



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
**CAMPUS VERACRUZ**  
POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA CADENA DE SUMINISTRO  
DE MALANGA (*Colocasia esculenta* L. Schott) EN VERACRUZ,  
MÉXICO**

**NOEMÍ VILLANUEVA DE LA CRUZ**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS**

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ

2019

La presente tesis, titulada: **Sistema de trazabilidad en la cadena de suministro de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) en Veracruz, México**, realizada por la alumna: **Noemí Villanueva de la Cruz**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS  
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA:



\_\_\_\_\_  
DRA. ALEJANDRA SOTO ESTRADA

CO-DIRECTOR DE TESIS:



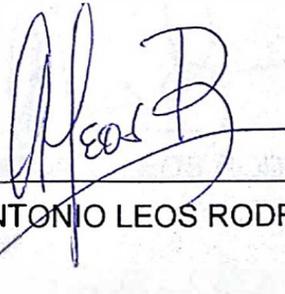
\_\_\_\_\_  
DR. EZEQUIEL ARVIZU BARRÓN

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DR. ALBERTO ASIAIN HOYOS

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DR. JUAN ANTONIO LEOS RODRÍGUEZ

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, México, 29 de mayo de 2019.

SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE MALANGA  
(*Colocasia esculenta* L. Schott) EN VERACRUZ, MÉXICO.

Noemí Villanueva de la Cruz, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

La malanga es un cultivo económicamente importante para el municipio de Actopan, Veracruz, debido a sus exportaciones a Estados Unidos de América (EUA) y Canadá, las cuales deben cumplir con la Ley de Modernización de Inocuidad Alimentaria (FSMA) que involucra la trazabilidad. En México no existe una regulación para implementar sistemas de trazabilidad en productos agrícolas, por esto, se realizó la presente investigación en el municipio de Actopan Veracruz, México en las localidades de Santa Rosa, Buenos Aires, La Esperanza, La Bocanita, El Diamante, Paso de Varas, Rancho Alegre, Rancho Balderas y Los Ídolos. Se diseñaron dos cuestionarios, uno para obtener información relacionada con el proceso de producción y otro con el de empaque de la malanga. Se entrevistó a 24 productores y ocho encargados de empacadoras. Se encontró que los productores cultivan la malanga desde hace ocho años, no cuentan con una época de siembra definida y cultivan la variedad Coco. Los fertilizantes y plaguicidas utilizados son de origen inorgánico, mayormente. No se realiza análisis de suelo, el riego es rodado (en surcos o melgas) y el ratón es la plaga principal. Cada productor realiza un convenio con alguna empacadora para que ésta realice la cosecha y posteriormente el proceso de empaque; en éste último, cada una utiliza distintos productos para desinfectar el cormo. Para el embalaje se utilizan pallets de madera; cada uno contiene, en promedio, 60 arpillas de 18 kg de malanga con un peso por cormo de 0.5 a 5 kg. La etiqueta de envío incluye el logotipo de “Hecho en México” y datos como la dirección de la empacadora, fecha de procesamiento, nombre y peso del producto. El transportista lleva consigo la Carta de Porte o una carta de entrega-recepción. Los importadores han devuelto cargamentos de malanga por no cumplir ésta con los estándares de calidad. En esta investigación se identificaron los eslabones y los actores involucrados en la cadena de suministro. Se propone un modelo de trazabilidad para la malanga que puede aplicarse a nivel nacional si se cumple con los requerimientos propuestos.

Palabras clave: eslabones, calidad, exportación, rastreabilidad, modelo.

TRACEABILITY SYSTEM IN THE SUPPLY CHAIN OF MALANGA (*Colocasia  
esculenta* L. Schott) IN VERACRUZ, MEXICO.

Noemí Villanueva de la Cruz, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

Taro is an economical import crop in Actopan, Veracruz because of its exports to United States of America and Canada, which must comply with the Law of Food Safety Modernization (FSMA) that involves traceability. In Mexico, there is no regulation to implement traceability systems for agricultural products; therefore, this research was conducted in Santa Rosa, Buenos Aires, La Esperanza, La Bocanita, El Diamante, Paso de Varas, Rancho Alegre, Rancho Balderas and Los Idolos, localities of the municipality of Actopan, Veracruz, Mexico. Two questionnaires were designed, one to obtain information related to the production process and the other to the packaging of the taro. Twenty four producers and eight packers were interviewed. It was found that the growers have been cultivate taro since eight years ago, do not have any specific planting season and grow the Coco variety. Used fertilizers and pesticides are inorganic in origin, mainly. No soil analysis is done, the irrigation system is by flooding (in furrows or borders) and the mouse is the main pest. Each producer makes an agreement with a packer, who carry out the harvest and then the packaging process; in each packinghouse, different products are used to corm disinfection. Wood pallets are used for packaging; each pallet contains 60 sacks of 18 kg of taro with a weight per corm between 0.5 to 5 kg. The shipping label includes the trademark "Made in Mexico" and some data such as packinghouse address, date of processing, name and weight of the product. The hauler holds the Bill of Lading or a deliver-reception letter. Importers have returned shiploads because of non-fulfillment quality standards. In this research, links and actors for the supply chain were identified. A model of traceability for taro is proposed and it can be adapted nationally if all the requirements are considered.

Keywords: links, quality, exportation, tracking, model.

Dedico es tesis a:

A mis padres: Heliodoro Villanueva Fiallo y a Vicenta de la Cruz López. He llegado a esta etapa gracias a ustedes, gracias por su paciencia y comprensión, porque a pesar de las dificultades y carencias han realizado el máximo esfuerzo por darme lo mejor, reconozco su esfuerzo por educarme y formarme, por los valores que siempre me han inculcado.

A mis hermanos: Abigail Villanueva de la Cruz y David Villanueva de la Cruz por sus ánimos y apoyo incondicional.

A mi familia de la Cruz López por el apoyo que siempre me han brindado a lo largo de mi vida.

A Osmar Espinosa Palomeque por todo el apoyo y cariño que me ha brindado.

Esta tesis se las dedico con mucho cariño a ustedes como un símbolo de gratitud.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca que me permitió realizar la Maestría en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales.

Al Colegio de Posgraduados, campus Veracruz, por brindarme la oportunidad de realizar mi programa de postgrado en Agroecosistemas Tropicales y a los catedráticos que fueron parte de mi formación académica, por los conocimientos teóricos y las experiencias vividas.

Al Consejo Particular: Dra. Alejandra Soto, Dr. Ezequiel Arvizu, Dr. Alberto Asiain y al Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez, por compartir sus conocimientos, pero sobre todo por brindarme la confianza para la culminación de mi programa.

A los productores y empresas empacadoras de malanga, por brindar su apoyo para la realización de esta tesis.

Al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) con sede en Bolivia por brindarme la oportunidad de realizar una estancia de investigación sobre los sistemas de trazabilidad.

Al Fondo sectorial CONACYT-SAGARPA y al Colegio de Posgraduados campus Veracruz, por el apoyo e información para llevar a cabo esta investigación a través del proyecto “Aprovechamiento de la diversidad genética y desarrollo de la tecnología sustentable de producción, beneficio y manejo de poscosecha de malanga”, con clave SAGARPA-2015-03-265427.

A la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento, “Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales del Trópico” por ser partícipe de ella.

A mis compañeros de generación “Primavera 2017” por el apoyo y hacer grata mi estancia en la institución.

# CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....</b>	<b>4</b>
2.1 Teoría del caos .....	4
2.2 Teoría de sistemas.....	4
2.3 Agroecosistema .....	5
2.4 Inocuidad.....	6
2.5 Cadena de suministro (CS).....	6
2.6 Trazabilidad/Rastreabilidad.....	8
<b>3. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>10</b>
3.1 Trazabilidad global de productos alimentarios .....	10
3.2 La importancia de la malanga en México .....	11
3.3 Sistemas de trazabilidad agropecuarios en México .....	13
<b>4. MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>16</b>
4.1 Regulación internacional y certificaciones.....	16
4.1.1 Organización Mundial de Comercio (OMC).....	16
4.1.2 Codex Alimentarius (Codex).....	16
4.1.3 La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).....	18
4.1.4 La Secretaría de Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF).....	18
4.1.5 Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN).....	19
4.1.6 ISO 22000 .....	19
4.1.7 Ley de la modernización de la inocuidad de los alimentos (FSMA) .....	20
4.1.8 Iniciativa de Trazabilidad de Productos (PTI, por sus siglas en inglés) .....	20
4.2 Regulación nacional y certificación. ....	20
4.2.1 Secretaría de Economía .....	21
4.2.2 Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) .....	22
4.2.3 México Calidad Suprema.....	22
4.2.4 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) .....	23
<b>5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
5.1 Pregunta de investigación .....	24
5.2 Objetivo general .....	24
5.3 Objetivos específicos .....	24
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>

6.1	Área de estudio .....	25
6.2	Identificación de la fuente de información .....	25
6.3	Descripción de los cuestionarios.....	26
6.4	Modelo de análisis de trazabilidad .....	26
6.5	Operacionalización de las variables de los objetivos específicos. ....	27
6.6	Análisis de los datos.....	28
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
7.1	Información de productores.....	28
7.1.1	Antecedentes del cultivo de malanga. ....	28
7.1.2	Origen y obtención de insumos .....	30
7.1.3	Establecimiento del cultivo (plantación).....	32
7.1.4	Control de plagas.....	33
7.1.5	Uso y manejo del agua .....	35
7.1.6	Cosecha .....	36
7.2	Información de encargados de las empacadoras.....	37
7.2.1	Proceso de empaque de la malanga para exportación.....	37
7.2.2	Recepción e ingreso de la materia prima (malanga) .....	37
7.2.3	Limpieza y selección de la malanga .....	39
7.2.4	Lavado, desinfección y secado.....	41
7.2.5	Selección del corno de malanga para su exportación. ....	42
7.2.6	Proceso de embalaje .....	43
7.2.7	Almacenamiento .....	45
7.2.8	Carga y salida de la malanga hacia su destino .....	45
<b>8.</b>	<b>MODELO DE TRAZABILIDAD PARA MALANGA .....</b>	<b>47</b>
8.1	Trazabilidad para el eslabón del productor .....	47
8.2	Trazabilidad para el eslabón de la empacadora.....	48
8.3	La inocuidad en la trazabilidad de malanga .....	48
8.4	Tecnología en la trazabilidad .....	49
8.5	Descripción del modelo de trazabilidad para la malanga .....	49
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>10.</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>54</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Agentes contaminantes presentes en alimentos que pueden dañar la salud del consumidor.....	6
Cuadro 2. Valor de la producción de los principales cultivos en el municipio de Actopan, Veracruz.....	13
Cuadro 3. Normas oficiales del Codex utilizadas en México para la exportación de productos agrícolas.....	18
Cuadro 4. Requerimientos de exportación de la malanga a EUA.....	20
Cuadro 5. Normas Oficiales Mexicanas que controlan la producción e inocuidad.....	21
Cuadro 6. Empacadoras localizadas en el municipio de Actopan, Veracruz. ....	26
Cuadro 7. Operacionalización del mapeo de la Cadena de Suministro. ....	27
Cuadro 8. Operacionalización de la identificación de los peligros de contaminación en la Cadena de Suministro. ....	28
Cuadro 9. Antecedentes del cultivo de malanga en Actopan, Veracruz. ....	29
Cuadro 10. Información relacionada con el control de plagas, uso y manejo del agua, y cosecha de malanga en Actopan, Veracruz. ....	34
Cuadro 11. Porcentaje de los registros de proveedores de malanga en Actopan, Veracruz.....	38
Cuadro 12. Características generales de la malanga y cantidad de ingreso a la empacadoras.....	38
Cuadro 13. Sustancias que utilizan para lavar los utensilios de limpieza de los cormos de malanga.....	41
Cuadro 14. Frecuencia de análisis microbiológico del agua en las empacadoras de malanga en Actopan, Veracruz.....	41
Cuadro 15. Sustancias que se utilizan para la desinfección del corno de malanga en Actopan, Veracruz. ....	42
Cuadro 16. Principales características del corno de malanga para exportación. ....	42

