

Lógica difusa para el establecimiento de políticas flexibles en operaciones agropecuarias

Fuzzy logic for the establishment of flexible policies in agricultural operations

Rubén Chávez Rivera,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México
pintachavez@gmail.com

Miguel García González*,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México
gleugimg@hotmail.com

Rafael Ortiz Alvarado,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México
ortizalvarado@gmail.com

Recibido 15, diciembre, 2017

Aceptado 20, marzo, 2018

Resumen

El combate de plagas sobre los frutillos rojos como las frambuesa y zarzamoras ambas pertenecientes al género *Rubus* spp, ocasiona enormes pérdidas económicas, además de influir fuertemente, sobre los conflictos sociales de la comunidad agrícola y sus políticas de protección de la tierra y el medio ambiente de la comunidad. Por lo que, es necesario incorporar aquellos organismos sociales para formulación y planteamiento de estrategias, a través de mapas cognitivos difusos (MCD). Así, contar con los elementos más flexibles en función a las experiencias y aprendizaje adquirido que permita modificar aquellas estrategias y políticas que resulten inapropiadas.

Palabras clave: Aprendizaje, Estrategia, Flexibilidad, Mapas Cognitivos Difusos, *Rubus* spp.

Mathematics Subject Classification (2010): 03B52

Abstract

*Pest control on red strawberries like raspberries and blackberries both in the same genus *Rubus* spp., causes enormous economic losses, as well as strongly influencing the social conflicts of the agricultural community and their policies to protect the land and the environment of the community. Therefore, it is necessary to incorporate those social organisms to formulate and approach strategies, through diffuse cognitive maps (DCM), and thus, to have the most flexible elements based on the experiences and acquired learning, that allows to modify those strategies and policies that are inappropriate.*

*Keywords: Learning, Strategy, Flexibility, Diffuse Cognitive Maps, *Rubus* spp.*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo en esencia está estructurado en cinco secciones: 1 Introducción. En esta sección se representa la problemática de plagas en los frutos de la especie *Rubus* spp (zarzamora) en donde el combate de éstas, intervienen varios entes como son los propietarios, empleados, la sociedad y los gubernamentales. 2 Método. En esta sección intervienen los mapas cognitivos

difusos (MCD) como herramienta de procesos dinámica con las relaciones causales de eventos, las cuales están sujetas a la participación y opinión de expertos, que ejercen un peso muy importante para la toma de decisiones. 3 Caso de aplicación. En esta sección se aplica el modelo de MCD en red en que intervienen nodos principales en el combate de hongos y plagas de *R spp*. 4 Resultados. En esta sección se presentan los tiempos de estabilidad y equilibrio; además del ajuste de criterios de expertos mediante *efectos olvidados (fuzzy logic)* para modificar los tiempos de respuesta sobre las distintas estrategias. 5 Conclusiones y recomendaciones.

El alcance de este trabajo será la implementación de un procedimiento de diagnóstico para el establecimiento de estrategias óptimas que permitan en el futuro consolidar políticas flexibles que permitan las buenas prácticas agrícolas de la región, basado en relaciones borrosas (debido a la incertidumbre de la información). El estudio tiene como vertiente establecer estrategias en función a las políticas que respeten los ecosistemas. Esto debido a que el combate y disminución de enfermedades en los cultivos de frutillas de la especie *R spp* ha dejado profundas pérdidas financieras, Ortiz A., Remigio. (2015b).

La aplicación de componentes químicos, permite un mejor rendimiento y resistencia a los agentes patógenos favorecidos por el cambio climático y por los efectos de la contaminación de ecosistemas de la zona. Sin embargo, el uso excesivo de estos agentes antiplagas puede provocar resultados adversos, por lo que, se requiere un modelo de diagnóstico que permita contar con información precisa sobre la utilización adecuada de estos agentes antiplagas.

