

## Variables estratégicas MicMac para reducir la contaminación en el cultivo de papaya en Cotaxtla

Antonio Villegas-Vilchis<sup>1</sup>

Itzel Galaviz-Villa<sup>1,§</sup>

Isabel Araceli Amaro-Espejo<sup>1</sup>

Arturo García-Saldaña<sup>1</sup>

Ana Yesica Toga-Islava<sup>1</sup>

1 División de Estudios de Posgrado e Investigación-Instituto Tecnológico de Boca del Río. Carretera Veracruz-Córdoba km 12, Boca del Río, Veracruz, México. CP. 94290.

Autora para correspondencia: [itzelgalaviz@bdelrio.tecnm.mx](mailto:itzelgalaviz@bdelrio.tecnm.mx).

### Resumen

El municipio de Cotaxtla, Veracruz aportó el 50% de la producción nacional de papaya, esto es 49 mil toneladas al año. Esta producción puede verse reducida por la presencia de contaminantes en el cultivo que inhiben el desarrollo morfológico y fisiológico de la planta; además de degradar el suelo y el agua. El objetivo de esta investigación fue identificar: 1) los factores de cambio que involucran nuevos fenómenos relacionados con el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) y 2) las variables estratégicas que caracterizan al sistema de producción en el municipio de Cotaxtla, Veracruz. El estudio se realizó de octubre de 2023 a marzo de 2024 en el municipio de Cotaxtla, Veracruz, y se utilizó una metodología de tipo prospectiva, se realizaron talleres participativos para la exploración de los factores de cambio e identificación de las variables estratégicas que influyen en la toma de decisiones enfocadas en reducción de los riesgos de contaminación del producto, suelo y agua. Se utilizó el análisis estructural o método 'MicMac' y se identificaron 44 factores de cambio y cinco variables estratégicas de mayor influencia y dependencia. De acuerdo con la sintaxis lógica: a través de la capacitación adecuada en el manejo de los agroquímicos y sus residuos sólidos peligrosos y la incorporación de las buenas prácticas agrícolas; se disminuirán los riesgos de contaminación, se incrementará la producción, mejorará la calidad y la competitividad en el mercado. Este conocimiento permite diseñar acciones para la reducción de los riesgos de contaminación en el cultivo de papaya del municipio de Cotaxtla, Veracruz.

### Palabras clave:

*Carica papaya* L., productores de papaya, reflexión colectiva.



## Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.) es la tercera fruta más consumida en el mundo, de ahí su importancia económica en el mercado internacional. Esta se produce en más de 60 países, siendo los principales productores India, Brasil, Indonesia, Nigeria y México (Valencia *et al.*, 2017). El estado de Veracruz aporta alrededor del 50% de la producción nacional, de la cual el municipio de Cotaxtla aporta 49 000 t anuales (SAGARPA, 2019). De acuerdo con Vinay *et al.* (2024), esta producción puede verse reducida debido a la presencia y toxicidad de metales pesados en el agua de cultivo, tales como: cadmio (Cd) y cromo (Cr). Los cuales exceden los límites máximos permisibles para consumo y riego, e incrementan los riesgos y daños en la salud de los consumidores y habitantes del municipio de Cotaxtla, Veracruz.

La contaminación por agroquímicos se ha convertido en una preocupación ambiental global (Cajamarca *et al.*, 2020). Existen diversos factores que contribuyen al aumento de su uso y a la gravedad de sus efectos, derivados del uso excesivo de estos productos para controlar plagas y enfermedades en los cultivos (Ortíz *et al.*, 2014). A medida que la población mundial crece, también aumenta la demanda de alimentos, lo que implica un mayor uso de agroquímicos en la producción agrícola.

Una práctica común entre los agricultores es la quema de envases vacíos, lo cual libera sustancias tóxicas que contaminan el suelo y afectan la calidad de los cultivos (Miranda *et al.*, 2022). Además, cuando estos envases son enterrados, los productos químicos residuales se filtran en los acuíferos subterráneos, contaminando el agua destinada para el consumo humano (FAO, 2021). Esta situación representa un grave riesgo para la salud y el medio ambiente.

De acuerdo con Galaviz *et al.* (2011), la calidad del agua subterránea que abastece las actividades agrícolas en la zona centro del Golfo de México, se encuentra impactada por contaminantes derivados del manejo agronómico de los cultivos, en concentraciones que superan los límites establecidos por la normatividad nacional e internacional. Lo que indica, que existe un riesgo para los habitantes de la zona centro del Golfo de México, donde se ubica el municipio de Cotaxtla, que utilizan el agua subterránea como su única fuente de abastecimiento de agua potable.

