

La toma de decisiones en agricultura con empleo de modelos matemáticos difusos.

Decision making in agriculture with use of fuzzy mathematical models.

Autores: M Sc. Eduardo Román Veitia-Rodríguez¹, Dr. C. Anselmo Villegas-Zulueta², M Sc. Adelmo Montalbán-Estrada¹, M Sc. Orlando Fabelo-Bonet¹

Organismo: Centro de Ingeniería Ambiental de Camagüey, CITMA, Cuba¹. Universidad de Camagüey, Cuba¹.

Telef. 262273, 261657, 288347

E-mail: veitia@ciac.cu, montalvan@ciac.cu, fabelo@ciac.cu, statiana@finlay.cmw.sld.cu

Resumen.

Los beneficios de la producción agrícola para la sociedad y su interacción con el medio ambiente tienen carácter subjetivo e impreciso por lo que es adecuada la aplicación de modelos matemáticos de Lógica Difusa. Se quieren describir las posibilidades de aplicación de estas herramientas a la toma de decisiones en la agricultura cubana. Se realizó una revisión bibliográfica y documental y se empleó el Modelo Big6. Asimismo presenta un ejemplo; que instruye como ordenar un conjunto de agro sistemas de la provincia de acuerdo con el grado de presencia de un grupo de síntomas del Síndrome de Sobre-Utilización del suelo lo cual permite actuar reestructurando la biodiversidad para minimizar el Mecanismo Central. Los Métodos de Lógica Difusa no requieren matemáticas complicadas y resultan válidos para soportar la toma de decisiones en la agricultura siempre que se combine información objetiva con una subjetiva; se puede constatar en el ejemplo desarrollado.

Palabras Clave: lógica difusa; mecanismo central; síndrome de sobre-utilización del suelo; biodiversidad; agrosistema; Modelo Big6.

Abstract.

The benefits of agricultural production for society and its interaction with the environment are subjective or imprecise and it is suitable the application of mathematical models of Fuzzy Logic. You want to describe the possible applications of these tools to decision making in Cuban agriculture. We conducted a literature review and documentary Big6 model was used. It also presents an example, that instructs how to order a set of agro province according to the degree of presence of a group of symptoms of overuse syndrome soil allowing restructuring act to minimize biodiversity Hub. The Fuzzy Logic methods do not require a complicated math and are valid to support decision making in agriculture, provided it is combined with a subjective factual information, it can be seen in the example discussed.

Keywords: fuzzy logic; hub; overuse syndrome soil biodiversity; agrosistema; big6 model.

Introducción.

Los modelos matemáticos basados en principios deterministas o en principios estadísticos, se han utilizado persistentemente en la solución de los más variados problemas de las Ciencias Naturales y la Tecnología, tanto con carácter empírico como teórico. Fenómenos de naturaleza inorgánica o inanimada regidos por leyes de la mecánica, de la Física o de la Química, así como fenómenos de naturaleza orgánica o animada a los que se conectan principios y leyes biológicas ya sea con carácter dinámico o estático, han resultado asimilables por estos modelos matemáticos.

Kaufmann y Aluja (1990) consideraron que los modelos matemáticos que pretenden describir fenómenos sociales, deberán tener en cuenta entre otros elementos, dos tipos de factores que se dan en ellos: los factores objetivos, es decir aquellos que resultan independientes de los sujetos como las condiciones naturales o los recursos materiales existentes y los factores subjetivos, es decir, los que dependen de los modos de pensar y actuar de los humanos, de su conciencia, su voluntad o sus deseos, por lo que el estudio de fenómenos de carácter eminentemente social no siempre puede abordarse a partir de modelos matemáticos basados en la aritmética de la certidumbre o de la aleatoriedad, debido a que en estos fenómenos la información de que se dispone muchas veces está cargada de subjetividad e incertidumbre.