Entre los objetivos principales que se persiguen es ofrecer un mecanismo estratégico que permita garantizar la disminución de pérdidas económicas y aumentar la eficacia. Por otra parte, el establecimiento de políticas públicas más amigables con el medio ambiente a través del tratamiento de plagas mediante componentes naturales (orgánicos), los cuales, permitan cierta protección a los cultivos, sin cambiar sus características inocuas, así como, su rendimiento de cara a las grandes pérdidas que actualmente existen, Ortiz.A. *et al* (2015a). Si bien, no existen procedimientos que permitan abatir por completo a todos los agentes patógenos a los que están expuestos las frutillas, al menos, se pretende garantizar el uso de alternativas y políticas para facilitar el uso de agentes antiplagas orgánicos (aceite de Orégano Mexicano: *Lippia graveolens kunth*) y los provenientes de síntesis química (organoclorados y organofosforados) o mixtos, los que permitan disminuir las pérdidas. Entonces, la parte que corresponde es el diagnóstico previo con herramientas difusas. A partir de estas herramientas generar estrategias de prevención y protección de los frutos pertenecientes a *R spp*. Lo anterior mientras se encuentran mecanismos perfeccionados que garantice una mayor eficacia y eficiencia de control químico y sanitario.

De acuerdo a lo anterior, en este trabajo sólo se aborda el mecanismo de la planeación de estrategias mediante mapas cognitivos difusos (MCD), sin entrar en profundidad con los controles químicos específicos. De modo, que el análisis es exploratorio sobre las estrategias a emplear en el combate de agentes fitopatógenos, y su relación con ecosistema que garanticen un aprendizaje de los procesos al paso del tiempo.

La importancia del diseño de las redes que involucran a los procesos productivos, de acuerdo a Porter (1999) son: materias primas y servicios auxiliares; control de calidad; mano de obra calificada; logística; entre otros de dentro de la organización. Por otro parte en forma externa se tienen a las redes asociadas a clientes, proveedores, competencia, conflictos sociales, leyes reglamentarias, estabilidad de gobierno estatal y federal (políticas públicas). Así, como las requeridas a nivel internacional, para su comercialización, para que propicien ambientes amigables para la inversión y el bienestar social en general.

Para los productores agrícolas uno de los problemas más graves, es el control de plagas por su inversión y daño al producto. Las afectaciones físico-químicas que sufren los frutos tiene que ver directamente con la calidad del producto y consecuentemente, afectando seriamente la economía; por otra parte, entre las características más importantes que afectan la calidad del producto, se encuentra el agua de riego, ya que de este elemento depende en gran medida el crecimiento de hongos en los frutos. Razón por la cual, el adecuado manejo de las buenas prácticas garantiza en cierto modo la inocuidad del fruto. Consecuentemente, el establecimiento de políticas entre empresas agropecuarias, se pueden consolidar en buen adiestramiento de la mano de obra para optimización las cantidades adecuadas de fertilización y pesticidas para hacerlo amigable con el medio ambiente. Entonces las estrategias a implementar tienen que tener un soporte técnico a través de expertos. Finalmente, el factor de control serán los análisis de laboratorio para constatar la evolución y/o decrecimiento de las colonias de hongos fitopatógenos, esto de acuerdo a la asignación y dosificación de componentes antifúngicos.

La estructura de la planeación estratégica consiste en establecer paralelamente un modelo que contemple las dimensiones para satisfacer el control químico sobre los agentes patológicos que más afectan a la frutilla zarzamora (*R spp*), que a su vez se derivan en el monitoreo y control del agua de riego en la zona. Así, como del control de fertilizantes y los niveles óptimos del pH en la tierra, Ortiz. A., Remigio. (2015b). A partir de lo anterior, se establece una estructura de análisis financiero estratégico de tipo integral que, contempla todos los aspectos de activos tangibles e intangibles que involucran la optimización de todos los recursos con que cuentan las zonas agrícolas (empleo de herramientas econométricas en ambientes inciertos; programación dinámica con números borrosos, MCD y programación lineal flexible).

La importancia de este trabajo, se centra en la búsqueda de la satisfacción de los grupos de agricultores, empresarios y sociedad en general, mediante la mejora continua de los procesos del área de producción e incrementando de esta forma el grado de confianza por parte de los clientes garantizando que *R. spp* posea un alto control fitosanitario, con ello, dar cumplimiento de objetivos estratégicos establecidos.

2. MÉTODO

2.1 PROCESOS COGNITIVOS DIFUSOS

Las modelos de redes que se han desarrollado en los últimos treinta a cuarenta años en procesos y áreas sociales, de las que tienen características cognitivas con implicación y presentación formal (matemático), son aquellos que tiene que ver con el manejo de relaciones y conceptos; vinculados generalmente por mapas cognitivos (Kosco, 1986, 1997; Carlsson, 1996; Peláez, Bowles, 1995).