Cuadro 17. Información contenida en las etiquetas para la exportación de la malanga en Actopan, Veracruz.....	43
Cuadro 18. Porcentaje de malanga que se destina al mercado de exportación.....	45

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Modelo conceptual del agroecosistema (AES) de malanga.....	5
Figura 2. Modelo conceptual de la cadena de suministro agroalimentaria.....	7
Figura 3. Controladores de trazabilidad en la cadena de suministro.....	9
Figura 4. Estructura de la cadena de suministro de harina de trigo utilizada para el sistema de trazabilidad de la malanga. ....	10
Figura 5. Producción de la malanga en México en el periodo 2010 - 2017. ....	12
Figura 6. Exportación de <i>Colocasia esculenta</i> hacia Estados Unidos de América en el periodo 2012-2018.....	13
Figura 7. Ubicación de las localidades y empacadoras en el municipio de Actopan, Veracruz.....	25
Figura 8. Principales lugares de compra de los insumos para el cultivo de malanga en Veracruz. ....	30
Figura 9. Tipo de control de plagas en malanga que utilizan los productores en Actopan, Veracruz. M, actividad manual. NA, no aplica.....	31
Figura 10. Pudrición del tallo de malanga en Actopan, Veracruz. A, enfermo; B, sano. ....	35
Figura 11. Sistema de riego rodado para la producción de malanga en Actopan, Veracruz. A, en surcos; B, en melgas. ....	36
Figura 12. Proceso de empaque de la malanga en Actopan, Veracruz. A, area de descarga; B, limpieza; C, lavado y desinfección; D, selección; E, empalleteado; F, salida.....	39
Figura 13. Limpieza del corno de malanga. A, con peladora; B, con cuchillo; C, con cepillo.....	40
Figura 14. Mapeo de la Cadena de Suministro de la malanga en Veracruz, México.....	47
Figura 15. Registros que realiza el productor para efectos de trazabilidad.....	50
Figura 16. Sistema de trazabilidad propuesto para la cadena de suministro de malanga en Veracruz, México.....	52

## 1. INTRODUCCIÓN

La trazabilidad o rastreo se refiere a la metodología, que permite conocer la evolución histórica de la situación y trayectoria que ha seguido un producto o lote de productos a lo largo de la Cadena de Suministro (CS), desde el consumidor al productor (trazabilidad ascendente) o del productor al consumidor (trazabilidad descendente) (Briz y de Felipe, 2015; Foras *et al.*, 2015).

Desde el punto de vista regulatorio, la trazabilidad es un requisito limitado para garantizar que las empresas puedan identificar, al menos, al proveedor directo de un producto y al cliente inmediato, por lo que se debe recopilar información adicional en cada etapa de la CS para garantizar la disponibilidad de datos para el análisis y la optimización de la producción (Pizzuti *et al.*, 2012). Si existe algún problema de inocuidad se puede recurrir a un sistema de trazabilidad que incluya los procesos de la producción, empaque y distribución. Esto involucra ingredientes, procesos, pruebas y sus resultados, medio ambiente (temperatura, humedad, tiempo), recursos utilizados (personas, máquinas, cuchillos), métodos de transporte, entre otros (Schwägele, 2005).

Los sistemas de trazabilidad facilitan el rastreo destinado a mejorar la seguridad de los alimentos y su calidad. Estos sistemas ayudan a las empresas a aislar las fuentes proveedoras de riesgos y, por tanto, constituyen un medio eficaz de control de potenciales problemas derivados de la calidad de alimentos (Moltoni y Moltoni, 2015; Wang *et al.*, 2017).

Aunque la malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) se introdujo a México desde la época de la Colonia, fue hasta la década de los ochenta del Siglo XX que se introdujeron al país variedades mejoradas de Cuba, con fines de investigación (Olguín y Álvarez, 2011; Álvarez, 2013). Es un cultivo alternativo y exótico, conocido también como taro, dashen o ñame (USDA, 2015), con gran potencial para las zonas tropicales. México cuenta con las condiciones agroecológicas para la producción de malanga.

En México, de acuerdo con el SIAP, en el periodo 2010 - 2016, el estado de Veracruz fue el principal productor de malanga con 3 423 ha sembradas, 2 101 ha cosechadas, una producción de 32 216 t y un rendimiento de 56 t<sup>ha</sup>. En el año 2017, el estado de

Nayarit inicia la producción de malanga con 102 ha sembradas y cosechadas, una producción de 3 924 t y un rendimiento de 38.47 t<sup>ha</sup>. De acuerdo con otras investigaciones existe producción en los estados de Oaxaca, Tabasco (Ruiz *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2011; CP, 2018) y Chiapas (Mazariegos *et al.*, 2017) pero no hay registros de producción en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

La malanga producida en México se exporta, es para el mercado de exportación de Canadá y Estados Unidos de América. En las importaciones del año 2016 ocupó el segundo (15 060 167 pesos) y sexto lugar (1 863 624 pesos) según el valor monetario, en estos países, respectivamente (López *et al.*, 2018).

En el año 2017, EUA ha importado malanga de Ecuador, México, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, China, Fiji, entre otros. En 2017, Ecuador fue el primer proveedor con un volumen de 21 538 t, seguido de México con 17 346 t (UN COMTRADE, 2017).

El acuerdo comercial que más impacto ha tenido en la economía mexicana es el Tratado de Libre Comercio en América del Norte TLCAN (ahora Tratado de México, Estados Unidos de América y Canadá-TMEC) porque incluye una amplia gama de productos agropecuarios que deben cumplir con las reglas arancelarias y no arancelarias que disponen EUA y Canadá. Por lo anterior, han surgido una serie de barreras técnicas al comercio que limitan las exportaciones (Avendaño *et al.*, 2006). La exportación de productos agropecuarios hacia los EUA, deben de cumplir con ciertos requisitos para su ingreso debido que a que existen posibles riesgos de contaminación biológica, química y física, que pueden ocurrir en cualquier eslabón de la cadena de suministro y que provocan Enfermedades Transmisibles por Alimentos (ETA). Además de los anterior, en EUA, desde 1997 existe una iniciativa gubernamental de la inocuidad alimentaria para productos frescos, con el fin de garantizar que los alimentos de importación o producidos dentro de ese país sean seguros para el consumidor (McNamara, 2000).

México está sujeto a esta iniciativa que requiere de un sistema de trazabilidad de los productos; sin embargo, aún no se cuentan con éstos sistemas. A falta de éstos, para exportar animales, sus productos y subproductos, y productos químicos, farmacéuticos, biológicos o alimenticios para uso o consumo animal, el país importador requiere de un Certificado Zoosanitario de Exportación (CZE). Por ejemplo, para la exportación de la

papaya se requiere de un Certificado Fitosanitario Internacional (CFI) (SENASICA, 2017). Para exportar otros productos como el aguacate, mango, limón persa, guayaba, carambola, higo, entre otros, se toma como base los planes de trabajo para exportación de productos agrícolas (SENASICA, 2016d).

El Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) es el organismo que se encarga de autorizar los CZE, CFI y planes de trabajo; sin embargo, no están sujetos a una Norma Oficial donde se aplique la trazabilidad, excepto en ganado bovino y la miel de abeja. Para éstos últimos se aplica la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-000-ZOO-2011. Sistema Nacional de Identificación Animal para Bovinos y Colmenas.

Al igual que otros productos agrícolas, en México no se cuenta con un sistema de trazabilidad o rastreabilidad oficial para la malanga; por lo que esto es un área de oportunidad debido a la importancia de las exportaciones.

Al implementar un sistema de trazabilidad se requiere de la participación de los involucrados, así como una serie de programas de educación, formación de programas y talleres que ayuden a la implementación del sistema (Liao *et al.*, 2011) en el eslabón de producción, principalmente, que es donde los agricultores realizan el registro de los insumos que aplican y las actividades que realizan en el cultivo para que el sistema de trazabilidad no se vea estancado o quede como un proyecto que vaya hacia el fracaso.

## **2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

Para este apartado se realizó una revisión bibliográfica de las teorías y de los conceptos involucrados en la presente investigación; los cuales se describen y analizan a continuación.

### **2.1 Teoría del caos**

El uso de la teoría del caos aporta una base para describir e interpretar las interacciones dinámicas involucradas en la determinación de la estrategia a usar por los gerentes de operaciones y cadenas de suministro (Ramírez y Peña, 2011).

Con base en esta teoría, la trazabilidad de la malanga debe considerarse en varios eslabones de la cadena de suministro y no solamente en el eslabón de producción; esto a fin de tener un enfoque interdisciplinario para poder describir e interpretar las interacciones y a la vez tratar con las instituciones gubernamentales las problemáticas que existen con el comercio de productos agrícolas.