En México, de acuerdo con algunos reportes científicos se ha identificado el uso de alrededor de 186 plaguicidas altamente peligrosos, algunos de los cuales han sido prohibidos en Europa debido a sus efectos cancerígenos (ATSDR, 2024).

Según datos de SAGARPA (2013), en México se generaron alrededor de 50 millones de envases vacíos de plaguicidas, equivalentes a aproximadamente 6 020 t. De los cuales el 85% son de plástico, el 14% de metal y solo el 1% de papel. Lamentablemente, varios de estos envases vacíos son desechados como basura común, sin que los agricultores utilicen los equipos de protección adecuados al manipularlos. Esta práctica expone a los agricultores a inhalar o absorber los residuos químicos, lo cual puede ocasionar graves problemas de salud a largo plazo.

Según el compendio de orientaciones de la OMS y otras organizaciones de las Naciones Unidas sobre salud y medio ambiente, reportaron que entre 2000 y 2020 se registraron más de 1 000 incidentes a nivel mundial relacionados con sustancias químicas, afectando a más de 1.85 millones de personas (CIED, 2018). Se estima que cada año 2 millones de personas mueren debido a alguna de las más de 200 enfermedades transmitidas por alimentos, desde diarrea hasta cáncer, representando el 25% de todas las patologías existentes (OMS, 2020). Ante esta problemática surge la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores y la salud del productor al llevar a cabo la actividad agrícola.

En este sentido, existe la corriente de pensamiento voluntarista basada en la identificación de futuros posibles, elegir el más conveniente y construirlo desde el presente. Es decir, para la prospectiva, el futuro lo construyen los actores sociales desde el presente y ocurre en la medida en que se preparó por medio de acciones precisas (Mojica, 2010). El objetivo de esta investigación fue identificar los factores de cambio que involucran nuevos fenómenos relacionados con el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) y las variables estratégicas que caracterizan al sistema de producción en el municipio de Cotaxtla, Veracruz.

## Materiales y métodos

Se utilizó una metodología de tipo prospectiva, la cual se basa en normas, valores o estrategias que permiten dilucidar el proceso de construcción del futuro (Miklos y Tello, 2012). La unidad de análisis principal fue el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz. La prospectiva estratégica es de tipo mixta (cualitativa y cuantitativa) y fue desarrollada a través de los siguientes talleres: 1) taller de factores de cambio: con la participación de 30 productores de papaya se exploraron los puntos críticos que permiten reconocer las condiciones del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.); y 2) taller de variables estratégicas: clasificadas en función de la influencia que ejercen o que reciben unas variables sobre otras, considerando la red de relaciones descrita por la matriz de análisis estructural MicMac, que consiste en elevar la matriz de análisis estructural a una potencia de valores sucesivos (Godet, 2007). Este análisis se llevó a cabo en las siguientes fases.

### Etapa 1. Identificación de variables

En esta etapa participaron 25 productores, quienes mediante una reflexión colectiva hicieron una lista homogénea de variables internas y externas que caracterizan el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.), atendiendo a la pregunta siguiente: ¿cuáles son los factores económicos, tecnológicos, sociales y ambientales que condicionan la evolución del cultivo de papaya en el municipio de Cotaxtla, Veracruz? De esta forma, se obtuvo una lista de factores que permitieron establecer la diferencia entre las variables internas y externas, las cuales son las que caracterizan el subsistema objeto del estudio y las que constituyen su contexto, respectivamente (Riquelme *et al.*, 2019).

### Etapa 2. Descripción de las relaciones existentes entre las variables

El análisis estructural permite identificar las relaciones entre variables a través de una tabla de dos entradas llamada matriz de análisis estructural. Los productores 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 fue negativa, su valor es 0, en el caso contrario, al preguntarse si esta relación de influencia directa es débil, se asigna un valor de 1; mediana y fuerte, 2 y 3, respectivamente. Este procedimiento no sólo permite evitar errores, sino también ordenar y clasificar las ideas creando un lenguaje común en el seno del grupo de productores. Además, permite, en la mayoría de los casos, redefinir ciertas variables y por consiguiente, afinar el análisis del sistema (Godet y Durance, 2011).

### Etapa 3. Identificación las variables estratégicas

Se empleó el software de análisis estructural Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement (MicMac) el cual es una multiplicación matricial aplicada a una clasificación, como herramienta para organizar la reflexión colectiva. Esta 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 que permite confirmar la importancia de ciertas variables y revelar otras; que debido a sus acciones indirectas no se manifestaban 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. Los resultados en términos de influencia y de dependencia de cada variable se representan sobre un plano cartesiano, en el cual, el eje de abscisas corresponde a la dependencia y el eje de ordenadas a la motricidad e influencia. Este permitió determinar los factores más influyentes y los más dependientes. Las variables estratégicas o clave son, finalmente, las que contengan las calificaciones más altas de influencia y dependencia.