Las intensidades representadas de manera lingüística describen las relaciones entre conceptos en los mapas cognitivos difusos (MCD) y su correspondiente sentido, tanto positivo como negativo en los arcos que conectan a los nodos, permitiendo la simulación del fenómeno con iteraciones consecutivas resultando plenamente predictivo. Además de elegir la herramienta apropiada de cara a la situación que presente el sistema en estudio. Así, como las redes neuronales permiten construir una simple relación causal entre varios conceptos que influyen de manera positiva o negativa sobre otro concepto o resultado, Hillera J. R. & Martínez V. (2000). Las intensidades, o bien, los pesos en las conexiones, w_{ij} para los números borrosos pueden ser considerados.

El empleo de mapas cognitivos difusos (MCD) es una herramienta que satisface las necesidades de respuesta cuando la matemática clásica, no lo puede hacer. De modo, que el diseño de estrategias apoyadas en estas herramientas difusas, pueden ser plenamente confiables mediante la justificación apropiada de las relaciones sobre los conceptos previamente seleccionados. La técnica MCD al ser

iterativa, permite que cada concepto puede ser modificado al paso del tiempo, el procedimiento va consolidando un efecto evolutivo al paso del tiempo modificando consecuentemente los estados originales.

La matriz donde se orientan las opiniones de los expertos está dada en (1), como elemento de soporte para la toma de decisiones, entonces, la matriz \mathbf{W}

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{17} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{71} & \cdots & w_{77} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

De acuerdo al procedimiento iterativo en el tiempo, el vector tiene actualizaciones en función a sus conceptos, cada estado el vector \mathbf{C} , se actualiza en el tiempo como \mathbf{C}_{t+1} . De modo, que la actualización está en función, ecuación (2), con el concepto en un tiempo determinado, \mathbf{C}_t , y la matriz de pesos, \mathbf{W}

$$\mathbf{C}_{t+1} = f(\mathbf{C}_t, \mathbf{w}). \quad (2)$$

Donde:

\mathbf{C}_{t+1} = vector resultante de conceptos en la etapa, $t + 1$.

f = función de transferencia.

\mathbf{C}_t = el vector con los valores de los conceptos en estado t .

\mathbf{W} = designación de conectividad en la matriz

La función f , toma saltos unitarios, es decir adquiere valores iguales a cero, si el argumento es menor de 0; por otra parte, toma valores de 1, si el argumento es mayor o igual a cero. La función de salto unitario, se considera para el cálculo. Cabe señalar que, si se considera la evaluación del concepto a lo largo del tiempo en iteraciones sucesivas, se recurre a la función de identidad.

La función de identidad tiene posibilidad de analizar sus características mediante MCD, ya que permite visualizar su oscilación y las situaciones que deben pasar antes de llegar a un equilibrio.

La participación de los expertos permite modificar los elementos de w_{ij} en la matriz \mathbf{W} , de modo que, resulta muy útil para la optimización de los recursos desde la perspectiva socioeconómica. Con el apoyo de éstos, se consolida el conocimiento apropiado para la fijación de los pesos, además de que manifiesta estabilidad en las decisiones tomadas para formar la matriz de conectividad. Así, la matriz de pesos \mathbf{W} , la matriz se forma con la opinión de los expertos a través de la lógica borrosa (3):

$$w_{ij} = \max_{i,j} (w_{ij}^{(1)}, w_{ij}^{(2)}, \dots, w_{ij}^{(q)}) \quad (3)$$

Donde:

q = número de opiniones de los expertos

w_{ij} = elemento (i, j) de la matriz, \mathbf{W} , de consenso entre expertos.

El proceso de elección en la opinión por cada uno de los expertos incide sobre la ecuación 3, que manifiesta que la opinión vertida por cada uno de los expertos, se selecciona la de mayor valor de pertenencia correspondiente renglón y columna en las matrices consensadas.