### **2.2 Teoría de sistemas**

Ludwing von Bertalanffy dice que la Teoría General de Sistemas (TGS) debería constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, y ser al mismo tiempo, un instrumento básico para la formación y preparación de científicos. (Bertalanffy, 1976 citado por Arnold y Osorio, 1998)

Dentro de los tres modelos que menciona la TGS, el metamodelo sistémico es el más conocido debido a su esquema input-output (Arnold y Osorio, 1998), refiriéndose éste a la entrada y salida de datos de cada eslabón de la cadena. Además, en cada eslabón de la cadena debe de existir comunicación hacia atrás (trazabilidad descendente) y hacia adelante (trazabilidad ascendente).

En la presente investigación se integra, según la TGS las ciencias naturales y sociales. En las primeras se involucra a la producción y la Ley de Modernización de la Inocuidad Alimentaria (FSMA por sus siglas en inglés), mientras que en la segunda se involucran a los consumidores.

### 2.3 Agroecosistema

El Agroecosistema (AES) es un modelo conceptual que representa la realidad agrícola (Casanova-Pérez *et al.*, 2015) visto de forma sistémica (Hoy,2015) en donde existe un controlador (Troyo-Diéguez *et al.*, 2006; casanova *et al.*,2015; Gliessman,2007; casanova *et al.*, 2016) para obtener productos y servicios (Odum citado por Vilaboa) donde la interacción de los sistemas normativos, económicos y tecnológicos (Martínez y Bustillo-García, 2010) promueven ciertos niveles de sustentabilidad social, económica, política, tecnológica y ecológica (Ruiz-Rosado, 2006). Por lo tanto, según León (2009), los límites sociales, económicos o políticos de un agroecosistema son difusos.

Para esta investigación, el agroecosistema de malanga se concibe como un sistema de producción con enfoque de cadenas que se ve afectado por otros cultivos, por las decisiones del controlador (agricultor) y que pasa por un proceso que se relaciona con el mercado local, nacional y exterior que demandan este producto en fresco; por lo que se relaciona desde la adquisición de los insumos (entradas) hasta el consumidor según la demanda (Figura 1).

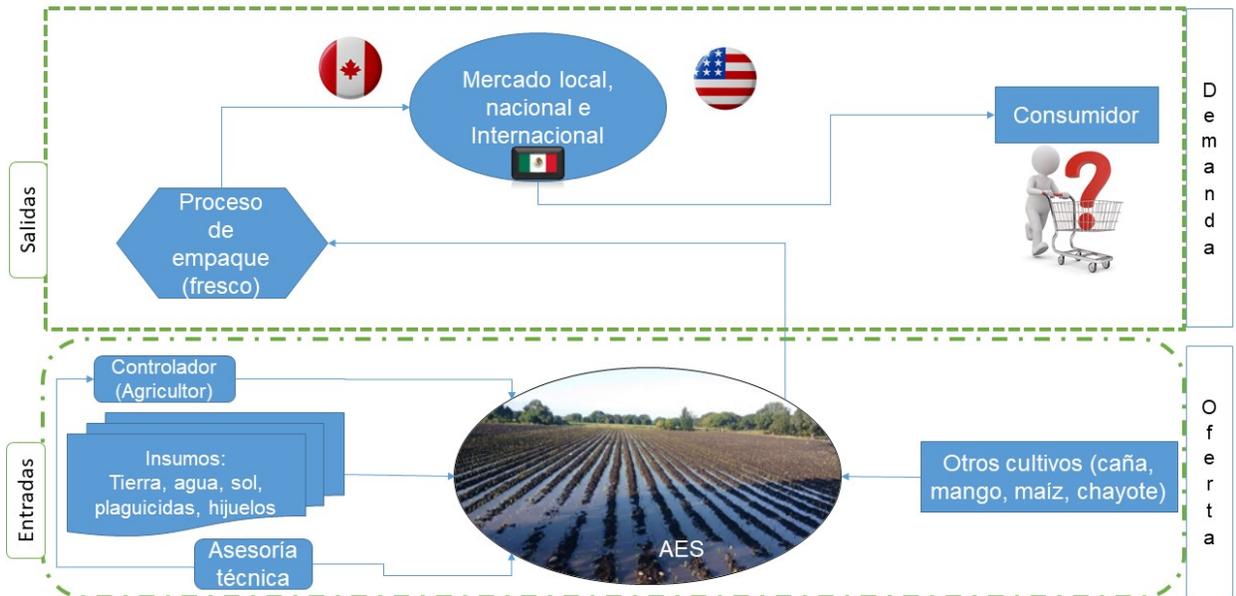


Figura 1. Modelo conceptual del agroecosistema (AES) de malanga.

## 2.4 Inocuidad

La inocuidad se define como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que una vez ingeridos no representan un riesgo para la salud (Tafur, 2009).

La población cada vez está interesada en consumir alimentos libres de patógenos. A pesar de que se han desarrollado metodologías para obtener alimentos más seguros para el consumo, persisten los riesgos microbiológicos, lo cual provoca enfermedades de transmisión por alimentos (ETA) (Fuente y Barboza, 2010).

Un alimento inocuo es aquel que está libre de agentes contaminantes (microbiológicos, químicos y físicos) que puedan dañar la salud de los consumidores de manera inmediata o en el mediano y largo plazo (Fuente y Barboza, 2010; Aguilar *et al.*, 2013; Miranda, 2015; SENASICA, 2016). Los agentes pueden ser biológicos, químicos y físicos (Cuadro 1) y pueden causar efectos nocivos para la salud y estar presentes en un determinado alimento o grupo de alimentos.

Cuadro 1. Agentes contaminantes presentes en alimentos que pueden dañar la salud del consumidor.

Biológicos	Químicos	Físicos
Bacterias	Aditivos alimentarios	Limaduras de metales
Parásitos	Residuos de plaguicidas	Vidrio
Virus	Residuos de medicamentos veterinarios	Joyas
Priones	Contaminantes ambientales	Piedras
	Contaminantes químicos del envasado	Astillas de hueso
	Hongos	
	Alérgenos	

Fuente: OIRSA, 2017.

Estos agentes contaminantes están presentes en la cadena de suministro, por lo que se hace complejo desarrollar un sistema de trazabilidad en los alimentos (Cao *et al.*, 2017).

## 2.5 Cadena de suministro (CS)

La cadena de suministro o Supply Chain Management (SCM por sus siglas en inglés) está formada por todas aquellas partes que involucran de manera directa o indirecta la

satisfacción del cliente (Chopra y Meindl, 2008; King y Venturini, 2005). Por lo tanto, la cadena se origina con el proveedor de las materias primas hasta la satisfacción del cliente final (Sablón-Cossío *et al.*, 2013; Vianchá, 2014; SAGARPA, 2010).

En una CS, las empresas vinculadas verticalmente colaboran para colocar sus productos en un mercado. No obstante, en estas cadenas pueden identificarse más de un proceso (venta en fresco y transformación en varias modalidades), que operan ya sea paralelo o secuencialmente en el tiempo (Trienekens *et al.*, 2012).

La gestión de la CS se debe ejecutar correctamente para garantizar la satisfacción de los clientes y el éxito de la empresa, ya que la importancia de la cadena radica en que engloba aquellas actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el suministro de materias primas, la fabricación y la distribución, hasta el usuario final. Esto incluye la selección, compra, programación de producción, procesamiento de órdenes, control de inventarios, transportación, almacenamiento y servicio al cliente (Tsolakis, *et al.*, 2014) (Figura 2).

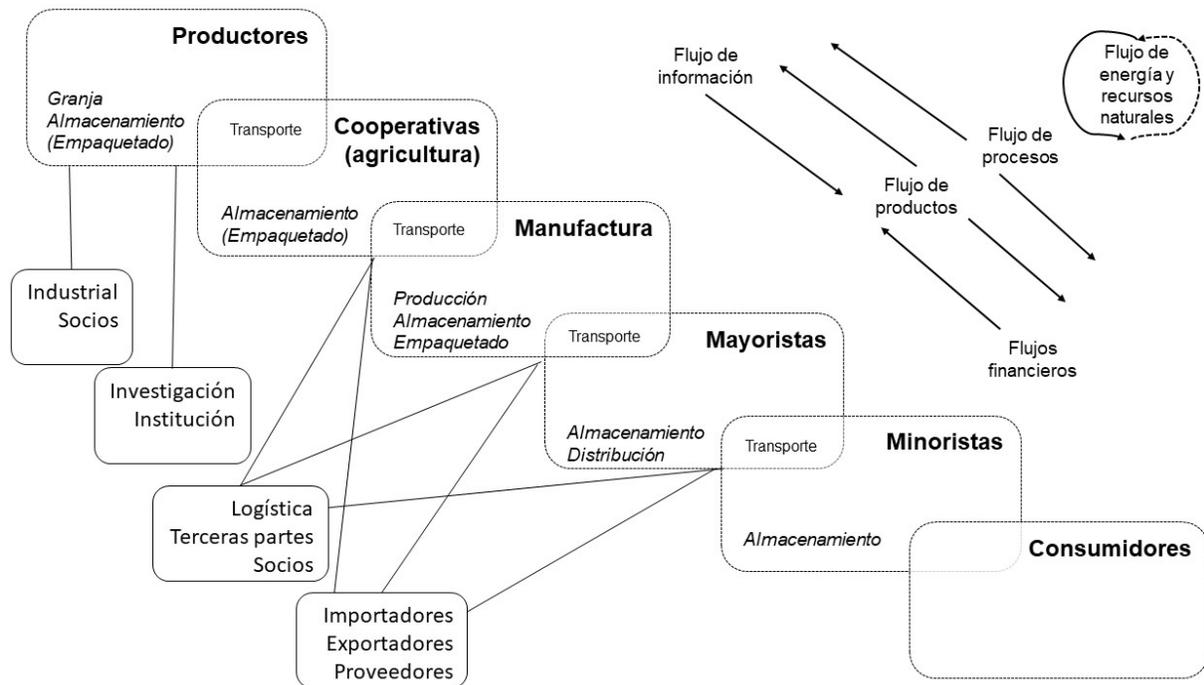


Figura 2. Modelo conceptual de la cadena de suministro agroalimentaria.

## **2.6 Trazabilidad/Rastreabilidad**

El concepto de trazabilidad, aplicado a los productos agroalimentarios, tuvo cambios importantes, principalmente en el periodo 1988 - 2012. Por ejemplo, Olsen y Borit (2013) realizaron una comparación de los conceptos y encontraron que aquellos más usados son el de la FAO (en el Codex Alimentarius), el Reglamento de la Unión Europea (UE), y las normas ISO 22005, 9000 y 8402. Además, estos autores señalan que el concepto de trazabilidad más antiguo es aquel que describió Moe en 1988.