## Resultados y discusión

### Identificación de variables

Los expertos productores en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) con capacidad de tomar decisiones en el municipio de Cotaxtla, Veracruz, eligieron 44 factores de cambio divididos en cuatro dimensiones (Cuadro 1, 2, 3, 4 y 5).

**Cuadro 1. Factores de cambio de la dimensión económica.**

Fenómenos económicos					
1	Competitividad (calidad y precios)	6	Comercialización (intermediarios)	11	Variedades cultivadas
2	Mercado destino de la producción	7	Costos del transporte	12	Precio de insumos (agroquímicos)
3	Producción (rendimiento t ha <sup>-1</sup> )	8	Precio de venta	13	Origen de la semilla
4	Costos de producción en (campo)	9	Terreno propio o rentado	14	Asesoría técnica (solicitan o reciben)
5	Diversificación (subproductos de venta)	10	Subsidios para la producción	15	Capacitación
				16	Maquinaria

**Cuadro 2. Factores de cambio de la dimensión social.**

Fenómenos sociales					
17	Educación (básica, media y superior)	20	Responsabilidad social (distribuidoras de agroquímicos)	24	Falta de personal de trabajo en campo
18	Cultura ambiental	21	Equidad de género	25	Campañas publicitarias en redes sociales
19	Bienestar social (generada por la actividad agrícola)	22	Migración	26	Organización de productores
		23	Edad del productor		

**Cuadro 3. Factores de cambio de la dimensión ambiental.**

Fenómenos ambientales					
27	Cambio climático	31	Fuente de abastecimiento de agua para consumo humano	35	Análisis de agua de las purificadoras

Fenómenos ambientales					
28	Degradación del suelo	32	Manejo del agua de riego	36	Análisis de suelo y agua
29	Agricultura orgánica	33	Aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA)	37	Centros de acopio
30	Contaminación del suelo, agua y aire	34	Manejo de residuos peligrosos (envases de agroquímicos)		

**Cuadro 4. Factores de cambio de la dimensión tecnológica.**

Fenómenos tecnológicos							
38	I + D + I + TT	40	Equipo para la aplicación de agroquímicos	42	Tecnologías emergentes	44	Infraestructura para investigación (campo experimental)
39	Vías de comunicación	41	Agricultura de precisión	43	Adopción de tecnologías		

Como resultado de la reflexión colectiva que realizaron los productores a través de la priorización de los factores de cambio; considerando la eficiencia, rentabilidad y sustentabilidad de la producción; se obtuvieron las 25 variables estratégicas más relevantes e importantes que condicionan el futuro del cultivo, junto con la abreviatura utilizada en la matriz para su análisis (Cuadro 5). Estas representan a los fenómenos sociales, económicos, ambientales y tecnológicos del entorno del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz

**Cuadro 5. Variables más relevantes e importantes del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Cotaxtla, Veracruz, con su abreviatura utilizada en la matriz.**

Factores de cambio		Abreviatura	Factores de cambio		Abreviatura
1	Competitividad	Competenci	14	Origen de la semilla	Orig-Semil
2	Capacitación	Capacitación	15	Agricultura orgánica	Agric-Orga
3	Cambio climático	Camb-Clima	16	Manejo del agua de riego	Manj-Aguri
4	Degradación del suelo	Degr-Suelo	17	Buenas prácticas agrícolas	B-P-A
5	Contaminación	Contaminac	18	Mercado destino	Merc-Dest
6	Manejo de residuos peligrosos	MAN-REC-PE	19	Precio de insumos	Prec-Insu
7	Equipamiento para agroquímicos	Equiagrqui	20	Asesoría técnica	Ases-Tecni
8	Agricultura de precisión	Agric-Prec	21	Equidad de género	Equi-Gener
9	Subsidios para la producción	Subs-Produ	22	Migración	Migración
10	Precio de venta	Prec-Venta	23	I+D+I+T+T	I+D
11	Cultura ambiental	Cult-Ambie	24	Vías de comunicación	(Vias-Comun)
12	Producción	Producción	25	Comercialización	Comerciali
13	Costos de producción	Cost-Prod			

### Descripción de las relaciones existentes entre las variables

Se obtuvo una matriz de doble entrada que muestra las calificaciones asignadas por los productores bajo el criterio de la pregunta ¿existe una relación de influencia directa entre la variable *i* y la variable *j*? (Figura 1).

Figura 1. Matriz de calificaciones asignadas por los productores para los factores de cambio. Valores: respuestas negativas (0), influencia directa: débil (1); mediana (2); y fuerte (3).