3. CASO DE ESTUDIO

Para el caso de los sistema producto de las frutillas rojas (frambuesas y zarzamoras) en las que existen relaciones entre nodos que conforman la composición de dimensiones que forman el concepto principal, desde el enfoque interno a la agricultura: control químico (CC), inocuidad de agua (IA), inversión (I), mano de obra (MO); ahora, las dimensiones desde el enfoque externo: conflicto con

comuneros en la zona (CCZ), leyes regulatorias (LR), estabilidad política (EP), tal que el concepto se compone de: $C = [CQ, IA, I, MO, CCZ, LR, EP]$, una vez, contemplado las dimensiones (variables) del concepto, seguido por la determinación de arcos con respecto a las relaciones de las variables del concepto, finalmente, asignar el sentido e intensidad lingüística de los arcos Peláez , (1995), ver Figura 1.

Los sentidos e intensidades lingüísticas, estarán sujetas a las opiniones de los expertos, o bien a través de proceso consensado (por un conjunto de expertos) con base en frecuencias relativas acumuladas, también conocida como “expertones” (lógica difusa) Kaufmann A., Gil A. J. Terceño G. A. (1997).

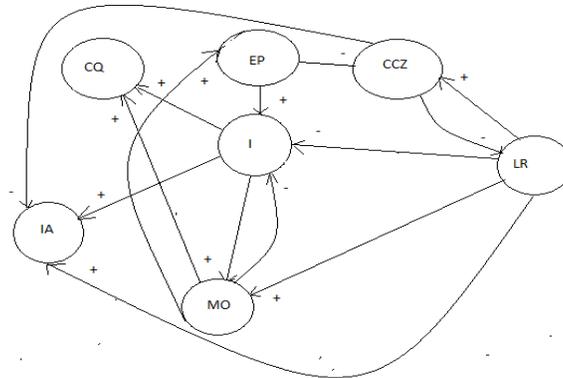


Figura 1. Redes y relaciones de las variables.

Fuente: Elaboración propia.

En los conjuntos de conceptos que conforman cada sistema, las variables implícitas se vinculan con arcos que tienen un peso (intensidad), w_{ij} , sobre la influencia entre una y otra variable. Estos arcos se encuentran en el intervalo de $[-1,1]$ y el valor de los nodos adquiere dos valores 0 o 1. La conectividad de las causalidades sobre las dimensiones en el sistema están en función al peso w_{ij} , donde los subíndices: i tiene que ver con el origen y j con el destino en los nodos enlazados, se muestra en la matriz (4).

$$\mathbf{w} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} & w_{15} & w_{16} & w_{17} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} & w_{25} & w_{26} & w_{27} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & w_{34} & w_{35} & w_{36} & w_{37} \\ w_{41} & w_{42} & w_{43} & w_{44} & w_{45} & w_{46} & w_{47} \\ w_{51} & w_{52} & w_{53} & w_{54} & w_{55} & w_{56} & w_{57} \\ w_{61} & w_{62} & w_{63} & w_{64} & w_{65} & w_{66} & w_{67} \\ w_{71} & w_{72} & w_{73} & w_{74} & w_{75} & w_{76} & w_{77} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

Fuente: Elaboración propia

La opinión de los expertos de acuerdo al mapa cognitivo, en la intensidad de los arcos y su sentido (positivo o negativo), se manifiesta en las siguientes matrices, $\mathbf{w}^{(k)}$:

$$\mathbf{w}^{(1)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0.4 & 0.6 & 0 & 0 & 0 \\ -0.7 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0 & 0 & -0.9 & -0.5 \\ -0.6 & 0.3 & 0.4 & 0 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{w}^{(2)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.4 & 0.7 & 0 & 0 & 0 \\ -0.8 & 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 & 0 & 0 & -0.8 & -0.6 \\ -0.5 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{w}^{(3)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.4 & 0.5 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ -0.9 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0 & 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.6 & 0.2 & 0.3 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{w}^{(4)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.3 & 0.6 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \\ -0.6 & 0 & 0 & 0.4 & 0 & 0 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 & 0 & 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.7 & 0.2 & 0.3 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

De modo, que la matriz que recoge opiniones de cada uno de los expertos anteriores, con la expresión (3), $w_{ij} = \max_{i,j}(w_{ij}^{(1)}, w_{ij}^{(2)}, \dots, w_{ij}^{(q)})$.

$$\mathbf{w} = \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} \begin{pmatrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \\ 0 & 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ -0.6 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 & 0 & 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.5 & 0.4 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

La matriz **W**, se mantiene constante durante todo el proceso iterativo, el cual lleva implícito un efecto evolutivo en el que van transformándose los conceptos.