Los conceptos de trazabilidad de la FAO y del Reglamento involucran, por separado etapas y procesos de la CS, lo cuales se mencionan en los párrafos siguientes.

Según la FAO (2015), la rastreabilidad o rastreo de los productos es la capacidad para seguir el desplazamiento de un alimento a través de una o varias etapas especificadas de su producción, transformación y distribución.

De acuerdo con el Reglamento de la Unión Europea, en el Artículo 18°, la trazabilidad son aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un proceso o lote de productos a lo largo de la CS en un momento dado, a través de herramientas determinadas. (CE, 2002).

Otros autores han realizado definiciones propias que dependen del objetivo de cada investigación. Para el caso del cultivo de malanga, uno de los conceptos aplicables es el de Briz y de Felipe (2015), quienes refieren a la trazabilidad o rastreo cómo a la metodología que permite conocer la evolución histórica de la situación y trayectoria que ha seguido un producto o lote de productos a lo largo de la Cadena de Suministro (CS) desde el consumidor al productor (trazabilidad ascendente) o del productor al consumidor (trazabilidad descendente) (Briz y de Felipe, 2015; Foras et al., 2015).

Hay una serie de factores de motivación o controladores para el seguimiento en la cadena de suministro de alimentos. Estos controladores imponen la trazabilidad como una herramienta para responder las preguntas de “quién (actor / producto), qué (información del actor / producto), cuándo (tiempo), dónde (ubicación) y por qué (causa

/ razones) "con respecto a la seguridad alimentaria, calidad y visibilidad (Aung y Chang, 2014) (Figura 3).

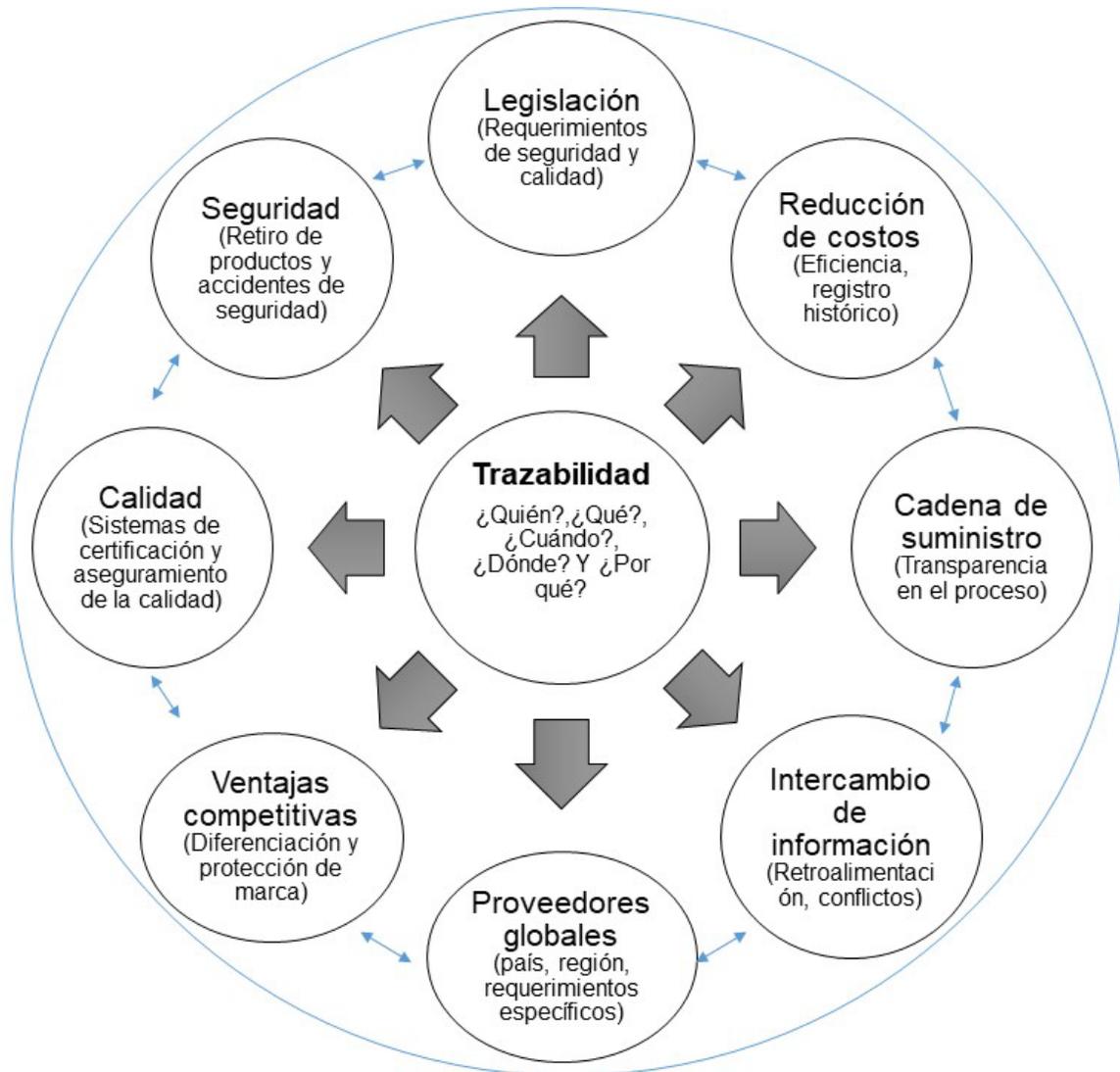


Figura 3. Controladores de trazabilidad en la cadena de suministro.

La trazabilidad de los alimentos forma parte de la gestión logística que involucra actividades para capturar, almacenar y transmitir información adecuada sobre un alimento, animal o sustancia que se produce, a fin de que en cada eslabón de la CS de alimentos, el producto pueda ser revisado para la seguridad y el control de calidad mediante la trazabilidad ascendente (trazabilidad hacia adelante), y trazabilidad descendente (rastreo hacia atrás) en cualquier momento (Bosona y Gebresenbet, 2013).

En esta investigación se diseñó un modelo de trazabilidad utilizando la estructura de la cadena de suministro de Quian *et al.*, (2017) (Figura 4) y el modelo de trazabilidad por lotes (Pizzutti *et al.*,2012; Olsen y Borit, 2018) para el cultivo de malanga.

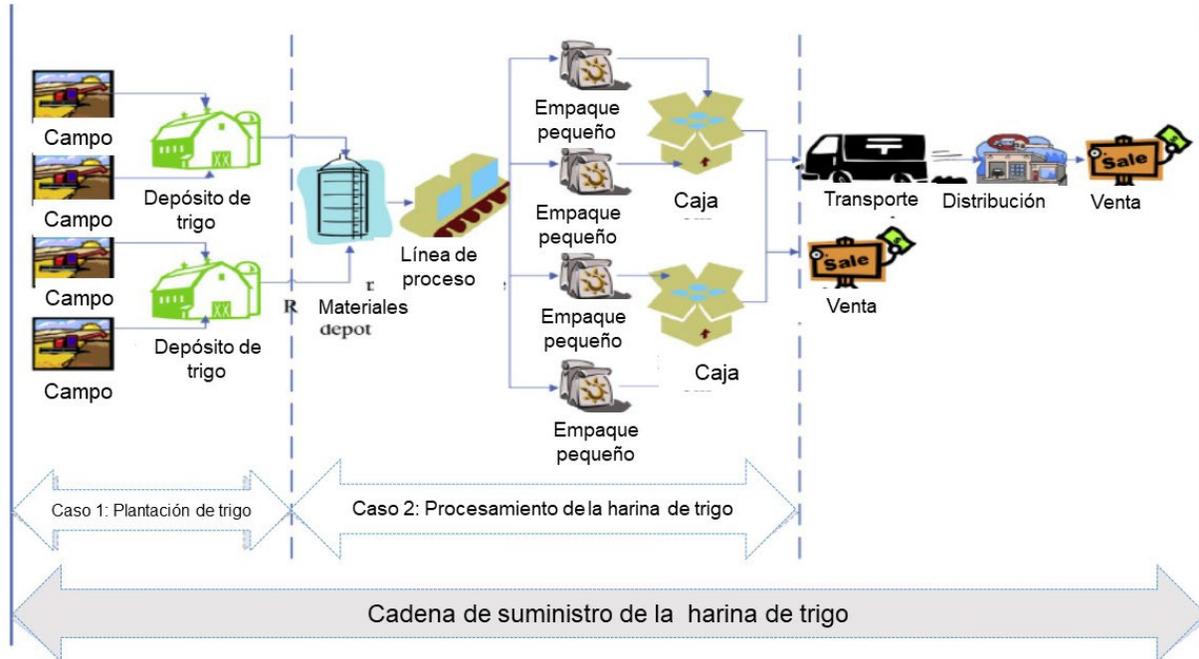


Figura 4. Estructura de la cadena de suministro de harina de trigo utilizada para el sistema de trazabilidad de la malanga.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 Trazabilidad global de productos alimentarios

Charlebois *et al.* (2014) realizaron una comparación de la regulación de los sistemas de trazabilidad en alimentos de 21 países y encontraron que Japón y algunos países de la Unión Europea tuvieron una clasificación “superior”, EUA y Canadá una clasificación “promedio”, China se encuentra con una clasificación “pobre”.

En Japón, los sistemas de trazabilidad de los alimentos se clasifican en sistemas obligatorios (regidos por leyes) y sistemas voluntarios (de certificación). En este país, la carne de ganado bovino y el arroz son sistemas obligatorios, mientras que otros productos se fomentan de manera voluntaria (Jin y Zhou, 2014).

En España se realizó un estudio de caso mediante la implementación de un sistema de trazabilidad a una empresa comercializadora de vegetales congelados. Se observó que al implementar el sistema, la empresa mejoró el inventario y tuvo un control de los productos enviados a cada uno de sus clientes (Alfaro y Rábade, 2009). Un sistema de trazabilidad no necesariamente involucra la calidad (Rincón *et al.*, 2017) pero ésta se puede implementar e incluir al sistema; por ejemplo, en el caso de carne porcina en China, se utilizó información de trazabilidad básica para determinar la calidad del producto que los clientes demandan y se incluyó al sistema de trazabilidad (Wang *et al.*, 2017).