Zadeh (1965), publicó los primeros trabajos sobre subconjuntos borrosos. Que en su inicio no tuvieron gran acogida, pero con el tiempo sus postulados se fueron desarrollando con aplicaciones en la ingeniería y en la esfera económica y de gestión empresarial. En los últimos años han ganado terreno muchos modelos y algoritmos que han ido conformando los cimientos de lo que se ha dado en llamar Matemática Numérica y no Numérica en la Incertidumbre. Para ello se ha tomado como fundamento a la lógica difusa con sus variadas interpretaciones, y con estas herramientas se pueden modelar muchos fenómenos de carácter particularmente social donde no resulta muy confiable siquiera asumir ciertas leyes estadísticas para su tratamiento pues la información de que se dispone se encuentra deficientemente estructurada Zadeh (1978).

La lógica borrosa es básicamente una lógica multievaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones convencionales como: sí/no, verdadero/falso, negro/blanco, etc. Trillas (1990) y Kosco (1993). Las nociones como: "más bien caliente" o "poco frío" pueden formularse matemáticamente y ser procesados por computadoras. De esta forma se ha realizado un intento de aplicar una forma más humana de pensar en la programación con equipos de cómputo. Trillas y Gutiérrez (1992).

Esta técnica se ha empleado con bastante éxito en la industria, principalmente en Japón, y cada vez se está usando en gran multitud de campos. La primera vez que se usó de forma importante fue en el metro japonés, con excelentes resultados. A continuación se citan algunos ejemplos de su aplicación en una serie de las ciencias y tecnología.

- Sistemas de control de acondicionadores de aire.
- Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas.
- Electrodomésticos familiares (ventiladores, lavadoras...)
- Optimización de sistemas de control industriales.

- Sistemas de escritura.
- Mejora en la eficiencia del uso de combustible en motores
- Sistemas expertos del conocimiento (simular el comportamiento de un experto humano).
- Tecnología informática.
- Bases de datos difusas: Almacenar y consultar información imprecisa. y, en general, en la gran mayoría de los sistemas de control que no dependen de un Sí/No.
- Estudios de confiabilidad empleando la Lógica Difusa.
- Interpretación de datos de producción más limpia en el sector agrícola.

Modelos asociados a los conceptos de relación, asignación, agrupación y ordenación, entre otros, algunos conocidos desde hace bastante tiempo, le pueden facilitar la toma de decisiones a quienes tienen que elegir una alternativa frente a otra u otras, es decir tomar decisiones. Estos modelos también se han utilizado con éxito en los últimos años en la esfera económica y de gestión en general.

Como principal ventaja, se deben destacar los excelentes resultados que promete un sistema de toma de decisiones basado en la lógica difusa: pues ofrece salidas de una forma veloz y precisa, disminuyendo así las transiciones de estados fundamentales en el entorno físico que examine. La capacidad de adelantarse en el tiempo a los acontecimientos, estabilizando siempre el entorno físico que analiza. Como principal inconveniente cabe destacar la dificultad de elegir una correcta función de pertenencia para los conjuntos difusos, ya que en ocasiones no es sencillo especificar el efecto de los cuantificadores del lenguaje en dicha función. El hecho de que cualquier función de pertenencia del sistema estuviese mal especificada, haría fallar probablemente a todo el sistema completo.

Objetivo

Demostrar las posibilidades de aplicación de operadores y algoritmos de la lógica difusa, como herramienta para la toma de decisiones en tareas de gestión ambiental en los sistemas agrícolas amenazados por el Síndrome de sobre-utilización del suelo.

Desarrollo.

Materiales y métodos

Para la realización del trabajo se hizo una revisión bibliográfica y documental sobre el tema de la aplicación de herramientas de lógica difusa a la toma de decisiones. Se empleó el Modelo Big6 de Eisenberg y Berkowitz (2005) para la solución de problemas de información, así como modelo de competencia en el uso y manejo de la información.

Además se desarrollaron los pasos metodológicos siguientes para la realización del estudio.

1. Establecer los componentes del problema a resolver y los indicadores asociados.
2. Evaluar los componentes asociados en una tabla a los indicadores seleccionados para su evaluación (valores entre 0 y 1).