	1 : COMPETENCI	2 : CAPACITACI	3 : CAMB-CLIMA	4 : DEGR-SUELO	5 : CONTAMINAC	6 : MAN-REC-PE	7 : EQUIAGRQUI	8 : AGRIC-PREC	9 : SUBS-PRODU	10 : PREC-VENTA	11 : CULT-AMBIE	12 : PRODUCCIÓN	13 : COST-PROD	14 : ORIG-SEMIL	15 : AGRIC-ORGA	16 : MANJ-AGURI	17 : B-P-A	18 : MERC-DEST	19 : PREC-INSU	20 : ASES-TECNI	21 : EQUI-GENER	22 : MIGRACIÓN	23 : I+D+I+TT	24 : VIAS-COMUN	25 : COMERZIALI	
1 : COMPETENCI	0	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1	1	2	3	3		
2 : CAPACITACI	3	0	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	1	3	3	2	1	2	2	2	
3 : CAMB-CLIMA	2	2	0	3	2	3	1	2	1	2	3	3	1	1	3	2	3	1	1	2	1	1	3	2	2	
4 : DEGR-SUELO	3	3	3	0	3	3	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	0	1	3	1	1	2	1	1	1	
5 : CONTAMINAC	3	3	2	3	0	3	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2	1	2	3	1	1	3	2	1	
6 : MAN-REC-PE	3	2	3	3	3	0	3	3	2	2	3	1	2	2	3	2	3	1	1	3	0	0	2	1	1	
7 : EQUIAGRQUI	2	3	1	1	2	3	0	2	2	2	2	2	2	1	2	3	1	2	3	1	0	3	1	1	1	
8 : AGRIC-PREC	3	3	2	2	3	2	0	2	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	0	3	3	2	
9 : SUBS-PRODU	3	3	1	2	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0	1	2	1	2	
10 : PREC-VENTA	3	2	2	2	2	2	1	1	0	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	0	1	2	2	3	3	
11 : CULT-AMBIE	2	3	3	3	3	2	2	2	1	0	2	1	2	3	3	3	2	2	1	2	1	1	2	1	1	
12 : PRODUCCIÓN	3	3	3	3	2	1	2	2	2	2	0	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1	1	2	2	3
13 : COST-PROD	3	3	1	2	2	2	2	2	2	3	1	3	0	2	1	2	2	3	3	3	0	1	2	2	2	
14 : ORIG-SEMIL	3	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	2	0	3	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	3	
15 : AGRIC-ORGA	3	3	3	2	3	1	3	2	2	3	3	1	3	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	
16 : MANJ-AGURI	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	0	3	1	1	2	1	1	2	2	1	
17 : B-P-A	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	0	2	2	2	0	1	2	2	2	
18 : MERC-DEST	2	1	1	0	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	1	2	0	2	2	1	0	2	2	2	2	
19 : PREC-INSU	3	3	1	1	2	1	2	2	3	1	3	3	2	2	1	2	2	0	2	0	0	0	2	2	2	
20 : ASES-TECNI	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	1	2	1	
21 : EQUI-GENER	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	
22 : MIGRACIÓN	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	2	2	1	
23 : I+D+I+TT	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	0	2	2	
24 : VIAS-COMUN	3	2	2	1	2	1	1	3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0	2	
25 : COMERZIALI	3	2	2	1	1	1	1	2	2	3	1	3	2	3	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	0	