4. RESULTADOS

La primera estrategia inicia activando la inversión, para conocer el nivel de activación de los demás nodos. El cual corresponde al vector booleano: $C(t = 0) = [1, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$, en el que inicia con la inversión en el sector agroindustrial, en el producto entre el vector fila **C**, y la matriz **W**, de la ecuación (1), así después de varias iteraciones se llega a la solución. A continuación, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Concepto de iniciación en la inversión I.

<i>t</i>	C (<i>t</i>)	R = C * W	C (<i>t</i> + 1) = f (R).
0	[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0]	[0, 0.5, 0.6, 0.8, 0, 0.8, 0]	[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
1	[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]	[-0.7, 0.9, 1.8, 1.3, 0.5, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
2	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]	[-0.2, 0, 0.7, 0.5, 0, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1, se puede ver que después de la iteración 2 se mantendrá constante para cualquier iteración consecuente (eje horizontal). Se han puesto más periodos en el gráfico para destacar el equilibrio.

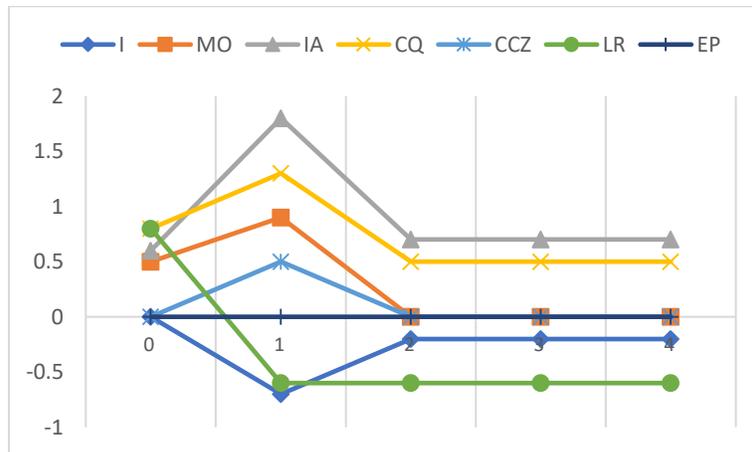


Figura 1. Oscilaciones de variables con la activación de la inversión.

Fuente: Elaboración propia.

El MCD permite disponer de una serie de escenarios para formular estrategias de decisión para el corto y mediano plazo, de acuerdo a la tabla anterior, el proceso arranca con la variable inversión únicamente en el concepto $C(t = 0)$, y de ahí se desprende la activación de todas las variables, las cuales son usadas para el siguiente cálculo sucesivo del concepto $C(t = 1)$, en el cual se desactiva la

variable inversión y la variable de leyes regulatorias, mismas que son usadas en siguiente ciclo de sucesión del concepto, $C(t = 2)$, y como resultado de este último, coincide con el resultado del concepto $C(t = 1)$, momento en que se considera que ha llegado al equilibrio.

De lo anterior, es posible sugerir el escenario del sistema agropecuario en la zona, se cuenta con un recurso económico para la inversión en el combate y control de plagas en las zonas productoras de frutillas rojas ($I = 1$, la cual está activada por tal motivo, la inversión tiene el valor de uno), de acuerdo al mapa cognitivo la inversión se encuentra relacionada con los otros nodos o variables (Figura 1), lo que provoca la activación de variables, así, el concepto inicial sobre el resultado de la activación de la inversión genera un nuevo concepto que activa a todas las variables del mapa cognitivo, en el vector: $C(t + 1) = [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]$ (ver Tabla 2). Es decir, se encuentran activas las variables: de inversión (I), la mano de obra (MO), la inocuidad del agua (IA), el control químico (CQ), los conflictos con comuneros de la zona (CCZ), las leyes reglamentarias (LR) y la estabilidad política (EP). Consecuentemente, este vector se toma como $C(t)$ para iniciar nuevamente el proceso de multiplicación de matrices, teniendo como resultado el vector: $C(t + 1) = C(1) = [0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]$, donde la inversión se ha consumido, es decir se ha destinado a cada uno de los rubros para combatir las plagas y evitar enfermedades de los frutos; por otra parte, las leyes reglamentarias no tienen significación por el momento, desaparecen. Ahora el vector se emplea en la siguiente sucesión, de modo, que el resultado de vector $C(2)$ resulta igual al vector $C(1)$, indicando que ha llegado al equilibrio sin necesidad de emplear más inversión y las leyes reglamentarias no son tan importantes en estos momentos.