Contrario a lo anterior, en Alemania se evaluó los sistemas de trazabilidad en las cadenas de suministro de alimentos con 234 compañías; se encontró que los ejecutivos de los agronegocios ven a la trazabilidad como una carga burocrática en lugar de una valiosa herramienta para la gestión de la empresa (Heyder *et al.*, 2012).

En América Latina los sistemas de trazabilidad para los productos agropecuarios están en desarrollo o no se cuenta con ellos. Por ejemplo, Panamá carece de éstos sistemas en materia de bovinos de carne y leche para exportación, requisito indispensable de los países importadores (FAO, 2006). En Uruguay la trazabilidad se ha vuelto obligatoria a partir del 2006 para venta de ganado bovino, a través del sistema de Identificación y Registro Animal (SIRA), por lo que se ha creado un programa de carne natural certificada (IICA, 2009) para acceder a mercados de alto valor mediante estrictos procesos de trazabilidad y certificación. Brasil implantó el Sistema de Identificación y Certificación de Bovinos y Búfalos (SISBOV), en 2002, para garantizar la trazabilidad de la carne bovina y búfalos de exportación (Furquim *et al.*, 2016).

Para el caso de la malanga no se han encontrado con investigaciones enfocados a la trazabilidad.

### **3.2 La importancia de la malanga en México**

La malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) llegó a México en la época de la Colonia, pero fue hasta la década de los ochenta del Siglo XX que se importaron variedades mejoradas de Cuba, con fines de investigación (Olguín-Palacios y Álvarez-Ávila, 2011;

Álvarez-Ávila, 2013). La producción de malanga en México, ha ido creciendo del año 2010 al 2017, con disminuciones en el periodo 2013 – 2015 (Figura 5) (SIAP, 2018).

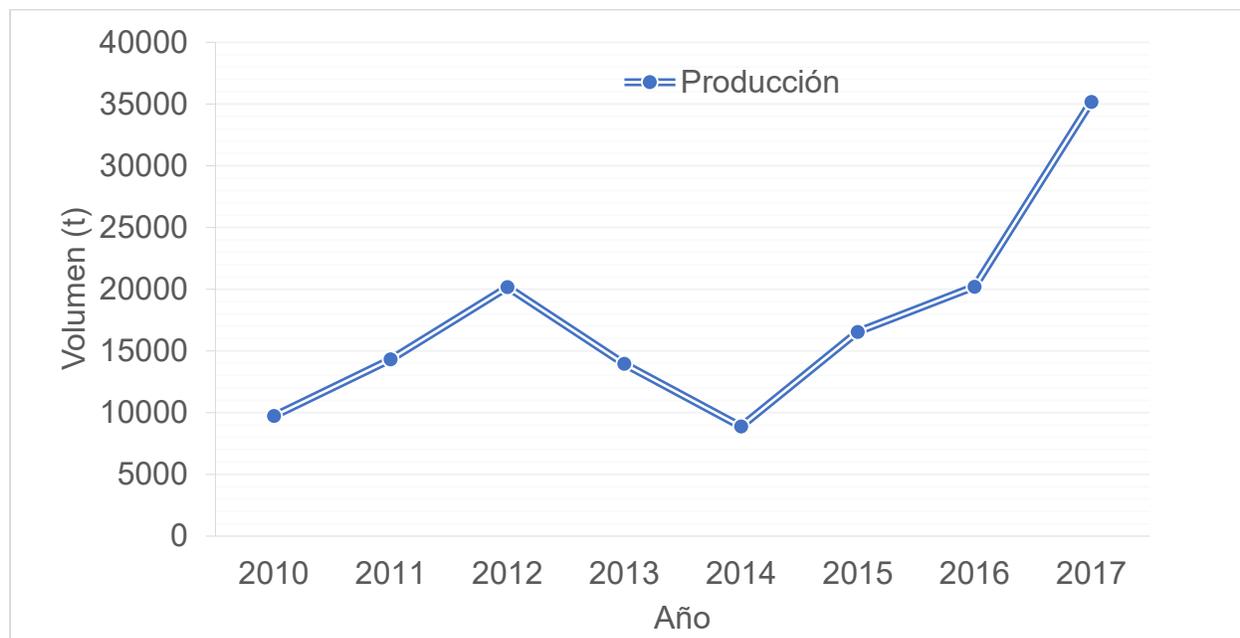


Figura 5. Producción de la malanga en México en el periodo 2010 - 2017.

En México, en el periodo 2010 - 2016, el estado de Veracruz fue el principal productor de malanga con 3 423 ha sembradas, 2 101 ha cosechadas, una producción de 32 216 t y un rendimiento de 56 t<sup>ha</sup>. En el año 2017 el estado de Nayarit inicia con la producción de malanga con 102 ha sembradas y cosechadas, una producción de 3 924 t y un rendimiento de 38.47 t<sup>ha</sup> (SIAP, 2017). De acuerdo con otras investigaciones existe producción en los estados de Oaxaca, Tabasco (Ruiz *et al.*, 2004; Rodríguez *et al.*, 2011; CP, 2018) y Chiapas (Mazariegos *et al.*, 2017) pero no existe registros de producción en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

De acuerdo con el SIAP, en el estado de Veracruz, existen diversos cultivos de importancia económica, donde destaca la producción de malanga, la cual se cultiva en los municipios de Actopan, La Antigua, Paso de ovejas, Puente Nacional, Ursulo Galván y Cotaxtla. Actopan.es el principal productor de malanga. El valor de la producción, en comparación con otros cultivos se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valor de la producción de los principales cultivos en el municipio de Actopan, Veracruz.

Cultivo	Valor de la producción (miles de pesos)
Caña de azúcar	\$341 811.80
Malanga	\$121 665.36
Chayote	\$ 79 349.03
Maíz grano	\$ 57 622.98
Mango	\$ 54 359.81

Fuente: SIAP, 2017.

La malanga producida en México se exporta principalmente a los mercados de Canadá y EUA (López *et al.*, 2018). La exportación de malanga se incrementó del año 2012 al 2018; sin embargo, en el año 2015 y 2016 tuvo una disminución (Figura 6) (SIAP, 2018; SIAVI, 2018).

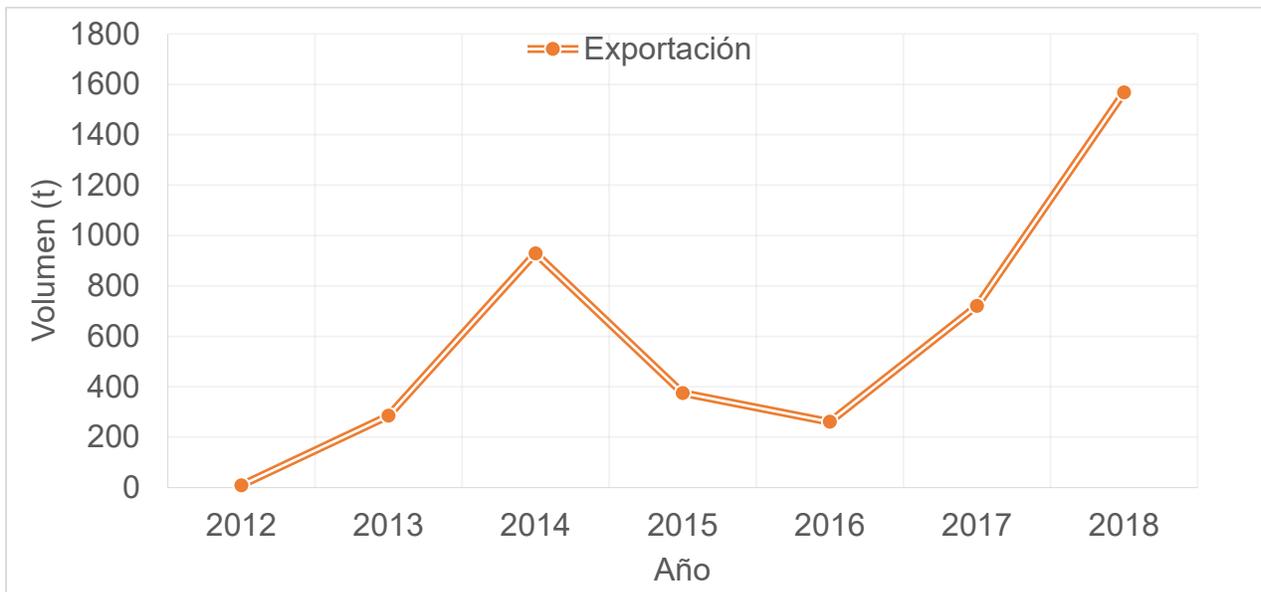


Figura 6. Exportación de *Colocasia esculenta* hacia Estados Unidos de América en el periodo 2012-2018.

### 3.3 Sistemas de trazabilidad agropecuarios en México

México ha adoptado estándares internacionales para homogeneizar los procesos de claves de identificación, sistemas preventivos o gestión de inocuidad y calidad en productos de exportación que incluyen la trazabilidad de los productos; éstos estándares

incluyen; Global System 1 (GS1), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), Global Food Safety Initiative (GFSI) y normas ISO; es importante mencionar que cumplen con los requerimientos de mercados como Japón, la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y América Latina. Internamente, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) implementó el Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) para obtener productos inocuos.

Los sistemas de trazabilidad más desarrollados en México son aquellos para productos pecuarios como los bovinos (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2013; SENASICA, 2016c) y la miel de abeja (SAGARPA, 2015). Existen otros productos de origen agrícola que para su exportación se rigen por medio de certificaciones (aguacate), protocolos de exportación (papaya) y planes de trabajo (el aguacate, la papaya, limón, mango, mandarina, toronja, higo, granada) dependiendo del mercado destino, que incluyen algunos aspectos de rastreabilidad. Aunque el aguacate es un producto importante de exportación, no existe un sistema de rastreabilidad nacional, sólo para la exportación (Coronado *et al.*, 2015); sin embargo, el sistema de certificación que se utiliza es privado y abarca en gran parte la trazabilidad. La rastreabilidad en la papaya está en proceso de desarrollo (SENASICA, 2017).

En el sector pecuario, la rastreabilidad de ganado bovino inició en el año 2003 a través del Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) mediante la colocación de aretes a los animales, según lo establece la norma PROY - NOM-000-ZOO-2011 (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2010). Para este tipo de ganado, la transferencia de tecnología ha tenido impacto en la trazabilidad mediante el uso del software denominado SITAGAN. No obstante, esta transferencia favorece a quienes tienen más de 50 cabezas de ganado. En consecuencia, los pequeños productores quedan fuera de estos proyectos que implementa el gobierno (Valdez-Gardea *et al.*, 2011).

