

Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria azucarera en México

Antonio Villegas Vilchis
Diego Platas Rosado[§]
Felipe Gallardo-López
Gustavo López-Romero

Campus Veracruz-Programa de Posgrado en Agroecosistemas Tropicales-Colegio de Postgraduados. Carretera Xalapa-Veracruz km 85.5, Predio Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. CP. 91690.

[§]Autor para correspondencia: dplatas@colpos.mx.

Resumen

El software de análisis estructural MicMac (Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement) multiplicación matricial aplicado a una clasificación, es una herramienta para organizar una reflexión colectiva. Ofrece la posibilidad de describir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos, partiendo de esta descripción, este método tiene por objetivo, determinar las principales variables influyentes y dependientes. En este caso se usó para determinar las variables esenciales que van a definir el futuro de la agroindustria de la caña de azúcar en México. Este análisis se realizó en 2019 por un grupo de expertos con experiencia, alto nivel de conocimiento y toma de decisión de la agroindustria de la caña de azúcar, los cuales forman parte de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). Se identificaron cinco variables estratégicas de mayor motricidad e influencia y de mayor dependencia que van a definir el futuro de la agroindustria de la caña de azúcar en México: investigación, desarrollo, innovación y transferencia de tecnología (I+D+I+TT), diversificación, costos de producción, productividad y competitividad. Mediante a su orden lógico definen que mientras la agroindustria de la caña de azúcar en México obtenga o adopte y utilice tecnologías inteligentes (investigación, desarrollo, innovación y transferencia de tecnología), diversifique y oferte productos derivados de la caña de azúcar a precios competitivos, entonces podrá aumentar su productividad, bajar sus costos de producción y como consecuencia será más competitiva. En su defecto de no tomar estas recomendaciones la agroindustria de la caña de azúcar no será competitiva volviéndose cada vez más obsoleta y tenderá a desaparecer.

Palabras clave: CONADESUCA, matriz relacional, reflexión colectiva.

Recibido: junio de 2020

Aceptado: agosto de 2020

Introducción

La agroindustria azucarera en México es una actividad productiva de alto impacto social, económico, espacial. El 6° Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México, zafra 2009-2010-2018-2019 CONADESUCA, reporta que la producción de azúcar en la zafra 2018-2019 fue de 6.4 millones de toneladas, de una molienda de caña de 57 millones de toneladas de caña bruta, con una superficie industrializada de 804 060 ha, reportado de los 50 ingenios que están en operación actualmente, distribuidos en 15 estados y 227 municipios del país, alcanzando un rendimiento en campo de 70.94 t ha⁻¹. Genera 440 mil empleos directos y tiene un efecto socioeconómico indirecto en alrededor de 12 millones de personas, con aportaciones en el producto interno bruto (PIB) manufacturero de 2.1%, en el agropecuario de 8.6% y nacional de 0.35% (CONADESUCA, 2019).

A pesar de la importancia de esta agroindustria, en los últimos años numerosos factores amenazan su competitividad, por ejemplo: la industria azucarera mexicana no es reconocida como competitiva debido principalmente al estancamiento de la caña, bajo rendimiento de sacarosa, alta fibra en tallos por hectárea y variabilidad en el proceso productivo.

Los rendimientos promedio de caña de azúcar oscilan entre 60 y 70 t ha⁻¹. La disminución de la producción agrícola de la caña de azúcar se ha definido como la pérdida de capacidad productiva de los suelos de la caña de azúcar monocultivo a largo plazo (Aguilar, 2012).

La caída drástica de los precios internacionales del azúcar puede explicarse también a la acumulación de inventarios finales de azúcar a nivel mundial, aunado a la sustitución que se ha hecho en los últimos años de este edulcorante por otros como son los jarabes de maíz de alta fructosa (JMAF) (Morcillo, 1997). La producción de azúcar en México ha sido seriamente afectada al combinarse por un lado la severa crisis interna tanto en campo como en industria con el desplome del mercado internacional del dulce (Zavala, 2015).