3. Contar las veces en que un componente resulta evaluado igual o superior al que le sigue en una tabla, de esta operación se obtienen números enteros (2, 4, 5, etc.)
4. Dividir cada número ubicado en una casilla de la tabla resultante del paso "3" entre el número total de indicadores.
5. Establecer el umbral de los resultados del paso "4"; los valores que sean iguales y mayores asignarle el valor "1" y los menores "0".
6. Identificación de las fincas a prestarle mayor atención para disminuir los efectos del mecanismo central de Síndrome de Sobre-Utilización del suelo.

Análisis de resultados

Por ejemplo han sido identificados los síntomas del mecanismo central del síndrome de sobre –utilización del suelo en trece agrosistemas y son un total de doce síntomas con diferentes grados de intensidad en un intervalo de 0 hasta 1, siendo los más débiles de 0.5 hacia abajo; en una empresa agrícola y se desea saber cuáles son los sistemas que están en peor situación para tomar las decisiones correspondientes en relación con la gestión sistémica de la sostenibilidad ambiental del suelo, para lo cual se empleará un método difuso para la toma de decisiones, la ordenación de los agrosistemas más afectados, en orden creciente. Los síntomas serían en este caso: escasez de materia orgánica, disminución de la biodiversidad, empleo de tecnologías no sostenible, éxodo rural, agua contaminada, poca cobertura vegetal, poca cobertura boscosa , alto empleo de fotoquímicos, alto empleo de agroquímicos, poca experiencia de los agricultores, poco reciclaje de los residuos de las cosechas y empleo de inadecuado estándares

Para realizar una correcta interpretación de la lógica difusa es necesario precisar qué incertidumbre y azar no representan el mismo concepto ya que el azar está sujeto a leyes, las leyes estadísticas, mientras la incertidumbre no posee leyes por lo que no representan los mismos niveles de información. La estructura de la incertidumbre es débil, es vaga, y cuando se le explica se hace de manera subjetiva. El azar está vinculado al concepto de probabilidad como medida de observaciones repetidas en el tiempo o en el espacio.

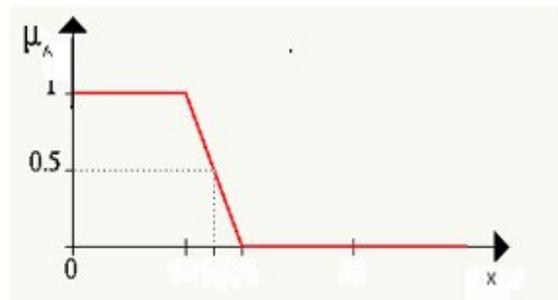
En criterio de Kaufmann y Aluja (1993), la diferencia esencial entre el concepto de subconjunto y el de subconjunto borroso es la siguiente: para los subconjuntos ordinarios la pertenencia de un elemento del conjunto al subconjunto es de todo o nada, es decir este concepto se adapta perfectamente a la llamada lógica binaria. El concepto de subconjunto borroso resulta más abarcador e incluye como caso particular al de subconjunto simple ya que para el caso borroso se aceptan los matices, es decir cada elemento del conjunto puede pertenecer al subconjunto con un cierto grado o nivel, para lo cual resulta cómodo asociarle a cada subconjunto borroso A una función de pertenencia que se expresa como $\mu_A(x)$ definida para cada x del conjunto universal U de tal manera que $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$.

Si $\mu_A(x)$ toma valores próximos a cero se indica poca pertenencia por parte del elemento x al subconjunto borroso A y valores próximos a 1 indican una alta o elevada pertenencia. Siguiendo esta idea para cualquier conjunto universal U se puede asociar la noción de subconjunto ordinario con la siguiente función característica de pertenencia:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \notin A \\ 1 & \text{si } x \in A \end{cases}$$

Para los subconjuntos borrosos, como ya se expresó, $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$. La función de pertenencia puede ser continua o discreta atendiendo a las características que se quieran destacar con el subconjunto borroso, como se observa en la gráfica 1.