En el caso, de activar otro nodo en el inicio, en el que existen leyes reglamentarias y la activación de políticas públicas para solucionarlo: $C(t = 0) = [0, 0, 0, 0, 0, 1, 1]$, se obtienen los vectores de la Tabla 2. Gráficamente se muestra en la Figura 2.

Tabla 2. Oscilaciones de variables con la activación de (LR) y (EP)..

t	$C(t)$	$R = C * W$	$C(t + 1) = f(R)$.
0	[0, 0, 0, 0, 0, 1, 1]	[-0.1, 0.4, 0.5, 0, 0.5, 0, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
1	[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]	[-0.7, 0.4, 1.2, 0.5, 0.5, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
2	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]	[-0.2, 0, 0.7, 0.5, 0, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]

Fuente: Elaboración propia

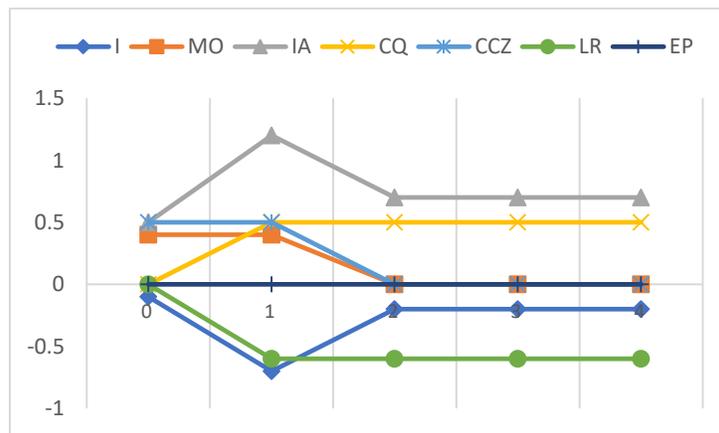


Figura 2. Oscilaciones en la iniciación de (LR) y (EP).

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso, en que solo exista mano de obra en la zona, situación en que existe crisis: $C(t = 0) = [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0]$, los resultados se muestran en la Tabla 3 y gráficamente en la Figura 3.

Tabla 3. Concepto activado: mano de obra (MO).

t	$C(t)$	$R = C * W$	$C(t + 1) = f(R)$
0	[0, 1, 0, 0, 0, 0]	[-0.6, 0, 0, 0.5, 0, 0, 0.5]	[0, 1, 1, 1, 1, 1]
1	[0, 1, 1, 1, 1, 1]	[-0.7, 0.4, 1.2, 0.5, 0.5, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
2	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]	[-0.2, 0, 0.7, 0.5, 0, -0.6, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]

Fuente: Elaboración propia.

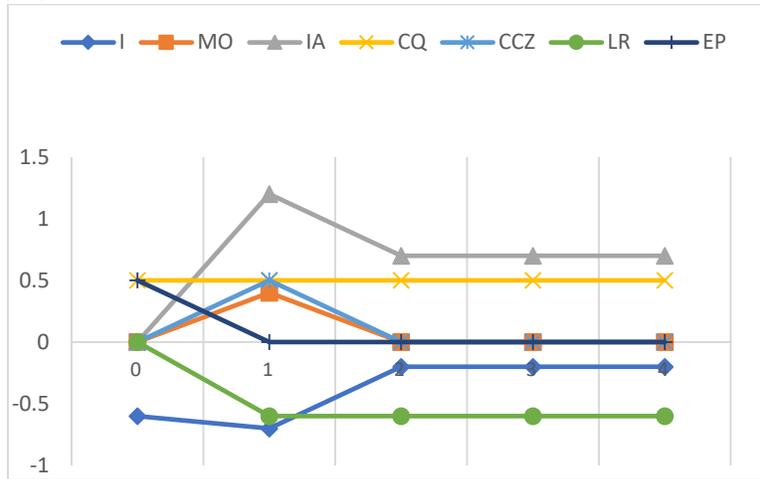


Figura 3. Oscilaciones de las variables al activar la MO.

Fuente: Elaboración propia.

Con la experiencia de los resultados anteriores, los expertos pueden reconsiderar sus opiniones, de modo que puedan asignar cambios a la matriz W , para hacer un efecto de aprendizaje a través de la experiencia adquirida.