Actualmente la agroindustria azucarera enfrenta cambios en los patrones de consumo por cuestiones de salud. México ocupa el primer lugar en consumo de gaseosas (Caravali *et al.*, 2016) y por consecuencia el primer lugar en diabetes (Moreno *et al.*, 2014) y una creciente sustitución y consolidación de otros edulcorantes como el jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) que es 1.5 veces más dulce que la azúcar y más barato. La industria refresquera utilizaba 3.5 millones de toneladas como edulcorante que está siendo sustituida por JMAF, lo que significa una reducción de aproximadamente la mitad de la producción de azúcar actual que es de 6.4 millones de toneladas.

Ante esta problemática surge la necesidad de nuevas tecnologías que garanticen, entre otras cosas, la seguridad alimentaria en este carbohidrato básico, el aumento de productividad y sus retos ante el cambio climático, así como el uso eficiente de insumos naturales: agua, tierra, sol, viento, entre otros (Aguilar, 2014).

Es claro entonces que la agroindustria de la caña de azúcar necesita construir un futuro diferente que responda a las nuevas demandas. En este sentido hay varias corrientes filosóficas, teóricas y metodológicas como los estudios de futuro y sus dos corrientes de pensamiento: la norteamericana determinista (Forecasting) donde el futuro es único y la voluntarista francesa (prospectiva

estratégica), (Berger, 1967), donde el futuro es múltiple (Jouvenel, 1964), apoyada por la teoría de la complejidad expuesta por (Morín, 1990). Para este documento se utilizó la corriente francesa (voluntarista). Esta corriente de los estudios de futuro está basada en la identificación de futuros posibles o futuribles para escoger el más conveniente y construirlo desde el presente. Para la prospectiva el futuro irá a ocurrir en la medida en que lo preparemos por medio de acciones precisas.

La prospectiva plantea, que no es necesario sufrir o padecer el futuro, sino que se puede construir y también muestra que si se analiza se adquiere ventajas comparativas, sencillamente porque se está adelantando a tomar decisiones que otros todavía no han pensado, de esta manera es posible ganarla delantera e impedir ser sorprendidos por el futuro (Mojica, 2010).

El análisis estructura (MicMac) se ha utilizado en diferentes áreas del conocimiento, en educación superior (Benjumea *et al.*, 2016), ecoturismo (Ariyani y Fauzi, 2019), energía solar en el sector rural (Sindhu *et al.*, 2016), desarrollo del sistema agrícola (Barati *et al.*, 2019), transformación de una ciudad inteligente en la India (Kumar *et al.*, 2019) entre otras áreas.

En este trabajo se aplicó el software MicMac que forma parte de la metodología de prospectiva estratégica del Ph. D. Francisco José Mojica la cual es una combinación de las dos corrientes de pensamiento de los estudios de futuro (Mojica, 2008), con el propósito de presentar los resultados del análisis estructural mediante el MicMac que tiene como objetivo identificar las variables estratégicas que pueden contrarrestar una tendencia definida y establecer el futuro que el sector azucarero enfrentará más adelante.

Materiales y métodos

El análisis estructural (MicMac) se llevó a cabo en las instalaciones de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), en la Ciudad de México en julio de 2019. Por un grupo de expertos con experiencia, alto nivel de conocimiento y toma de decisión de la agroindustria de la caña de azúcar. Inicialmente el grupo de expertos mediante una reflexión grupal, seleccionaron 65 factores de cambio, estos son los fenómenos con los que se puede comenzar a dibujar el perfil de la agroindustria de la caña de azúcar.

Mediante la técnica del análisis de ideas preconcebidas o estereotipos como resultado se elaboró una lista en borrador de 65 factores de cambio divididos en cinco dimensiones (económico, social, ambiental, político y tecnológico). Al ponderar por relevancia los factores de cambio, los expertos seleccionaron 25, por el método de puntuación le asignaron el número 25 al factor de cambio más importante y relevante para la agroindustria de la caña de azúcar y así sucesivamente hasta llegar al número 1. Se analizó la información en una tabla en Excel.