La miel de abeja también se rige por la norma PROY-NOM-000-ZOO-2011, por lo cual a los apiarios (identificación de colmenas) se identifican conforme al SINIIGA. Según SAGARPA (2015), el SENASICA asigna una clave de identificación a cada figura

productiva que forma parte del Sistema Nacional de Identificación y Trazabilidad de la Miel.

La exportación de aguacate a EUA se rige por los planes de trabajo de exportación con el apoyo del sello “México Calidad Suprema”. El plan de trabajo de exportación, indica que los huertos y las empacadoras de aguacate deben registrarse ante el SENASICA para que éste les provea los códigos de identificación para la exportación. Para el uso del sello “México Calidad Suprema” se requiere el registro de información que ayuda a realizar la trazabilidad del fruto, ya que no cuenta con este sistema. La información básica requerida incluye datos del huerto de donde proviene el fruto, verificar la recepción del fruto, sellos en los empaques y cajas, instalación de cámara de refrigeración en la empacadora y datos de embarque.

En el 2017, debido a un brote asociado con *Salmonella kiambu* se inició el Protocolo de Actuación para la exportación de papaya a EUA, el cual consistió en ejecutar el SRRC con la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Para la implementación del sistema de trazabilidad, el SRRC requiere del registro de las fincas de producción y empacadoras ante el SENASICA para posteriormente obtener el Certificado Fitosanitario Internacional (CFI) correspondiente.

Para la exportación de mango de México a EUA, las huertas y empresas involucradas deben estar registradas en el plan de trabajo para tratamiento y certificación de mangos mexicanos, el cual indica en el apartado 5.3.9 que se debe llevar un sistema de rastreabilidad en el empaque para identificar los lotes que tengan rechazos de empaque en la empacadora o en la frontera. Las cajas podrán identificarse con el número del huerto para efectos de rastreabilidad. Además, se debe llevar el registro de los tratamientos poscosecha y el otorgamiento de entrada a EUA (formato PPQ 203). A pesar de que el mango está certificado bajo el SRRC, aún existen peligros de contaminación (Osuna-García y Nolasco-González, 2017), por lo que es necesario realizar estudios de eficiencias de los compuestos de desinfección del producto en fresco.

La cadena de suministro de hortalizas se caracteriza por una fragmentación de los eslabones y numerosos enlaces de intermediarios; esto hace que el sistema de

trazabilidad sea menos transparente y que la rastreabilidad del producto no sea la adecuada (Nieves *et al.*, 2011) por lo tanto, la trazabilidad requiere de la gestión de las actividades de granja y cadena de suministro, apoyados por el conocimiento y la tecnología adecuada.

## **4. MARCO NORMATIVO**

### **4.1 Regulación internacional y certificaciones**

#### **4.1.1 Organización Mundial de Comercio (OMC)**

La Organización Mundial de Comercio (OMC) se creó el 1 de enero de 1995 en Ginebra, Suiza; surgió de las negociaciones comerciales multilaterales que dieron lugar al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) de 1947. La OMC es esencialmente un lugar al que acuden los gobiernos Miembros para arreglar los problemas comerciales que tienen entre sí.

El GATT contiene los compromisos específicos y las concesiones de los Miembros de la organización en relación con el comercio de mercancías (incluidos los productos agrícolas y no agrícolas), el comercio de servicios y la contratación pública (OMC, 2015).

Uno de los acuerdos que interesa para esta investigación, es el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF), en donde existen tres instituciones de normalización denominadas “las tres hermanas”. Estas instituciones son: La Comisión del Codex Alimentarius (Codex) en materia de inocuidad de los alimentos, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en materia de salud animal y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) en materia de preservación de los vegetales. Para la evaluación de riesgo y la determinación del nivel adecuado de protección sanitaria y fitosanitaria, la metodología aplicada debe ser acorde con los lineamientos y metodología establecidos por dichas instituciones, cuyas funciones se describen a continuación.

#### **4.1.2 Codex Alimentarius (Codex)**

A inicios de los años sesenta, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconocieron la

importancia de formular normas alimentarias internacionales con objeto de proteger la salud pública y de reducir al mínimo la perturbación del comercio internacional de productos alimenticios.

El Codex, la FAO y la OMS, en sus funciones de apoyo, han proporcionado un punto de enfoque para la investigación científica alimentaria. La Comisión del Codex es un medio internacional importante para el intercambio de información científica relacionada con los alimentos, por lo que ha dado origen a cuatro órganos mixtos de expertos: El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), Reuniones conjuntas FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas (JMPR), Reuniones conjuntas FAO/OMS sobre Evaluación de Riesgos Microbiológicos (JEMRA) y Reuniones conjuntas de expertos FAO/OMS sobre nutrición (JEMNU). Las normas del Codex se publican y distribuye a todos los Estados Miembros y Miembros Asociados de la FAO y de la OMS y a las organizaciones internacionales interesadas.

Los Comités del Codex de asuntos generales, incluyen los de Etiquetado de los Alimentos; Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos; Residuos de Plaguicidas, Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos; Higiene de los Alimentos; Métodos de Análisis y Toma de Muestras; Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales y Sistemas de Inspección; y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos; éstos podrán establecer disposiciones generales sobre las cuestiones que derivan de su mandato (FAO, 2015).

Para el caso de la malanga, existe la norma internacional CODEX STAN 224-2001 que rige la calidad de las especies *Xanthosoma violaceum* Schott y *Xanthosoma sagittifolium* (L.) (FAO y OMS, 2007); sin embargo, para el género *Colocasia esculenta* L. aún no existe una norma internacional. En México, para efectos de exportación de algunos productos agrícolas, se utilizan cómo guía las normas internacionales que se indican en el Cuadro 3. Para la exportación *C. esculenta* no se cuenta con una norma específica.

Cuadro 3. Normas oficiales del Codex utilizadas en México para la exportación de productos agrícolas.

Norma	Nombre de la norma
CODEX STAN 153-1985	Norma para el maíz
CODEX STAN 182-1993	Norma para la piña
CODEX STAN 183-1993	Norma para la papaya
CODEX STAN 184-1993	Norma para el mango
CODEX STAN 185-1993	Norma para el nopal
CODEX STAN 186-1993	Norma para la tuna
CODEX STAN 196-1995	Norma para el lichi
CODEX STAN 197-1995	Norma para el aguacate
CODEX STAN 224-2001	Norma para el tiquisque

Fuente: FAO, 2015.

#### **4.1.3 La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)**

Esta organización ha elaborado manuales que están basados en normas internacionales, así como comisiones específicas para cada área vinculadas a la salud animal e inocuidad de los alimentos basados en las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF).

La metodología de análisis de riesgos se basa en la identificación de peligros, evaluación de riesgos, gestión de riesgos y comunicación de riesgos (OIRSA, 2017).

#### **4.1.4 La Secretaría de Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)**

El análisis de riesgo en cuestión fitosanitaria, se refiere a la probabilidad de entrada, establecimiento o propagación de una plaga y/o enfermedad y sus posibles consecuencias biológicas, económicas, sociales y políticas.

Las medidas fitosanitarias deben estar justificadas en las Normas y Análisis de riesgo de Plagas (ARP) y basadas en el acuerdo MSF. El ARP se utiliza para justificar y evaluar las medidas de protección que afectan el comercio, además de fomentar el intercambio de información para la gestión de riesgos y de la investigación. La metodología de análisis de riesgos se basa en la caracterización de la plaga, probabilidad de introducción, impacto económico y gestión de riesgos. Es por ello que es necesario conocer las plagas y enfermedades que afectan al cultivo que se comercializa con los diferentes países del orbe (OIRSA, 2017). Las principales plagas y enfermedades de la

malanga dependen del lugar donde se encuentre, en general es afectado por ácaros (*Rhizoglyphus*, *Ceratocystis*), mosca blanca (*Bemisia Tabaci*), nematodos (*M. incognita* y *M. arenaria*), pulgón (*Aphididae*), *Tarophagus spp.*, putrefacción de la raíz (*Pythium spp.*), mancha de la hoja (*Phyllostychta spp*), Virus del mosaico de la *Colocasia* (DMV), *Erwinia carotovora*, entre otras (IPGRI. 1999; MINAG, 2018).

#### **4.1.5 Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN)**

El TLCAN negociado hace ya 25 años con Estados Unidos de América, Canadá y México, el cual entro en vigor el 1 de enero de 1994 (DOF, 1993). Se ha detonado la formación de múltiples cadenas productivas que son fundamentales para la competitividad de América del Norte en los sectores Manufacturero y agroalimentario, así como para mantener el abasto de diversos productos de consumo prioritario en los mercados de los tres países. La Economía y el Comercio Mundial ha cambiado desde que entró en vigor el TLCAN por lo que en 2017, se ha iniciado renegociar este acuerdo trilateral, y con el afán de modernizar este tratado en 2018, ha cambiado el nombre a USMCA (*United States-Mexico-Canada Agreement por sus siglas en Inglés*) o T-MEC (Tratado de México, Estados Unidos y Canadá), de acuerdo a la Secretaría de Economía, será firmado en noviembre y posteriormente puesto a consideración de los Congresos (en México solo al Senado) y entrará en vigor a principios del 2019.

#### **4.1.6 ISO 22000**

ISO 22000 es una Norma creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO, siglas en inglés) que define los requisitos para los Sistemas de Gestión de la Seguridad Alimentaria. La Norma puede ser aplicada por cualquiera de las organizaciones implicadas en la cadena alimentaria, desde las granjas hasta las empresas que preparan alimentos, incluyendo las de procesado, envasado, transporte, almacenamiento, y comercio detallista (ISO, 2005). En México, el Comité Técnico de Normalización Nacional para la Industria Alimentaria NALI-10 de la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, S.C. (NORMEX), propone la adopción de la norma internacional ISO 22000 como Norma Mexicana. La cuál, en mayo del 2008 entró en vigor la NMXFCC-22000-NORMEX-IMNC-2007, requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.

#### 4.1.7 Ley de la modernización de la inocuidad de los alimentos (FSMA)

Estados Unidos de América está regida por la ley FSMA y la ley de bioterrorismo para la importación de productos agrícolas, los países exportadores deben cumplir con los requisitos estipulados, como la inocuidad, buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de manufactura, trazabilidad, etc. La trazabilidad es uno de los requisitos clave, que viene estipulada en las leyes, esta permite identificar la fuente previa y los receptores posteriores de los productos exportados. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de EUA (USDA, por sus siglas en inglés), las importaciones de malanga de cualquier parte del mundo requieren de permiso e inspección para su ingreso a este país (Cuadro 4).