Gráfico 1. Representación de un “Conjunto Borroso”



Con el interés de evitar confusiones, Zimmermann (1985), precisó en los conceptos de ley de distribución para la Teoría de Probabilidades y la Estadística y de función de pertenencia para la Lógica Difusa, estos sirven para comparar el grado o medida en que objetos diferentes de un mismo conjunto cumplen con cierta característica o cualidad, pero existe una diferencia esencial entre ambos enfoques: en el enfoque de la ley de distribución se parte de un todo que "se distribuye" con la condición de que al aumentarse por un lado debe disminuirse por otro para no afectar al todo, mientras que esa restricción no se tiene en cuenta para el enfoque de la función de pertenencia.

El tratamiento de conceptos como: el amor, la bondad, la solidaridad, la posibilidad, gustos, preferencias, entre tantos otros, se adapta perfectamente al enfoque de la lógica difusa ya que sin partir de un saco lleno de amor, bondad, solidaridad, gustos y preferencias, también pueden distribuirse estas características o cualidades.

Para tomar decisiones con criterios científicos se requiere muchas veces la modelación matemática del problema y para ello puede combinarse el enfoque determinista con el estadístico y con el difuso, Aluja (1999). Si la información disponible es suficientemente confiable para un modelo determinista o para una ley estadística es natural el uso de herramientas de la Investigación Operacional o la Estadística Matemática. Pero si en la información disponible se conjugan elementos objetivos y subjetivos es mejor usar herramientas que se basen en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos con lo cual se obtendrán soluciones menos exactas o precisas pero más realistas.

Aplicaciones a la gestión ambiental en la agricultura

El algoritmo que se propone aparece desarrollado en la literatura como vía para el ordenamiento de un conjunto $E1 = \{P1, P2, \dots, Pm\}$ de m elementos a partir de otro conjunto $E2 = \{C1, C2, \dots, Cn\}$ de n características o cualidades que forman los criterios para el ordenamiento. Estas técnicas basadas en los principios de la matemática borrosa, se

han desarrollado últimamente a partir de los trabajos de Kaufmann y Aluja (1993) para el planteamiento y solución de muchos problemas económicos, de gestión y sociales en general. Por no resultar habitual en la vida cotidiana se ilustra con un ejemplo didáctico. Tomando como conjunto E1 al integrado por 13 agrosistemas (fincas) y E2 formado por 12 indicadores (síntomas).

E1 = { P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8,P9,P10,P11,P12,P13 }
 y E2= { C1,C2,C3, C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C11,}.

Con esa información es posible construir la tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de los del grado de presencia de síntomas en los agrosistemas por los expertos

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
C1	.2	.1	.6	.9	.7	.4	.3	.2	.8	.5	.3	.1	.9
C2	.1	.3	.5	.8	.4	.3	.5	.9	.8	.3	.5	.2	.6
C3	.3	.5	.1	.6	.5	.1	.2	.3	.6	.4	.3	.9	.8
C4	.5	.7	.6	.4	.1	.2	.6	.4	.1	.6	.8	.8	.5
C5	.9	.8	.7	.2	.5	.1	.9	.8	.9	.8	.6	.7	.6
C6	.6	.5	.3	.1	.2	.9	.6	.5	.5	.4	.9	.6	.4
C7	.3	.2	.5	.2	.1	.4	.2	.2	.9	.8	.7	.5	.5
C8	.1	.3	.1	.6	.5	.1	.1	.2	.8	.2	.6	.6	.9
C9	.2	.4	.3	.7	.4	.2	.1	.2	.6	.9	.5	.8	.8
C10	.3	.1	.5	.1	.2	.4	.2	.2	.4	.3	.3	.4	.6
C11	.2	.4	.6	.3	.1	.6	.1	.3	.5	.4	.7	.3	.7