Se utilizó el software análisis estructural que Michel Godet diseñó con el nombre de método MicMac y es un aporte a la caja de herramientas de la prospectiva estratégica (Godet, 2007), Este software permitió priorizar las variables más relevantes y obtener su disposición dentro de un contexto donde estos elementos se articulan según sus relaciones de causalidad. El análisis estructural es un método sistemático, en forma matricial, de análisis de las relaciones entre las variables constitutivas del sistema estudiado y las de su entorno explicativo (Godet y Durance, 2011).

El objetivo del análisis estructural es de reflexión colectiva, ésta describe un sistema con ayuda de una matriz en donde interactúan en una relación con todas las variables, las cuales se impactan entre sí. El método MicMac consiste en elevar la matriz de análisis estructural a una potencia de valores sucesivos, de este modo se analizan miles y millones de líneas en la mayoría de los sistemas concretos. A continuación, se describen las tres fases que se realizaron en la investigación del método MicMac.

Etapas 1. Identificación de variables

En esta etapa los expertos mediante una reflexión colectiva hicieron una lista homogénea de variables internas y externas que caracterizan a la agroindustria de la caña de azúcar, atendiendo a la pregunta siguiente: ¿cuáles son los factores políticos, económicos, tecnológicos, sociales y ambientales que condicionaran la evolución de la agroindustria de la caña de azúcar? Obteniendo de los 65 factores de cambio, 25 variables las más relevantes e importantes.

Etapas 2. Describir las relaciones existentes entre las variables

En un enfoque sistémico, una variable sólo existe; a través, de su interrelación con otras variables. Además, el análisis estructural permite identificar esas relaciones entre variables utilizando una tabla de dos entradas llamada matriz de análisis estructural. Los expertos calificaron la matriz, el llenado fue cualitativo. Por cada pareja de variables, se plantea la siguiente pregunta: ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j ? si la respuesta es negativa, anotaron 0, en el caso contrario, se preguntaron si esta relación de influencia directa es, débil anotaron (1) mediana anotaron (2); y fuerte anotaron (3). Este procedimiento de interrogación no sólo permite evitar errores, sino también ordenar y clasificar las ideas creando un lenguaje común en el seno del grupo de expertos. Además, permite, en la mayoría de los casos, redefinir ciertas variables y por consiguiente, afinar el análisis del sistema (Godet y Durance, 2007).

Etapas 3. Identificar las variables estratégicas

La identificación de variables estratégicas, por medio del MicMac, se hizo en primer lugar, mediante una clasificación directa, posteriormente por una clasificación indirecta (llamada MicMac para matrices de impacto cruzado, multiplicación aplicada para una clasificación). Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación potencial de la matriz. La comparación de la jerarquización de las variables en las diferentes clasificaciones (directa, indirecta y potencial) es un proceso rico en enseñanza. Ello permite confirmar la importancia de ciertas variables, pero de igual manera permite revelar ciertas variables que debido a sus acciones indirectas juegan un papel principal que en la clasificación directa no se ponían de manifiesto.

En la interpretación del análisis estructural confluyen dos conceptos: motricidad y dependencia. La motricidad es el impacto que una variable ejerce sobre las demás. La dependencia se define como la subordinación de una variable con respecto a las restantes.

Los resultados en términos de influencia y de dependencia de cada variable se representan sobre un plano (el eje de abscisas corresponde a la dependencia y el eje de ordenadas a la influencia). Este plano cartesiano permitió determinar cuáles son los factores más influyentes y cuáles los más dependientes. Las variables estratégicas o clave son finalmente las que contengan las calificaciones más altas de influencia y de dependencia.

Resultados y discusión

Los expertos conocedores de la agroindustria de la caña de azúcar con capacidad de tomar decisiones eligieron 65 factores de cambio divididos en cinco dimensiones (Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5).

Cuadro 1. Factores de cambio de la dimensión económica.