© UFSOR-EPITA-MICMAC

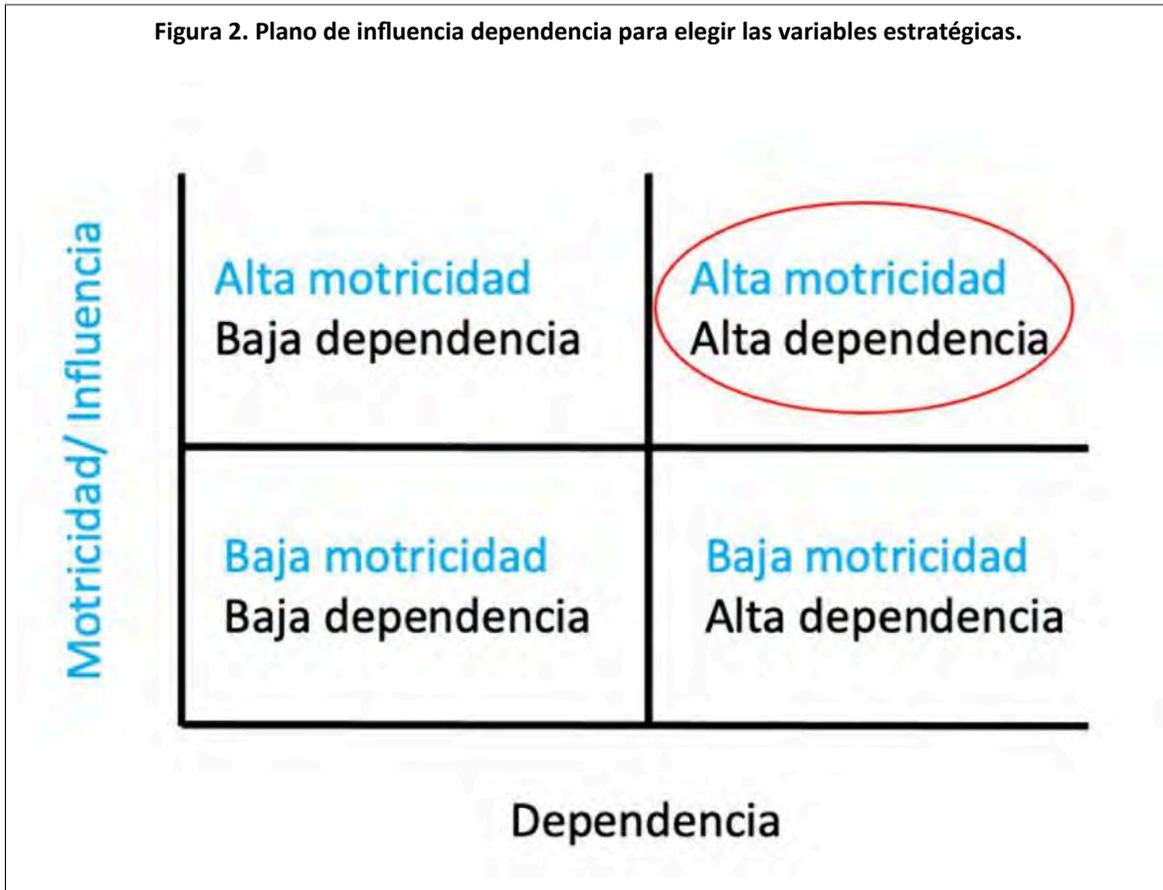
El llenado de la matriz en general es cualitativo, pero puede ser cuantificado. Con base en la pregunta ¿existe una relación de influencia directa entre la variable *i* y la variable *j*? y a sus posibles ponderaciones, se integraron cinco equipos y cada uno calificó su matriz de análisis estructural, finalmente se obtuvo un promedio y se obtuvo una calificación final cuyos valores van de 0 a 3 (Figura 1). De esta forma, se distinguen varias intensidades de las relaciones directas: ninguna (0), débiles (1), medias (2) y fuertes (3).

En el cumplimiento clásico, estas intensidades son registradas respectivamente por sus valores respectivos. De esta manera, se introduce cierta dinámica en el análisis estructural y a su vez contrastar la sensibilidad de algunos resultados en función de la intensidad de las relaciones consideradas (Echeverri, 2021).

### Identificación las variables estratégicas

Partiendo de la calificación de los 25 factores de cambio en la matriz de doble entrada (Figura 1), se utilizó el software MicMac para el análisis estructural mediante una clasificación directa e indirecta de las variables, llamada matriz de impacto cruzado, la cual se obtiene después de aumentar su potencia al comparar la jerarquía de las variables por orden de motricidad e influencia y por orden de dependencia (Sánchez et al., 2021).

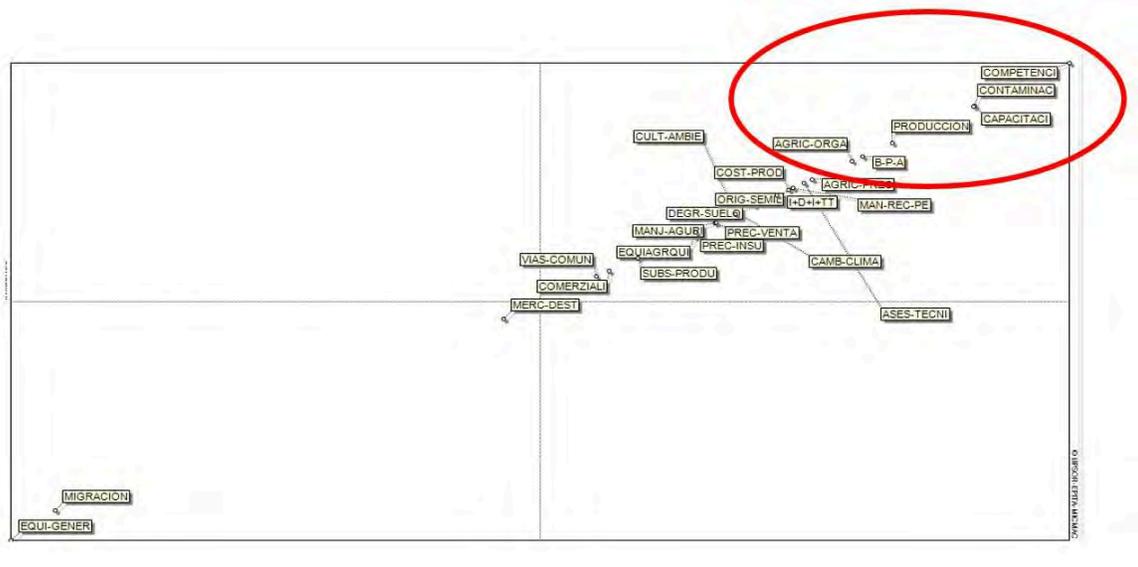
El objetivo del método MicMac es identificar las variables más influyentes y dependientes (Figura 2) del objeto de estudio. Se entiende que las variables motrices e influyentes son aquellas cuya evolución condiciona significativamente el cultivo, tanto que las variables dependientes son las más sensibles a la evolución de este (Menni *et al.*, 2021).



