de retorno marginal, al disminuir la distancia a 1.4 m, fue de 46.8 %, reportándose ganancias de 89.32 pesos/ha.

El cambio de este marco (1.4 m) a 0.90 m, generó una tasa de retorno de 53.2 % y una ganancia de 121.06 pesos/ha, lo que estuvo dado por el efecto del estrechamiento sobre la producción y el factor de escala del precio de venta contra los costos generalmente superior a 1,5 veces.

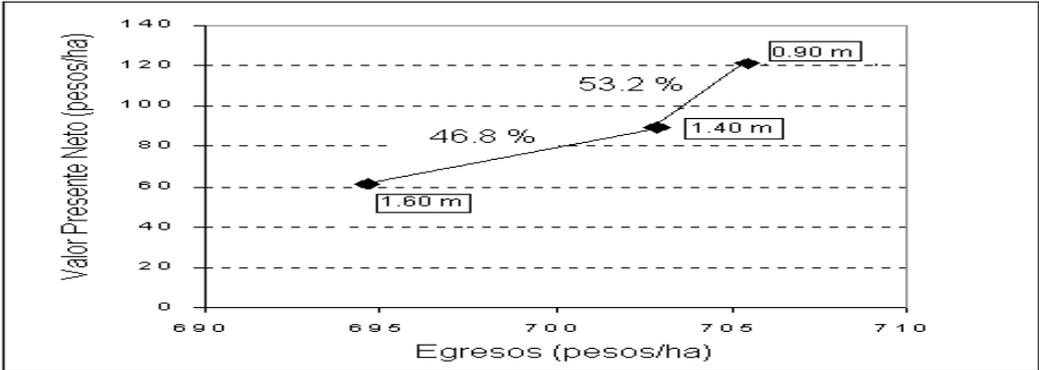


Figura 6. Beneficios netos para las diferentes distancias.

La tabla 3 muestra los indicadores económicos globales evaluados en la finca “La Josefa”, como se observa todos los indicadores mejoraron con la disminución de la distancia en esta unidad, en la que de haber plantado sus áreas con la distancia óptima recomendada para cada unidad cartográfica (campo), el VPN se incrementaría en sólo 5.66 pesos/ha, lo que se debe a que el mayor porcentaje del área existente en esta unidad es de suelos Pardos sin carbonatos, plantados con la variedad Ja60-5, con aptitud física S1 para la distancia de 0.90 m.

Al valorar el estado de ganancia o pérdidas, permite determinar el estado óptimo en las unidades cartográficas estudiadas, que se obtiene mediante el empleo de la distancia que mayor o menor ganancia económica aporta. Por este concepto si todas las unidades se plantaran con el espaciamiento de 1.60 m se obtendrían ganancias de 61.43 pesos/ha, a 1.40 m, 89.32 pesos/ha, y a 0.90 m, 121.06 pesos/ha, sin embargo, el óptimo, que sugiere el empleo de las diferentes distancias para la unidad cartográfica más adecuada, aportó una ganancia de 126.72 pesos/ha.

Tabla 3. Indicadores económicos fundamentales.

VALORES MEDIOS					
Distancias (m)	Egresos pesos/ha	Valor Presente Neto pesos/ha	Ganancia Neta marginal (%)	Beneficio Costo	Beneficio Bruto.
1.60	649.63	61.43	8.84	1.08	30685.65
1.40	702.89	89.31	12.7	1.12	41469.86
0.90	705.48	121.06	17.2	1.17	54813.36
óptima	708.86	126.72	17.8	1.18	56424.84

El análisis de la relación beneficio/costo de cada una de las distancias, para diferentes niveles de producción, mostró ecuaciones de pendientes similares, para la distancia de 0.90 m y 1.40 m (figura 7).

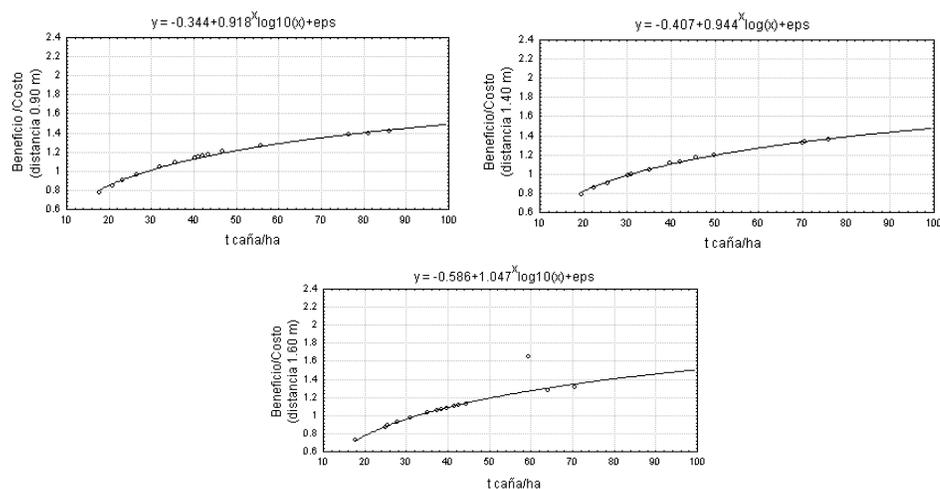


Figura 7. Relación beneficio/costo en función del nivel de producción de los campos para las distancias estudiadas.