Fenómenos económicos	
1	Competitividad (sustitutos, calidad y precios)
2	Mercado (cadena productiva)
3	Productividad (campo y fábrica)
4	Costos de producción (campo y fábrica)
5	Diversificación (subproductos, co-productos)
6	Precios internacionales del azúcar (subproductos, co-productos)
7	Costos del transporte
8	Rentabilidad
9	Recursos financieros (rentabilidad económica)
10	Globalización
11	Subsidios
12	Bajos rendimientos (campo y fábrica)
13	Infraestructura (Eficiencia de los ingenios)
14	Precio de insumos
15	Ordenamiento del campo altamente productivo
16	Presupuesto para Conadesuca
17	Acuerdos de suspensión
18	Etiquetado nutrimental
19	Sistema de pago de materia prima
20	Competencia con otros cultivos

Cuadro 2. Factores de cambio de la dimensión social.

Fenómenos sociales	
21	Educación (básica, media y superior)
22	Cultura
23	Bienestar social (bajos ingresos) (productor)
24	Implementación de servicios
25	Responsabilidad social (fábrica y campo)
26	Seguridad social
27	Índices de pobreza y marginación
28	Situación de cortadores
29	Equidad y género
30	Trabajo infantil
31	Migración
32	Sindicalización del campo
33	Campañas negativas sobre de azúcar de caña

Cuadro 3. Factores de cambio de la dimensión ambiental.

Fenómenos ambientales	
34	Sustentabilidad
35	Energía (cogeneración de energía)
36	Cambio climático
37	Uso de la tierra (degradación de suelos)
38	Productos orgánicos
39	Contaminación (suelo, agua y aire) (campo y fábrica)
40	Manejo del agua (campo y fábrica)
41	Buenas prácticas agrícolas
42	Agenda 2030

Cuadro 4. Factores de cambio de la dimensión política.

Fenómenos políticos	
43	Marco normativo
44	Impacto organizaciones sindicales (fábrica)
45	Políticas públicas incluyentes diferenciadas
46	Nuevo arreglo institucional
47	Impacto organizaciones cañeras (campo, cañeros libres)
48	Poder de negociación (alianzas)
49	Tratado comercial (T-MEC)
50	Conflictos
51	Informalidad en las relaciones contractuales
52	Relación ejecutivo-legislativo
53	Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar

Cuadro 5. Factores de cambio de la dimensión tecnológica.

Fenómenos tecnológicos	
54	Investigación, desarrollo e innovación transferencia de tecnología (I + D + I +TT)
55	Conectividad (comunicaciones)(carreteras)
56	Equipamiento (fábrica, campo y mercado)
57	Automatización (fábrica y mercado)
58	Agricultura de precisión (sensores, drones)
59	Capacitación (fábrica, campo y mercado)
60	Tecnologías de la información (Internet de las cosas, Big Data)
61	Tecnologías emergentes (biotecnología, nanotecnología)
62	Plataforma de información
63	Interoperabilidad
64	Adaptabilidad de tecnologías
65	Infraestructura para investigación (campo experimental)

Como resultado de la reflexión colectiva que hicieron los expertos en el Cuadro 6, se muestran las 25 variables más relevantes e importantes que condicionan el futuro de la agroindustria de la caña de azúcar, junto con su abreviatura que se utilizó en la matriz para su análisis. Estas representan a los fenómenos sociales, políticos, económicos, ambientales y tecnológicos del entorno de la agroindustria de la caña de azúcar.

Cuadro 6. Variables más relevantes e importantes de la agroindustria de la caña de azúcar en México, con su abreviatura utilizada en la matriz.

Factores de cambio	
1	Investigación, desarrollo e innovación y transferencia de tecnología (I + D + I +TT)
2	Diversificación (DIVERSIFIC)
3	Competitividad (COMPETITIV)
4	Mercado (MERCADO)
5	Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (LDSCA-SANC)
6	Agricultura de precisión (AGRIC-PREC)
7	Costos de producción (COSTS-PROD)
8	Contaminación (CONTAMINAC)
9	Ordenamiento del campo altamente productivo (ORDEN-TERR)
10	Productividad (PRODUCTIVI)
11	Sustentabilidad (SUSTENTABI)
12	Tecnologías emergentes (TECNOL-EME)
13	Tecnologías de la información (TECNOL-INF)
14	Infraestructura para investigación (INFRA-INVE)
15	Tratado comercial (T-MEC)
16	Automatización (AUTOMATIZA)
17	Cambio climático (CAMB-CLIMA)
18	Políticas públicas (POLÍT-PUBL)
19	Infraestructura (INFRAESTRU)
20	Globalización (GLOBALIAZA)
21	Precios internacionales del azúcar (PREC-INTE)
22	Etiquetado nutrimental (ETIQ-NUTRI)
23	Sistema de pago de materia prima (SIST-PAG-M)
24	Manejo del agua (MANEJO-AGUA)
25	Marco normativo (MARC-NORMA)