En este caso, las clasificaciones de la matriz en este análisis estructural señalan claramente la importancia de algunas variables, denominadas 'estratégicas' (fenómenos que se modifica en virtud de otros), con mayor motricidad y alta dependencia, se seleccionó un Pareto del 20 % de las 25 variables iniciales y se obtuvieron cinco variables estratégicas (Figura 3) para llevar a cabo la exploración del futuro del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz, las cuales son: competitividad, contaminación, capacitación, producción y buenas prácticas agrícolas.



**Figura 3. Resultados del análisis MicMac en la identificación de las variables estratégicas del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz**



Estas variables ejercen dependencia e influencia sobre otras, como: agricultura de precisión, incorporación de tecnologías emergentes, origen de la semilla y precio de venta. De acuerdo con Hernández y Hurtado (2020), las variables internas caracterizan el sistema objeto del estudio, en este caso; contaminación, costos de producción, degradación del suelo, cultura ambiental, origen de la semilla y producción. Según Bernal y Díaz (2020), una percepción positiva sobre la capacitación puede llevar a una mayor implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA), lo que contribuyó a minimizar el uso de agroquímicos y por ende, a reducir la contaminación del suelo y el agua.

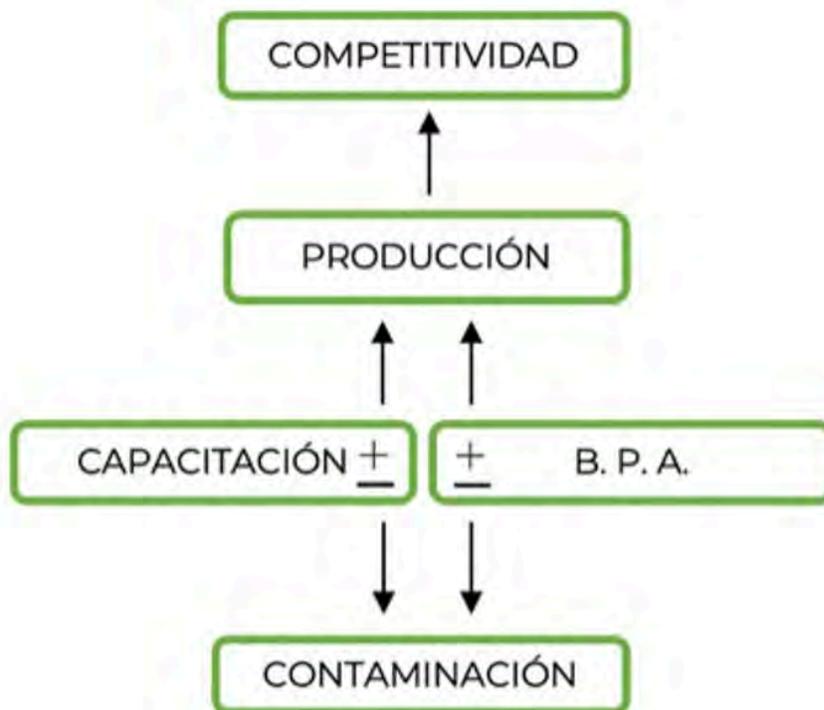
De acuerdo con González (2022), aquellos productores que reconocen la importancia de las BPA tienden a ser más proactivos en su adopción, lo que no solo mejora la calidad del cultivo, sino que también protege el medio ambiente, motivando a los agricultores a invertir en métodos de cultivo más sostenibles. La contaminación es una preocupación que puede ser percibida de diferentes maneras por los productores. Si los agricultores consideran que la contaminación es un riesgo significativo para su salud y la de sus comunidades, es más probable que busquen alternativas para mitigar este problema. De acuerdo Inquilla y Mamani (2024), esta percepción puede impulsar la implementación de prácticas que reduzcan la contaminación, como el uso responsable de agroquímicos y la gestión adecuada de residuos. Si los agricultores creen que pueden mejorar su producción y competitividad a través de prácticas sostenibles y responsables, estarán más motivados a implementar cambios que beneficien tanto su producción como el medio ambiente.