Cuadro 4. Requerimientos de exportación de la malanga a EUA

Partes de la planta	Puerto de entrada	Sujeto a inspección
Cormo, hoja y tallo	Todos los puertos	Requerimientos generales a la importación 7CFR 319.56-3

Fuente: USDA, 2015.

#### 4.1.8 Iniciativa de Trazabilidad de Productos (PTI, por sus siglas en inglés)

Esta iniciativa tuvo origen debido a un brote de *E. coli* por consumo de espinaca fresca en los EUA en el año 2006, la cual tuvo un gran impacto económico. Es una iniciativa voluntaria creada en 2007 que hace más eficiente los procesos de trazabilidad e identificación de los productos frescos en la cadena (PTI, 2011) La PTI se basa en estándares GS1 y está alineada con todas las soluciones de trazabilidad para alimentos. De hecho, otras industrias de alimentos frescos están usando PTI como modelo para sus iniciativas de trazabilidad. Para el caso de la malanga el código es 10006107 y el nombre conocido es Taro.

#### 4.2 Regulación nacional y certificación.

En México existen 2 agencias principales que se encargan de la inocuidad de los alimentos frescos y procesados. Dichas agencias son responsabilidad de dos Secretarías de Estado: la Secretaría de Salud (SSA) y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Conforme a la Ley General de Salud, la SSA ejerce las atribuciones de regulación, control y fomento sanitario, a través de la Comisión Federal

para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), y la SADER se encarga de los aspectos de Inocuidad a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

La Red Nacional de Inteligencia Sanitaria de México tiene 16 Unidades Estatales de Inteligencia Sanitaria (UEIS) su objetivo es intercambiar información sobre temas sanitarios, a fin de coadyuvar las labores de vigilancia sanitaria vegetal y animal, movilización de mercancías reguladas por la SADER. (SENASICA, 2018a); además de que el SENASICA se ha incorporado a la Red de Genome TRakr para la identificación de patógenos (SENASICA, 2018b).

#### 4.2.1 Secretaría de Economía

En el contexto de los mercados mundiales se ha caracterizado por la innovación tecnológica y la intensificación de la competencia, la actividad normalizadora es un instrumento indispensable para la economía nacional y el comercio internacional. Las principales Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que controlan la producción e inocuidad en México se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Normas Oficiales Mexicanas que controlan la producción e inocuidad.

Norma Oficial Mexicana	Nombre de la norma
NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
NOM-144-SEMARNAT-2012	Medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías.
NOM-003-STPS-1999	Actividades agrícolas - Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes - Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Fuente: SINEC, 2018.

#### **4.2.2 Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)**

La COFEPRIS es un órgano administrativo y desconcentrado de la Secretaría de Salud, con autonomía administrativa, técnica y operativa y que tiene a su cargo el ejercicio de las atribuciones en materia de regulación, control y fomentos sanitarios de establecimientos de salud (DOF, 2004).

Las Normas Oficiales Mexicanas que controlan la producción e inocuidad de alimentos son la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994: Bienes y servicios, prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas; y la NOM-093-SSA1-1994: Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en los establecimientos fijos. Sin embargo, ante la continua presencia de enfermedades transmitidas por alimentos, el problema de la influenza AH1N1, el surgimiento de más patógenos emergentes como todas las *E. coli* entero hemorrágicas, la *E. coli* O157:H7 y la globalización en el suministro mundial de alimentos, ante esto, el Sistema Federal de Salud por medio de COFEPRIS, inició, consultó y decretó finalmente en diciembre del 2009, la NOM-251-SSA1-2009 Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, que entró en vigor oficial desde septiembre del 2010.

Para el caso de los agroquímicos que se deben utilizar en los cultivos agrícolas, estos deben estar autorizados, por lo cual deben contar con un registro ante la COFEPRIS (SENASICA, 2016b).

#### **4.2.3 México Calidad Suprema**

México Calidad Suprema (MCS) es una marca símbolo de calidad que asegura la inocuidad y sanidad de los productos agropecuarios y es propiedad del Gobierno Mexicano, cuyos co-titulares son la SADER y la Secretaría de Economía (SE).

Desde el 31 de mayo de 2011 se firmó un Convenio a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) para que México Calidad Suprema funja como Coadyuvante para la promoción, difusión y capacitación a

productores a nivel nacional para la aplicación del Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación con fines de certificación o Reconocimiento.

México Calidad Suprema para uso de la marca en los productos agrícolas ha elaborado pliego de condiciones para productos de exportación como el aguacate, ajo, chile, piña, café, mango, limón, entre otros.

#### **4.2.4 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)**

El SENASICA es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), que entre sus atribuciones está el prevenir la introducción al país de plagas y enfermedades que afecten nuestro sector agroalimentario, lo que realiza mediante el control sanitario de las importaciones, exportaciones, reexportaciones y tránsito de mercancías, todo esto sustentado en ordenamientos legales.

##### **4.2.4.1 Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC)**

Con fundamento en los artículos 7-A, 47-A, 47-C y 47-G, de la ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV), 114 y 115 del Reglamento de la LFSV y artículo 18 fracciones V, X, XI y XXIII del Reglamento interior del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, el SENASICA emite una circular dirigida a productores primarios de vegetales frescos para obtener una certificación en el Sistema de Reducción de Riesgos de contaminación a partir del 1 de agosto de 2017.

Este sistema son medidas y procedimientos establecidos por la SADER en Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables para garantizar que, durante la producción primaria de los vegetales se reduzcan los riesgos físicos, químicos y microbiológicos a través de las Buenas Prácticas Agrícolas. El SRRC es aún de carácter voluntario por lo que las empresas exportadoras no están obligadas a adoptarlo, sin embargo, varios estados como Michoacán, Colima, Baja California, Chiapas, Durango, Veracruz entre otros, han adoptado este sistema en sus diferentes modalidades.

Las modalidades en las cuales se puede certificar son: Área integral (AI); Área Buen Uso y Manejo de Agroquímicos (AB); Unidades de producción primaria de vegetales para consumo fresco (UP); así como las unidades de empaque para consumo en fresco (UE).

## **5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS**

### **5.1 Pregunta de investigación**

¿Cuál es la importancia de diseñar un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro de malanga producida en México?

### **5.2 Objetivo general**

Diseñar un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) en Veracruz, México.

### **5.3 Objetivos específicos**

1. Mapear los eslabones de la cadena de suministro de la malanga considerando los insumos de la producción, la producción, el empaque, el almacén y la distribución del producto en Veracruz.
2. Identificar los posibles peligros de contaminación en la cadena de suministro de malanga en el proceso de producción y empaque de la malanga en Veracruz.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Área de estudio

La investigación se realizó en el municipio de Actopan, Veracruz, México. Previamente se realizaron recorridos de campo para identificar las localidades productoras y las empacadoras de exportación de malanga (Figura 7). Las localidades identificadas fueron Santa Rosa, Buenos Aires, La Esperanza, La Bocanita, El Diamante, Paso de Varas, Rancho Alegre, Rancho Balderas y Los ídolos.

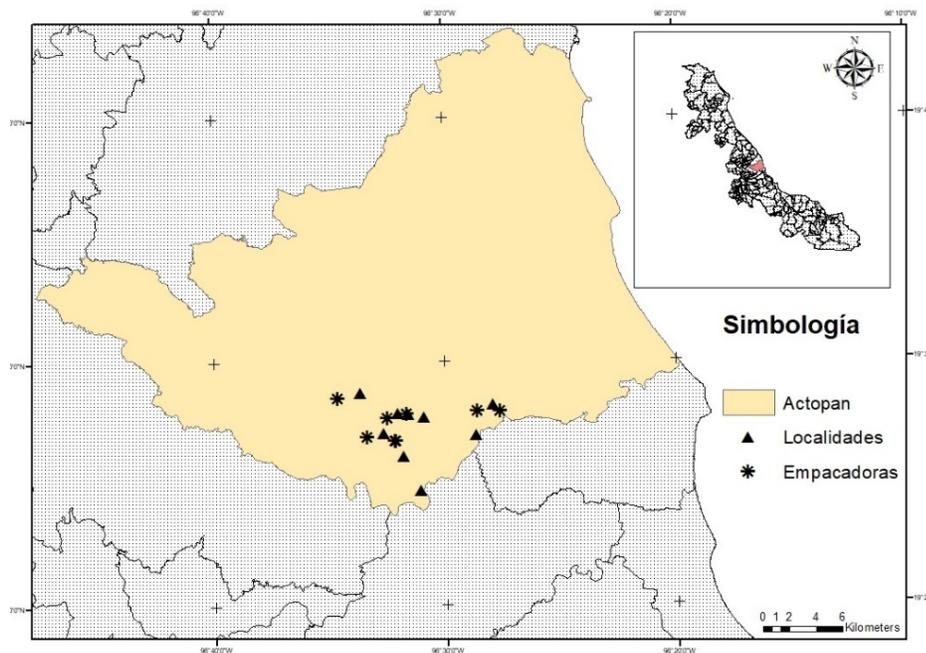


Figura 7. Ubicación de las localidades y empacadoras en el municipio de Actopan, Veracruz.

### 6.2 Identificación de la fuente de información

A través de un recorrido de campo se identificaron a los informantes clave (un productor y encargado de empacadora) quienes inicialmente apoyaron para identificar a los productores y a las empacadoras con sus respectivos encargados, mediante el método de muestreo no probabilístico, denominado bola de nieve. Con base en esto, se identificaron a 24 productores y 8 encargados de empacadoras. Los nombres de las empacadoras se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Empacadoras localizadas en el municipio de Actopan, Veracruz.

Nombre de la Localidad	Nombre de la empacadora
El Diamante	Rosatrano
El Diamante	El diamante
Paso de varas	Rancho María Machete I
Paso de varas	Rancho María Machete II
Santa Rosa	Productores de malanga
Santa Rosa	El remolino de Santa Rosa
Rancho Balderas	Los Morales
La Bocanita	Chuchito

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

### 6.3 Descripción de los cuestionarios.

Se diseñaron dos cuestionarios, uno para obtener información relacionada con el proceso de producción y otro con el empaque de la malanga en el municipio de Actopan, Veracruz.

El cuestionario para productores incluyó los antecedentes de siembra, plantación, fertilización, control de plagas, manejo y uso del agua, cosecha y generalidades (Anexo A).