Los resultados analizados indicaron que las distancias estudiadas con producciones inferiores a 29, 31 y 33 t de caña/ha para las distancias de 0.90, 1.40 y 1.60 m respectivamente son irrentables, a los precios actuales.

La tabla 4 muestra los límites de producción (t caña/ha) para las clases económicas de cada una de las distancias, se puede observar que estos límites están asociados con los costos de producción, resultando los menores límites para la distancia de 0.90 m.

Tabla 4. Límites de producción para las diferentes categorías económicas en cada una de las distancias estudiadas.

Distancia (m)	APTITUD ECONOMICA			
	N <sub>1</sub> (Ninguna)	S <sub>3</sub> (Marginal)	S <sub>2</sub> (Moderada + 10 %)	S <sub>1</sub> (Alta + 30 %)
1.60	33	40	50	65
1.40	31	39	51	65
0.90	29	37	47	61

El efecto del número de cortes sobre el valor presente neto (VPN) resultó muy marcado y en él se puede apreciar como el factor distancia de plantación resulta decisivo, así hasta el 3er. corte el aumento de la ganancia estuvo asociado con la disminución del marco de plantación, sin embargo, a partir del 4to. corte todas las distancias comienzan a dar pérdidas, lo que está asociado a las caídas de producción por debajo de la clase económica N1 (figura 8).

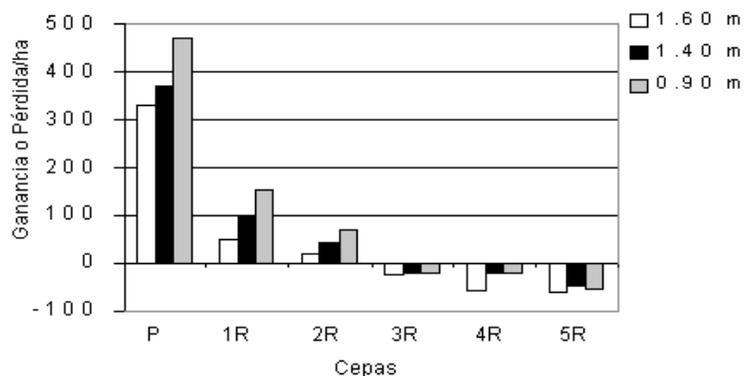


Figura 8. Valor presente neto (VPN) de la interacción distancia x cepa.

En general, la reducción de las distancias desde 1.60 m a 0.90 m, resulta en un incremento de la ganancia acumulada en las unidades cartográficas evaluadas, a pesar de esto, este comportamiento general debe diferenciarse en función de las características de cada uno de los campos, pues en determinados casos resulta la mejor opción económica (óptima) emplear distancias de 1.40 m o 1.60 m y no de 0.90 m. La utilización adecuada de la distancia de plantación

en función de las características de cada unidad cartográfica posibilita obtener las mayores ganancias (figura 9).

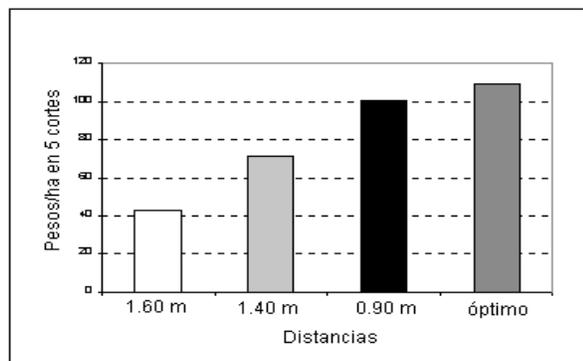


Figura 9. Ganancia acumulada en la finca “La Josefa”, para un período de 5 cortes a los precios actuales.

## CONCLUSIONES

El modelo obtenido por la técnica del “ALES” puede ser usado para evaluar el efecto de las distancias de plantación en las diferentes unidades cartográficas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar.

La distancia entre hileras de 1.60 m produjo los mayores rendimientos y el mayor valor presente neto y no así el mayor beneficio bruto, el mayor beneficio se obtuvo con la distancia de 1.00 m, muy similar a 1.40 + 0.40 m. (variante del surco de base ancha)

En la distancia comercial de 1.60m, para obtener más de un 20 % de ganancia se necesita superar las 63 t de caña/ha; campos con producciones inferiores a 23 t caña/ha son irrentables a los precios actuales.

La cepa de 5to. retoño produjo pérdidas independientemente de las tecnologías utilizadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranda, V., J. Serrano, J. M. Soriano, M., Sánchez, M., Vila, A., & Delgado, G. T. (2000). Un sistema de Información y de ayuda a la decisión en el ámbito de olivar granadino, basado en la lógica difusa. *Edafología*, 7(2), 47-56.

Becks, K., Buschmann, P., Drees, J., Müller, S., & Wahlen, H. (2001) Selection of W-Pair- Production in DELPHI with Feed-Forward Neural Networks, Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research. (Paper). VII International Workshop.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1976). The FAO Framework for Land Evaluation. FAO. <http://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm>

Hernández, J. L. (1995). Evaluación, manejo y corrección de la fertilidad de los suelos Ferralíticos cuarcítico dedicados al cultivo de la caña de azúcar. (Tesis Doctoral). Universidad Agraria de La Habana.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). Evaluación de tierras con e las Lajas para las clases generales de uso agrícola y ganadero. I. Aptitud física. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4), 64-69.