Por otro lado, las variables externas son aquellas que constituyen su contexto, tales como: competencia, capacitación, tecnologías emergentes, precio de venta, comercialización, cambio climático y equipo de protección para la aplicación de los agroquímicos, en el municipio de Cotaxtla, Veracruz Las variables externas ejercen mayor influencia y ofrecen una mayor explicación (determinantes principales del sistema); por otro lado, las variables internas son las más sensibles a ese contexto.

Las variables contextuales que no parecen ejercer una influencia sobre el sistema estudiado podrán dejarse de lado (Ochoa, 2023), en este caso; migración, equidad de género, vías de comunicación y mercado destino. Las variables estratégicas identificadas merecen leerse en un contexto sistémico conformado por ellas mismas (Figura 4), según las interrelaciones de causa y efecto, con el objetivo de respetar los principios de contextualidad y complejidad sobre los que reposa la prospectiva estratégica (Villegas, 2021). Esto es, a mayor capacitación en el manejo de los agroquímicos

(disposición adecuada de los envases vacíos o residuos peligrosos); y aplicación de buenas prácticas agrícolas, se mantendrá o incrementará una producción libre de contaminantes más competitiva en el mercado.

Figura 4. Sintaxis lógica de las variables estratégicas.



## Conclusiones

La percepción de los productores juega un papel crucial en el establecimiento de variables estratégicas que impactan el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz. Esta percepción influye en cómo los agricultores interpretan y responden a los desafíos y oportunidades que enfrenta su cultivo, lo que a su vez afecta la toma de decisiones que pueden reducir los riesgos de contaminación en el agroecosistema.

El análisis estructural identificó cinco variables estratégicas que define la exploración del futuro del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el municipio de Cotaxtla, Veracruz., las cuales son: capacitación, buenas prácticas agrícolas (BPA), contaminación, producción y competitividad. Las cuales, por su orden lógico definen que: a mayor capacitación en el manejo de los agroquímicos (disposición adecuada de los envases vacíos o residuos peligrosos) y aplicación de buenas prácticas agrícolas; se mantendrá o incrementará una producción libre de contaminantes más competitiva en el mercado. De estas variables, la capacitación es fundamental en el desarrollo de una agricultura sustentable, ya que los productores que valoran la formación continua están más dispuestos a adoptar nuevas técnicas y tecnologías que promuevan prácticas sostenibles.