El significado de la tabla es como sigue: En la primera fila y segunda columna aparece el valor .1 con lo cual se expresa que el indicador C1 lo cumple la finca P2 a ese nivel, es decir solo al 10 por ciento. El valor .9 de la primera fila y cuarta columna significa que la finca P4 cumple el indicador C1 al nivel .9 es

Lo interesante de este enfoque es que los valores situados en las celdas pueden obtenerse como medidas, es decir estimaciones numéricas objetivas o como valuaciones eso es estimaciones numéricas subjetivas. Con esta información se puede formar una nueva tabla con los siguientes valores:

Tabla 2. Grado de afectación de un agrosistema con respecto al otro

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1	X	6	5	6	7	6	7	6	3	9	6	7	6
P2	6	X	6	6	8	6	7	6	3	10	7	7	8
P3	8	5	X	5	8	6	7	6	4	10	6	7	6
P4	5	5	4	X	6	7	6	7	4	4	5	4	2
P5	5	5	4	3	X	6	5	4	4	3	4	5	0
P6	8	6	4	4	4	X	7	6	4	4	4	4	1
P7	6	6	6	5	7	4	X	6	3	4	3	4	3
P8	5	6	5	8	7	6	8	X	3	4	3	4	3
P9	8	10	8	8	9	8	9	9	X	9	3	7	4
P10	9	7	8	7	7	7	8	9	3	X	6	6	5
P11	10	9	8	7	9	9	10	9	3	6	X	7	5
P12	9	8	8	8	9	7	8	4	5	6	6	X	6
P13	9	8	8	10	11	10	8	7	7	7	8	7	X

Su significado es el siguiente: el número 6 que aparece en la primera fila y segunda columna indica que la finca P1 tiene evaluaciones mayores o iguales que la finca P2 para 5 indicadores que en este caso son los indicadores C1, C3, C5, C6 y C7. Este procedimiento se aplica con todos los pares de fincas.

Si ahora se divide el valor de cada celda entre por 11 (total de indicadores), se tiene:

Tabla 3. Cocientes de las divisiones de los grados de afectaciones y el total de indicadores (síntomas)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1	X	0.54	0.45	0.54	0.63	0.54	0.63	0.54	0.27	0.81	0.54	0.63	0.54
P2	0.54	X	0.54	0.54	0.72	0.54	0.63	0.54	0.27	0.90	0.63	0.63	0.72
P3	0.72	0.45	X	0.45	0.72	0.54	0.63	0.54	0.36	0.90	0.54	0.63	0.54
P4	0.45	0.45	0.36	X	0.54	0.63	0.54	0.63	0.36	0.36	0.45	0.36	0.18
P5	0.45	0.45	0.36	0.27	X	0.54	0.45	0.36	0.36	0.27	0.36	0.45	0.00
P6	0.72	0.54	0.36	0.36	0.36	X	0.63	0.54	0.36	0.36	0.36	0.36	0.09
P7	0.54	0.54	0.54	0.45	0.63	0.36	X	0.54	0.27	0.36	0.27	0.36	0.27
P8	0.45	0.54	0.45	0.72	0.63	0.54	0.72	X	0.27	0.36	0.27	0.36	0.27
P9	0.72	0.54	0.72	0.72	0.81	0.72	0.81	0.81	X	0.81	0.27	0.63	0.36
P10	0.81	0.90	0.72	0.63	0.63	0.63	0.72	0.81	0.27	X	0.54	0.54	0.45
P11	0.90	0.81	0.72	0.63	0.81	0.81	0.90	0.81	0.27	0.54	X	0.63	0.45
P12	0.81	0.72	0.72	0.72	0.81	0.63	0.72	0.36	0.45	0.54	0.54	X	0.54
P13	0.81	0.72	0.72	0.90	1.00	0.90	0.72	0.63	0.63	0.63	0.72	0.63	X

Se considera un umbral, por ejemplo 0.70, entonces los valores mayores o iguales a 0.70 se convierten en 1 y los valores menores se convierten en 0 y se tiene la siguiente tabla formada por una matriz binaria:

Tabla 4. Registro de la conversión de los cocientes menores, iguales o superiores al umbral en 0 y 1

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
P3	1	0	X	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
P4	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
P6	1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
P8	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	0	0	0
P9	1	0	1	1	1	1	1	1	X	1	0	0	0
P10	1	1	1	0	0	0	1	1	0	X	0	0	0
P11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	X	0	0
P12	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	X	0
P13	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	X

1. El primer lugar en el orden lo forman los Pi para los cuales toda la columna de la matriz está formada de ceros. En este caso el primer lugar corresponde a P9 y P12.
2. El último lugar en el ordenamiento lo forman los Pj para los cuales toda la fila de la matriz está formada de ceros. En este caso el último lugar corresponde a P1 con P4.

3. Se eliminan tanto las columnas como las filas que cumplen los pasos 1 y 2 y se repite el proceso con la matriz reducida obteniéndose el segundo y penúltimo lugares y así sucesivamente.

Tabla 5. Matriz reducida resultante de la ejecución de los pasos 1 y 2

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P10	P11	P13
P2	0	X	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P3	1	0	X	0	1	0	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
P6	1	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0
P8	0	0	0	1	0	0	1	X	0	0	0
P9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
P10	1	1	1	0	0	0	1	1	X	0	0
P11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	X	0
P12	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
P13	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	X

Se obtiene finalmente el orden siguiente: {P9, P12} > {P10, P11, P13} > {P8} > {P6} > {P4, P2} > {P3} > {P1, P4}

Por lo que se le deberá prestar mayor atención a las fincas {P1, P4}, {P3}, {P2}, {P6}, {P8}, en ese orden por ser las más deficientes.

La ejecución rigurosa de los diferentes pasos del método borroso empleado admitió seleccionar los agrosistemas más afectados por los doce síntomas del Mecanismo Central del Síndrome de Sobre-Utilización del Suelo identificados en los trece sistemas analizados, para tomar las decisiones correspondiente en cuanto a la intervención dirigida a mejorar la sostenibilidad ambiental de los suelos de los agrosistemas (finca) seleccionados.

Conclusiones.

Se ha desarrollado un ejemplo en el cual se pretende escoger dentro de un conjunto de agrosistemas (fincas) de una empresa agrícola de un territorio idealizado, cuyos suelos están afectados en menor, mediana o mayor cuantía por el Mecanismo Central del Síndrome de Sobre-Utilización del Suelo; las más afectadas aplicando una herramienta para la toma de decisiones basada en la Lógica Difusa (Fuzzy Logic). Aplicándose un grupo de acciones metodológicas para la solución del problema hipotético, como instrumento matemático de fácil aplicación a las problemáticas de la sostenibilidad ambiental de los suelos agrícolas que requieran la toma de decisiones; con el empleo de procedimientos matemáticos al alcance de cualquier profesional aunque sea aventajado o no en los métodos de cálculo tradicionalmente dedicados a estos fines.

Bibliografía.

Eisenberg, M. y. B. B. (2005). *El modelo Big6 para la solución de problemas de información*. Diplomado de Gestión de la Información en Salud. Módulo I. Disponible en <http://www.eduteka.org/Tema9.php>

- G., A. J. (1999). *Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre*. España.
- G., K. A. y. A. J. (1993). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. España.
- G., K. A. y. A. J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*.
- Kaufmann, A. y. A. J. G. (1990). *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre*. Madrid.
- Kosko, B. (1995). *Pensamiento borroso*. Barcelona.
- Trillas, E. (1980). *Conjuntos borrosos*. Barcelona.
- Trillas, E. y Gutiérrez R, J. (1992). *Aplicaciones de la lógica borrosa*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zimmermann, H. J. (1985). *Fuzzy sets and its applications*. Dordrecht: Publicaciones Kluwer Nijhoff.

Fecha de recibido: 24 abr. 2013
Fecha de aprobado: 23 jun. 2013