Los MCD son herramientas flexibles que permiten la modificación y actualización de datos, lo que permite que el grupo de expertos sea nuevamente consensado en su opinión al respecto, ver Figura 4.

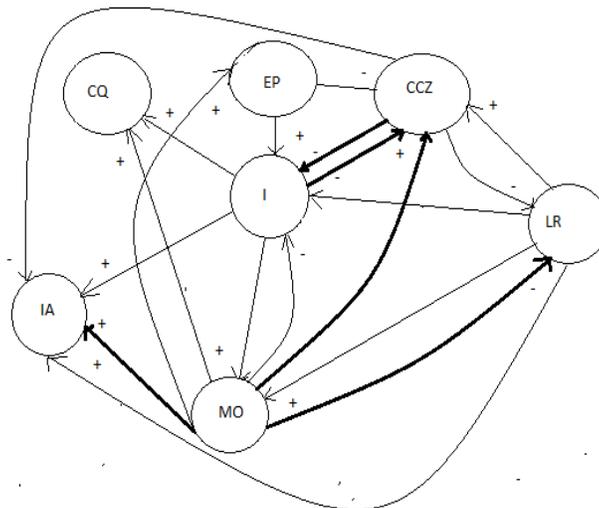


Figura 4. MCD modificado

Fuente: Elaboración propia

Consideremos que la mano de obra es un factor importante para zona de cultivo de frutillas rojas y debe reconsiderarse su participación en la red del proceso. De modo, que la mano de obra (MO) tiene relación en sentido positivo con los conflictos con comuneros de la zona (CCZ), con la inocuidad del agua (IA) y con las leyes reglamentarias (LR); así mismo, los CCZ tienen una relación tanto positiva como negativa con la inversión; consecuentemente, se han generado cinco nuevos arcos en la red del MCD (líneas más gruesas).

Al igual como se analizó anteriormente, estos cinco arcos se consensan con expertos obteniendo una nueva matriz W:

$$\mathbf{w} = \begin{matrix} & \begin{matrix} I & MO & IA & CQ & CCZ & LR & EP \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ MO \\ IA \\ CQ \\ CCZ \\ LR \\ EP \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.6 & 0.8 & 0.7 & 0 & 0 \\ -0.6 & 0 & 0.6 & 0.5 & 0.7 & -0.8 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.1 & 0 & 0.7 & 0 & 0 & -0.6 & -0.5 \\ -0.5 & 0.4 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Comenzando por la activación de Mano de Obra (MO) a la que, no se le había dado mucho peso, se tiene el vector inicial de activación: $\mathbf{C}(t = 0) = [0, 1, 0, 0, 0, 0, 0]$, así, se obtiene el equilibrio en la red con dos iteraciones, los resultados se muestran en la Tabla 4 y gráficamente en la Figura 5.

Tabla 4. Concepto activado MO con modificación.

t	$\mathbf{C}(t)$	$\mathbf{R} = \mathbf{C} * \mathbf{W}$	$\mathbf{C}(t + 1) = \mathbf{f}(\mathbf{R})$
0	[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0]	[-0.6, 0, 0.6, 0.5, 0.7, -0.8, 0.5]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]
1	[0, 1, 1, 1, 1, 1, 1]	[-0.3, 0, 1.3, 0.5, 0.7, -1.4, 0]	[0, 1, 1, 1, 1, 0, 1]

Fuente: Elaboración propia.

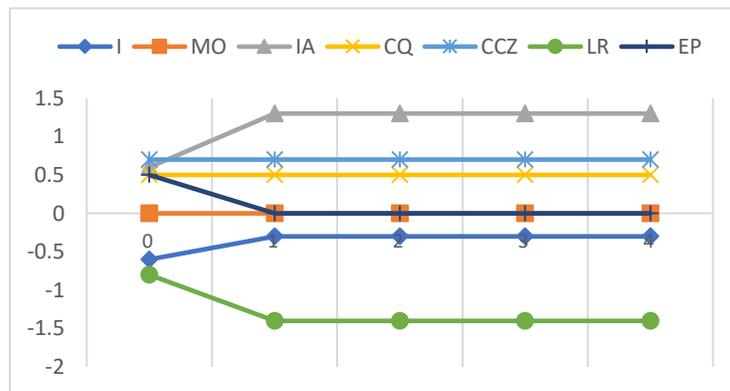


Figura 5. Oscilaciones de las variables al activar la MO modificada.