A partir, de este listado de variables se buscó una estructura lógica de la causalidad, verificando la influencia que uno de los fenómenos tiene sobre otros, con tal efecto se realizó un análisis estructural, técnica propuesta bajo el nombre de MicMac que permite configurar una percepción sistémica agrupando los factores en tres niveles, según la manera como unas influyen sobre otras. Para esto se generó una matriz de doble entrada donde se muestran las calificaciones que los

expertos hicieron bajo el criterio de la siguiente pregunta ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? si la respuesta es negativa, anotaron 0, en el caso contrario, se preguntaron si esta relación de influencia directa es, débil anotaron (1) mediana anotaron (2) y fuerte anotaron (3) (Figura 1).

	1 : I+D+I+TT	2 : DIVERSIFIC	3 : COMPETITIV	4 : MERCADO	5 : LDSCA-SANC	6 : AGRIC-PREC	7 : COSTS-PROD	8 : CONTAMINAC	9 : ORDEN-TERR	10 : PRODUCTIVI	11 : SUSTENTABI	12 : TECNOL-EME	13 : TECNOL-INF	14 : INFRA-INVE	15 : T-MEC	16 : AUTOMATIZA	17 : CAMB-CLIMA	18 : POLÍT-PUBL	19 : INFRAESTRU	20 : GLOBALIAZA	21 : PREC-INTER	22 : ETIQ-NUTRI	23 : SIST-PAG-M	24 : MANJO-AGUA	25 : MARC-NORMA
1 : I+D+I+TT	0	3	3	2	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1	2	2	3	2
2 : DIVERSIFIC	3	0	3	3	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2
3 : COMPETITIV	3	3	0	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2
4 : MERCADO	2	2	3	0	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
5 : LDSCA-SANC	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3
6 : AGRIC-PREC	3	2	3	2	1	0	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	3	2
7 : COSTS-PROD	3	3	3	3	1	3	0	2	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2
8 : CONTAMINAC	2	2	2	2	2	2	2	0	2	3	3	2	2	2	1	2	3	3	2	2	2	1	1	3	2
9 : ORDEN-TERR	2	3	3	2	2	3	3	2	0	3	3	2	2	2	1	2	2	3	2	2	1	1	2	2	3
10 : PRODUCTIVI	3	3	3	3	1	3	3	2	3	0	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2
11 : SUSTENTABI	2	3	2	2	1	2	2	2	2	0	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2
12 : TECNOL-EME	3	3	3	2	1	3	2	2	2	3	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2
13 : TECNOL-INF	3	2	3	2	1	3	2	1	2	2	3	0	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
14 : INFRA-INVE	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	0	2	3	2	2	2	2	1	1	1	2	2
15 : T-MEC	2	2	2	3	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	0	2	1	3	2	2	3	2	2	1	3
16 : AUTOMATIZA	3	2	3	2	1	3	3	3	2	3	2	2	2	2	1	0	2	1	3	2	1	1	2	2	2
17 : CAMB-CLIMA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	0	3	2	2	2	1	1	3	2
18 : POLÍT-PUBL	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	0	2	3	2	3	2	3	3
19 : INFRAESTRU	3	3	3	2	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	1	3	2	1	0	1	2	1	2	2	2
20 : GLOBALIAZA	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	0	3	2	1	1	2
21 : PREC-INTER	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	1	2	2	3	0	1	2	1	2	2
22 : ETIQ-NUTRI	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	2
23 : SIST-PAG-M	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	3	1	0	1	3
24 : MANJO-AGUA	3	2	2	1	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	2
25 : MARC-NORMA	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	0

Figura 1. Matriz de calificaciones por los expertos para los factores de cambio.