## Bibliografía

- 1 ATSDR. 2024. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Glifosato (Glifosato-ToxFAQsTM). <https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es-tfacts214.pdf>.
- 2 Bernal, J. A. y Díaz, C. A. 2020. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. Editorial Agrosavia. Mosquera, Colombia. 379-282 pp. 10.21930/agrosavia.manual.7403831.
- 3 Cajamarca, D. I. C.; Godoy, M. M. P.; Escobar, C. P. C.; Matveev, L. A. V. y Cárdenas, M. L. V. 2020. Agroquímicos: enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. 13(3):1-20 <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/233>.
- 4 CIED. 2018. Centro de Investigación sobre Epidemiología de Desastres. Base de datos de eventos de emergencia (EM-DAT). <https://www.emdat.be/>.
- 5 Echeverri, H. E. Y. 2021. Análisis de variables estratégicas para la estimación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales para predios privados en zonas urbanas. Tesis de Maestría, Facultad Ciencias Económicas y Administrativas Medellín-Instituto Tecnológico Metropolitano Colombia. 49 p.
- 6 FAO. 2021. Evaluación mundial de la contaminación del suelo. Resumen para responsables de políticas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d7e39e77-e093-4325-ac97-88f3768491fb/content>.
- 7 Galaviz-Villa, I.; Landeros-Sánchez, C.; Castañeda-Chávez, M.; Lango-Reynoso, F.; Martínez-Dávila, J.; Pérez-Vázquez, A. and Nikolskii-Gavrilov, I. 2011. Presence of nitrates and nitrites in water for human consumption and their impact on public health in sugarcane-producing areas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13(3):381-388.
- 8 Godet, M. 2007. Prospectiva estratégica: problemas y métodos. Cuaderno de LIPSOR No. 20. 105 p. <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>.
- 9 Godet, M. y Durance, P. 2011. La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura, UNESCO/Dunod. 9-16 pp. <https://doi.org/10.3917/dunod.godet.2011.0>.
- 10 Hernández, C. G. y Hurtado, H. J. 2020. Análisis estructural prospectivo: variables clave para el desarrollo organizacional de fundación de acción social Cáritas. *Revista Empresarial*. 14(1):61-72.
- 11 Inquilla, M. J.; Apaza, T. J.; Inquilla, A. F. y Salas, A. D. 2024. Percepción de riesgo de salud humana y ambiental por el uso de plaguicidas en agricultores. *Revista de Salud Pública*. 50(1):1-10. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v50/1561-3127-rcsp-50-e15165.pdf>.
- 12 Miranda, N.; Sánchez, D. y Sicilia, K. 2022. Manejo de envases vacíos de agroquímicos en la producción de arroz en el Distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí. *Revista Semilla del Este*. 3(1):151-160.
- 13 Menni, M. F.; Santagni, A. G.; Masi, S. N. y Nievas, W. E. 2021. Prospectiva frutícola del Alto Valle del río Negro al 2035. Aplicación de la metodología MICMAC. EEA Alto Valle, INTA. 1-15 pp. <https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9733/inta-crpatagonianorte-eeaaltovalle-menni-mf-prospectiva-frut%3adcola-alto-valle-r%3ado-negro-al-2035.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
- 14 Miklos, I. R. T. y Tello, M. E. 2012. Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro. Fundación Javier Barros Sierra. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 70 p.
- 15 Mojica, F. J. 2010. Introducción a la prospectiva estratégica para la competitividad empresarial. Colombia, Universidad de Externado. 1-49 pp. <https://es.slideshare.net/slideshow/introduccion-a-la-prospectiva-estrategica-mojica-2010/60334780>.

- 16 Ochoa, F. B. 2023. Prospectiva de las relaciones campo-ciudad en los países andinos: identificación y análisis de las variables clave. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial* núm. 23:1-23 pp.
- 17 OMS, 2020. Organización Mundial de la Salud. Inocuidad de los alimentos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
- 18 Ortiz, I.; Ávila-Chávez, M. A. y Torres, L. G. 2014. Plaguicidas en México: usos, riesgos y marco regulatorio. *Revista Latinoamericana de Biotecnología y Ambiente*. 41(1):26-46. 10.7603/s40682-014-0003-9.
- 19 Riquelme, R. Y.; Sosa, G. M.; Urra, M. S. y Cordero, F. N. 2019. Análisis estructural prospectivo: un procedimiento metodológico para la instrucción de la asignatura Construcción de escenarios en la Universidad de Cienfuegos. *Conrado*. 15(1):144-150.
- 20 SAGARPA. 2019. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- 21 SAGARPA. 2013. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1<sup>er</sup> maratón de recolección de envases vacíos de agroquímicos y afines. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cquintanaroo/es/articulos/1er-maraton-derecoleccion-de-envases-vacios-de-agroquimicos-y-afines-2013>.
- 22 Sánchez, S. M. L. M.; Hernández, N. A. y Santos, P. O. 2021. Análisis estructural de la gestión de flujo de pacientes con coronavirus en Cuba. *Ingeniería industrial*. 42(3):29-41.
- 23 Valencia, S. K.; Duana, Á. D. y Hernández, G. T. J. 2017. Estudio del mercado de papaya mexicana: un análisis de su competitividad (2001-2015). *Suma de negocios*. 8(18):131-139. 10.1016/j.sumneg.2017.10.002.
- 24 Villegas, V. A.; Platas, R. D.; Gallardo, L. F. y López, R. G. 2021. Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria azucarera en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(6):1325-1335.
- 25 Vinay-Soto, I.; Amaro-Espejo, I. A.; Zúñiga-Ruíz, P.; Galaviz-Villa, I. and Navarrete-Rodríguez, G. 2024. Physicochemical quality of underground water from agricultural influence. *Agro Productividad*. 17(2):129-134. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i2.2759>.



## Variables estratégicas MicMac para reducir la contaminación en el cultivo de papaya en Cotaxtla

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 February 2025
Date accepted: 01 May 2025
Publication date: 13 May 2025
Publication date: Apr-May 2025
Volume: 16
Issue: 3
Electronic Location Identifier: e3650
DOI: 10.29312/remexca.v16i3.3650

### Categories

Subject: Artículo

### Palabras clave:

#### Palabras clave:

*Carica papaya* L.  
productores de papaya  
reflexión colectiva  
residuo sólido peligroso.

### Counts

Figures: 4  
Tables: 5  
Equations: 0  
References: 25  
Pages: 0