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La activación de la inversión es un mecanismo extremadamente conocido acostumbrado en la sociedad mexicana en general, ya que, al existir el recurso financiero, éste motiva a que otros organismos se activen produciendo una dinámica progresiva en los sistemas involucrados. Pero,

hasta cierto punto, esto no es bueno, ya que se inhibe y reprime la iniciativa por la innovación y la creatividad. Razón por la cual, el modelo (MCD) se corre, con la activación de mano de obra (MO), como activo intangible (capital humano) donde se desarrollan una serie sinergias interesantes para beneficio de la organización. Así pues, se puede observar que mediante la activación de la mano de obra (MO), el número de iteraciones en función al tiempo fueron menores, que las otras corridas (inversión; y leyes reglamentarias con estabilidad política).

La participación de expertos en términos generales puede resultar benéfica para la eficacia en la toma de decisiones, ya que una modificación del sistema nodal en los MCD ocasiona una posible respuesta más rápida. Debido, al aprendizaje adquirido en función al MCD corridos anteriormente. En este sentido, es importante considerarlo, ya que, cuando se tratan conflictos sociales en nuestro país, los mecanismos y procedimientos de respuesta para la solución de los problemas son demasiado lentos. Para los agricultores, el tiempo es un factor importante, ya que dependen de cuatro estaciones en el año, de las cuales hay un tiempo de receso.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Carlsson C. (1996). Knowledge formation in strategic mangement. HICSS-27. Proceedings, IEEE. Computer Society Press, Los almitos.
- Hiliera J. R. & Martínez V. (2000). Redes Neuronales Artificiales Fundamentos modelos y aplicaciones RA-MA Ed. Madrid.
- Kosko H. & B. (1986) Fuzzy Cognitive Maps. International Journal on Man Machine Studies. 24.
- Kaufmann A., Gil A. J., Terceño G.A. (1997). *Matemáticas para la economía y la gestión de empresas*. Primera edición, edición foro científico, Barcelona, España.
- Kosko H. & B. (1997) Fuzzy Engineering Ed. Prentice-Hall New Jersey.
- Ortiz A. et al (2015a) Ácidos grasos insaturados y fibra dietética de *Rubus fruticosus* y *Rubus idaeus* en la prevención de enfermedades crónicas degenerativas. academiajournals.com Pdhtech.lic, San Antonio, Tx ISSN: 2380-503x online, volumen 7 No. 4 pág. 4186-4188, 04/11/2015, revista indizada.
- Ortiz A., Remigio. (2015b) Mapa de ruta para la obtención para la obtención nutraceuticos de las especies del género *Rubus spp*. Su relación en la prevención de enfermedades crónicas. Volumen 7 no. 4. México.
- Peláez C. E. & Bowles J. B. (1995). Applying Fuzzy Cognitive Maps Knowledge-Representation to Failure Modes Effects Analysis IEEE. Proceedings Annual Reability and Maintainability Symposium 0149-144X/95.
- Porter, M. (1991): "La Ventaja Competitiva de las Naciones", Ed. Vergara, Buenos Aires.

Este artículo puede citarse de la siguiente forma:

Citación estilo APA sexta edición

Chávez Rivera, R., García González, M. & Ortiz Alvarado, R. (enero-abril de 2018). Lógica difusa para el establecimiento de políticas flexibles en operaciones agropecuarias. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 4(1), 1-12.

Citación estilo Chicago decimoquinta edición

Chávez-Rivera, Rubén, García-González, Miguel & Ortiz-Alvarado, Rafael. Lógica difusa para el establecimiento de políticas flexibles en operaciones agropecuarias. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 4 No. 1 (enero-abril de 2018): 1-12.

Citación estilo Harvard Anglia

Chávez Rivera, R., García González, M. & Ortiz Alvarado, R., 2018. Lógica difusa para el establecimiento de políticas flexibles en operaciones agropecuarias. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, enero-abril, 4(1), pp. 1-12.

Citación estilo IEEE

[1] R. Chávez-Rivera, M. García-González y R. Ortiz-Alvarado. Lógica difusa para el establecimiento de políticas flexibles en operaciones agropecuarias. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, vol. 4 No. 1, pp. 1-12, enero-abril de 2018.