Con el software MicMac, se identificaron las variables estratégicas. En esta fase se obtienen las variables esenciales para el desarrollo del sistema inicialmente, se realiza a través de una clasificación indirecta (MicMac o Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement). Esta clasificación indirecta se obtiene después de aumentar la potencia de la matriz. Compara la jerarquía de variables en los diferentes rankings (directo, indirecto, potencial). Este análisis confirmó cuán importantes son algunas variables y reveló las variables que desempeñan un papel más dominante, dada su acción indirecta, algo que no apareció en la clasificación directa.

En la interpretación del análisis estructural confluyen dos conceptos: motricidad y dependencia. La motricidad es el impacto que una variable ejerce sobre las demás. La dependencia se define como la subordinación de una variable con respecto a las restantes. A partir de estos dos principios, la influencia y la dependencia de cada variable se representan sobre un plano (el eje de abscisa corresponde a la dependencia y el eje de ordenadas a la influencia). Se eligen variables estratégicas a las de mayor influencia y de mayor dependencia (Figura 2).

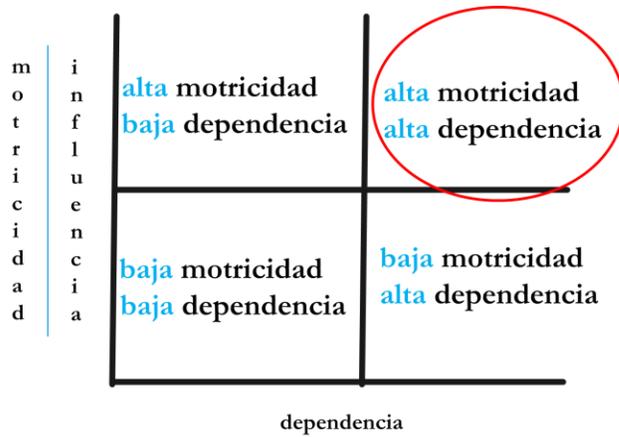


Figura 2. Plano de influencia dependencia para elegir a las variables estratégicas.

En este momento ya se puede hablar de variables estratégicas, asumiendo que una variable es un fenómeno que se modifica en virtud de otro. En la Figura 3 se pueden observar en el círculo rojo las variables estratégicas con los valores más altos en influencia y dependencia. Se seleccionó un Pareto de 20% de las 25 variables iniciales y se definieron las cinco variables estratégicas que van a servir de puntal y soporte para llevar a cabo la exploración del futuro de la agroindustria de la caña de azúcar.

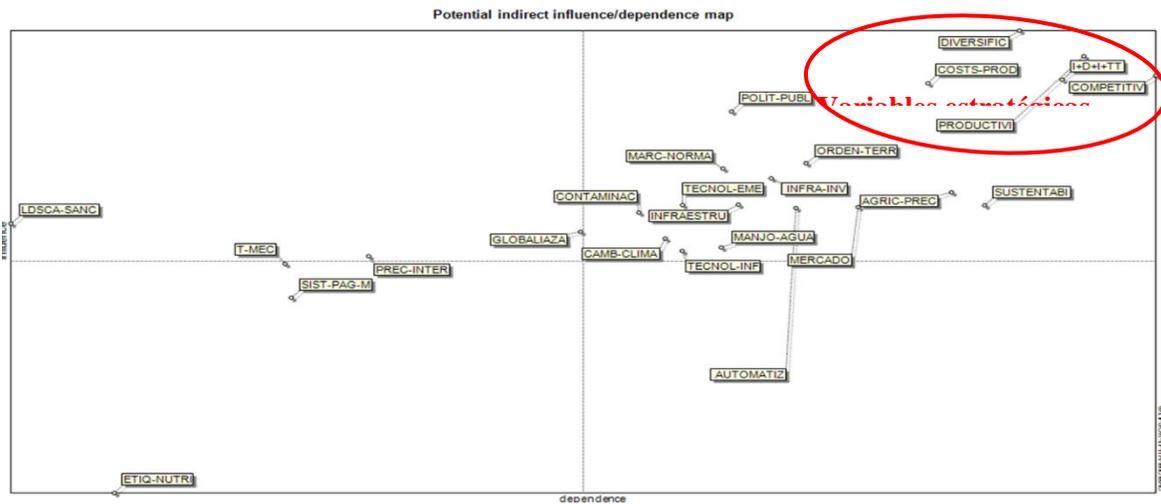


Figura 3. Resultado del análisis MicMac.

Los resultados arrojados a través de diferentes clasificaciones (directa, indirecta, potencial, de dependencia y de clasificación), da una gran variedad de información y posibilidad de análisis, que le permiten al investigador reflexionar respecto a la funcionalidad del sistema (Verónica *et al.*, 2014). Las variables de más alta causalidad, que se encuentran en el cuadrante superior izquierdo e incluidas en el círculo, corresponden a fenómenos de muy alta importancia para la vida de la agroindustria de la caña de azúcar, ellas son: la competitividad, productividad, diversificación, investigación más desarrollo más innovación más transferencia de tecnología (I+D+I+TT) y costaos de producción.

Estas variables que se han determinado como estratégicas merecen ser leídas formando un contexto sistémico de causalidad conformado por ellas mismas (Figura 4), con el objeto de respetar los principios de contextualidad y complejidad sobre los que reposa la prospectiva estratégica. Estas condiciones se pueden observar en el esquema lógico de las variables estratégicas ordenadas según las interrelaciones de causa y efecto, que aparece a continuación constituyendo un todo dentro del cual sus elementos son solidarios e interdependientes.

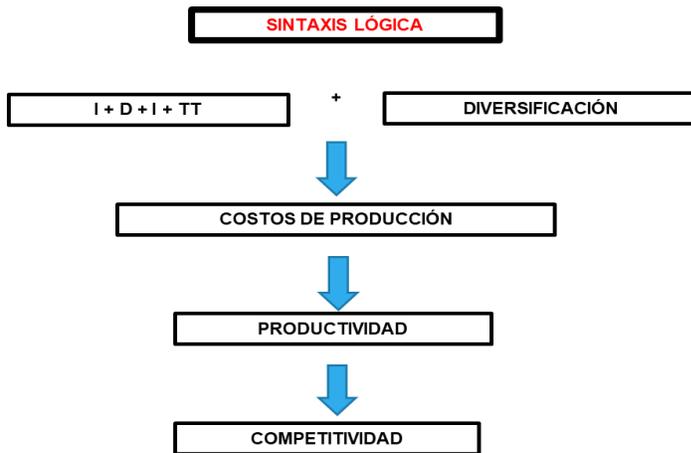


Figura 4. Sintaxis lógica de las variables estratégicas.

Conclusiones

Es de vital importancia desde que se eligen a los expertos, éstos realmente cuenten con experiencia, alto nivel de conocimiento y toma de decisión, siendo el MicMac un método mixto cuantitativo y cualitativo, lo que le permite al tomador de decisiones establecer cuáles son aquellas variables que por su influencia afectan a todo el sistema y en función de esto tomar las acciones adecuadas. También este análisis permitió comparar y confirmar la importancia que tienen unas variables sobre otras, con el objetivo de realizar planeación a futuro, evitando con ello eliminar riesgos.

El análisis estructural software MicMac identificó cinco variables estratégicas de acuerdo a su influencia y dependencia que define la exploración del futuro de la agroindustria de la caña de azúcar, estas mediante a su orden lógico definen que mientras la agroindustria de la caña de azúcar en México obtenga o adopte y utilice tecnologías inteligentes (investigación más desarrollo más innovación más transferencia de tecnología), diversifique y oferte productos derivados de la caña de azúcar a precios competitivos, entonces podrá aumentar su productividad, bajar sus costos de producción y como consecuencia será más competitiva.

En su defecto de no tomar estas recomendaciones la agroindustria de la caña de azúcar no será competitiva volviéndose cada vez más obsoleta y tenderá a desaparecer. La lectura e interpretación de los resultados será de suma importancia para la reflexión del sistema estudiado, así como para la toma de decisiones a partir de la generación de información arrojada por el MicMac.

Literatura citada

- Aguilar, R. 2014. Reconversión de la cadena agroindustrial de la caña de azúcar en Veracruz México. *Nova scientia*. 6(12):125-161.
- Aguilar, R. N. 2012. Paradigma de la diversificación de la agroindustria azucarera de México. *Convergencia*. 19(59):187-213.
- Ariyani, N. y Fauzi A. 2019. Analysis of strategic variables for ecotourism development; an application of Micmac. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. 3(3):1-12.
- Barati, A. A.; Azadi, H.; Dehghani Pour, M.; Lebailly, P. and Qafori, M. 2019. Determining key agricultural strategic factors using AHP-MICMAC. *Sustainability*. 11(14):1-17.
- Benjumea, A.; Martha, L.; Castañeda, A. y Valencia, A. 2016. Structural analysis of strategic variables through micmac use: Case study. *Mediterranean J. Soc. Sci*. 7(4):11-19.
- Berger, G. 1967. *Etapas de la prospective*. PUF. París. www.lapropective.fr.
- Caravalí, M.; Nuris, Y.; Jiménez, C.; Arturo, G. y Bacardí, M. 2016. Estudio prospectivo sobre el efecto del consumo de bebidas azucaradas sobre la obesidad en un periodo de 12 meses en mexicanos de 15 a 19 años. *Nutrición Hospitalaria*. 33(2):270-276.
- CONADESUCA. 2019. 6^{to} Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México, zafras 2009-2010-2018-2019. SADER. México. 125 p.
- Godet, M. 2007. *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos*. Cuaderno de LIPSOR 20. 105 p. <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>.
- Godet, M. y Durance, P. 2007. *Prospectiva estratégica: problemas y métodos*. Cuaderno 20. Segunda Edición de LIPSOR 104:1-105.
- Godet, M. y P. Durance. 2011. *La prospective stratégique-2e éd.: Pour les entreprises et les territoires*. Dunod. www.lapropective.fr/cercle.
- Jouvenel, B. D. 1964. *El arte de la conjetura*. Editions du Rocher; 1st Edition. París, Francia.
- Kumar, H.; Singh, M. K. and Gupta, M. 2019. A policy framework for city eligibility analysis: TISM and fuzzy MICMAC-weighted approach to select a city for smart city transformation in India. *Land use policy*. 82:375-390.
- Mojica, F. 2010. *Introducción a la prospectiva estratégica para la competitividad empresarial*. Programa Bogotá Emprende de la Cámara de Comercio de Bogotá. <http://sigug.uniguajira.edu.co:8080/planeacion/word/documentos/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20prospectiva%20estrat%C3%A9gica.pdf>: 1-49 pp.
- Mojica, F. J. 2008. *Dos modelos de la escuela voluntarista de prospectiva estratégica*. Centro de pensamiento estratégico y prospectiva. Universidad Externado de Colombia: 1-11 pp. <http://Franciscomojica.Com/Index.Htm>.
- Morcillo, P. 1997. *Dirección estratégica de la tecnología e innovación: un enfoque de competencias*. Madrid. Civitas. 254 p.
- Moreno, A. L. G. García, J. J.; Soto, E.; Capraro, G. S. y Limón, C. D. 2014. Epidemiología y determinantes sociales asociados a la obesidad y la diabetes tipo 2 en México. *Rev. Médica del Hospital General de México*. 77(83):114-123.
- Morín, E. 1990. *Introduction à la pensée complexe*. Editions du Seuil. Paris. 158 p.
- Sindhu, S.; Nehra, V. and Luthra, S. 2016. Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in Indian rural sector using integrated ISM and fuzzy MICMAC approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 62:70-88.
- Verónica, X.; Arango, M.; Pérez, A. y Cuevas. 2014. Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MICMAC). <http://eprints.uanl.mx/6167/>: 1-25 p.
- Zavala, Y. C. 2015. Opciones biotecnológicas para la crisis de la agroindustria azucarera: melazas y proteína unicelular. *Sociológica México*. 6(16):183-211.