La información incluida en el cuestionario para los encargados de las empacadoras estuvo relacionada con la recepción e ingreso de la malanga, limpieza y selección primaria, lavado, desinfección y secado, selección del corno para su exportación, proceso de empaque y empalletado, almacenamiento (cámara de frío), carga de la malanga al contenedor, salida de la mercancía hacia su destino y generalidades (Anexo B).

Para ajustar la estructura de los cuestionarios, previo a la aplicación de éstos, se realizó una prueba piloto a un productor y a un encargado de una empacadora. Posteriormente, mediante entrevistas, los cuestionarios se aplicaron a 24 productores y 8 encargados de empacadoras de malanga.

### 6.4 Modelo de análisis de trazabilidad

Para el sistema de trazabilidad de la malanga se utilizó la estructura de la cadena de suministro de Quian *et al.* (2017) (Figura 4) que consiste en dos casos; 1) Empresa

agrícola (Productor) y 2) Empresa de procesamiento (empacadora), además de un modelo de trazabilidad por lotes a lo largo de la cadena de suministro (Pizzutti *et al.*,2012; Olsen y Borit, 2018).

La identificación de peligros; se realizó mediante la identificación de los agentes biológicos, químicos y físicos que pueden causar efectos nocivos para la salud (FAO,2009), que se presentan en el proceso de producción y empaque de la malanga en Veracruz.

### 6.5 Operacionalización de las variables de los objetivos específicos.

Se realizó la operacionalización de los dos objetivos específicos (Cuadro 7 y 8) para el modelo de trazabilidad de malanga.

Cuadro 7. Operacionalización del mapeo de la Cadena de Suministro.

Objetivo específico	Variables	Indicador
Mapear la cadena de suministro de la malanga (insumos de la producción, empaque, transporte, almacén y distribución del producto hasta frontera).	Insumos en la producción de malanga	origen de los proveedores número de proveedores recepción de materia prima tamaño de lote e identificación
	Producción de malanga	número de trabajadores tamaño de lote e identificación número de clientes destino de la venta transporte
	Empaque de la malanga en fresco	origen de los proveedores número de proveedores tamaño de lote e identificación número de clientes destino de la venta
	Almacenamiento de la malanga en refrigeración	recepción de producto cuarto de refrigeración tamaño de lote e identificación clientes
	Distribución de la malanga	cantidad de malanga vendida  destino del producto transporte

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 8. Operacionalización de la identificación de los peligros de contaminación en la Cadena de Suministro.

Objetivos específico	Variables	Sub-variables	Indicadores
Identificar los posibles peligros de contaminación en la cadena de suministro de malanga en el proceso de producción y empaque de la malanga en Veracruz.	Producción de malanga	Identificación de peligro químico	Plaguicidas utilizados en el cultivo
		Identificación de peligro biológico	Frecuencia del análisis de suelo Frecuencia del análisis microbiológico al agua utilizada en el cultivo
	Empaque de la malanga en fresco	Identificación de peligro químico	Frecuencia del análisis de residuos de plaguicidas (cormo)
		Identificación de peligro biológico	Frecuencia del análisis microbiológicos en el cormo de malanga Frecuencia del análisis microbiológico al agua utilizada en el empaque

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## 6.6 Análisis de los datos

La información obtenida de las entrevistas realizadas a los productores y encargados de las empacadoras se procesó y analizó con el programa IBM SPSS Statistics 19 y el programa de Excel versión 2016. Mediante estadística descriptiva se elaboraron tablas de frecuencia, gráficas, promedios y porcentajes.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se describe y analiza la información obtenida de los eslabones de producción y de empaque.

### 7.1 Información de productores

#### 7.1.1 Antecedentes del cultivo de malanga.

En el Cuadro 9 se presenta la información referente a los antecedentes del cultivo. Del total de productores entrevistados (24); el 33% (8) tiene 8 años cultivando la malanga; el

8.3%(3) tiene como máximo 10 años y el 4.1%(1) tiene 4 meses (0.3 años). Las hectáreas sembradas fluctúan de 0.1 a 40, con un promedio de 5 ha sembradas por productor. Con respecto a la fecha de siembra, el 8.3% (2) de los productores tiene una fecha de siembra y el 91.7% (22) no la tiene, por lo que se guían por los meses de separación entre siembra debido a que la malanga se puede sembrar en cualquier época del año. Esta situación es similar en Cuba, donde la siembra se realiza todo el año, aunque se indica que la mejor época de es de noviembre a febrero (MINAG, 2018). Dentro de los productores que no tienen fecha de siembra, siete productores indicaron no recordar la fecha y el tiempo de separación entre siembras. El 50% (12) de los entrevistados siembra malanga en diferentes lotes y el otro 50% (12) en un solo lote, aunque no necesariamente la siembran en una misma fecha.

Cuadro 9. Antecedentes del cultivo de malanga en Actopan, Veracruz.

Número de productor	Años de cultivo	Superficie sembrada (ha)	Fecha* o tiempo de separación entre siembra
1	0.3	2	15 abril*
2	5	2	No tiene*
3	8	4	2 o 3 meses
4	8	7	3 meses
5	8	5	2 meses
6	8	3	18 mayo*
7	6	0.1	No tiene
8	8	2	2 meses
9	5	0.25	No tiene*
10	9	5	2 meses
11	4	40	0.25 meses
12	4	5	2 meses
13	4	1	No tiene*
14	4	2	0.5 meses
15	7	3	Un mes
16	8	1	No tiene*
17	10	5	3 meses
18	8	6	3 meses
19	8	6	2 meses
20	1	2	2 meses
21	10	10	3 meses
22	6	4	No tiene*
23	9	3	No tiene*
24	9	2	2 meses

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

### 7.1.2 Origen y obtención de insumos

La mayoría de los insumos que los productores utilizan para la fertilización y control de plagas del cultivo de malanga son productos inorgánicos. En este caso, los productos que se emplean son aquellos que están autorizados y registrados ante la COFEPRIS (SENASICA, 2016b)

Los fertilizantes y plaguicidas que se utilizan para el cultivo de la malanga los compran en establecimientos ubicados en las localidades o ciudades cercanas: La Esperanza, Santa Rosa, Actopan, Tamarindo y cd. Cardel que pertenecen al estado de Veracruz; también llegan a comprar en los estados de Puebla y Morelos. La Ciudad Cardel es el lugar más concurrido para la compra de los insumos (Figura 8).

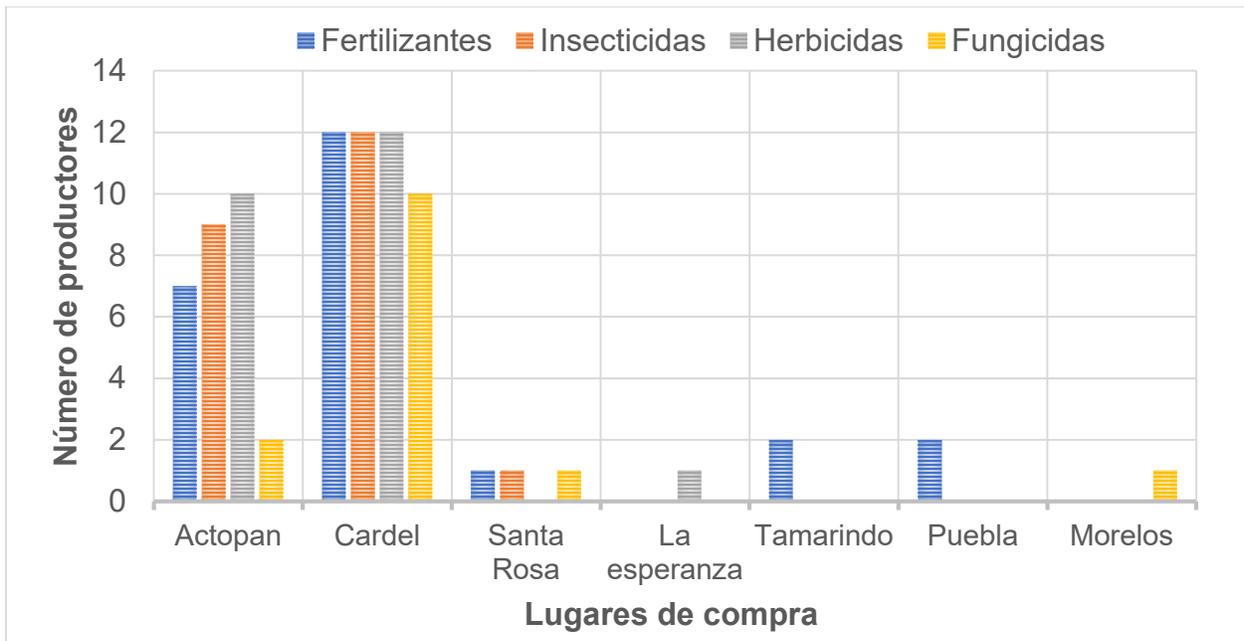


Figura 8. Principales lugares de compra de los insumos para el cultivo de malanga en Veracruz.

El 91.7% (22) de los productores utiliza fertilizantes químicos como la urea, el fosfato diamónico (DAP) y el triple 17. Sólo dos (8.3%) productores utilizan fertilizantes orgánicos como la lombricomposta con el propósito de mejorar el rendimiento. En relación con esto último, en Brasil, los rendimientos de malanga se han incrementado al utilizar fertilizantes orgánicos como composta a base de pollinaza (Heredia *et al.*, 2004). La lombricomposta se ha utilizado en otros cultivos con efectos variables; por ejemplo, en jitomate, ésta no

tuvo efecto en la producción (López *et al.*, 2015), mientras que en el alcatraz incrementó el número de hijuelos (Cruz-Castillo *et al.*, 2008).

En la Figura 9, se presenta el tipo de control de plagas que utilizan los productores. Se observa que los herbicidas son los más comunes para el control de malezas y resalta que el 70.8% (17) de los productores utiliza una combinación de herbicidas y actividades manuales. Estas prácticas de manejo son similares en el control de malezas en Venezuela, los productores realizan una combinación del control químico y manual para su control (Viloria y Córdova, 2008). Los productos más utilizados en el control de maleza para malanga en Actopan, Veracruz son el fluazifop-p-butyl (Fusilade o Fusiflex). Quienes no realizan ningún control de malezas, indicaron que es debido a que utilizan el sistema de riego rodado por melgas, con el cual se tiene una disminución de malezas.

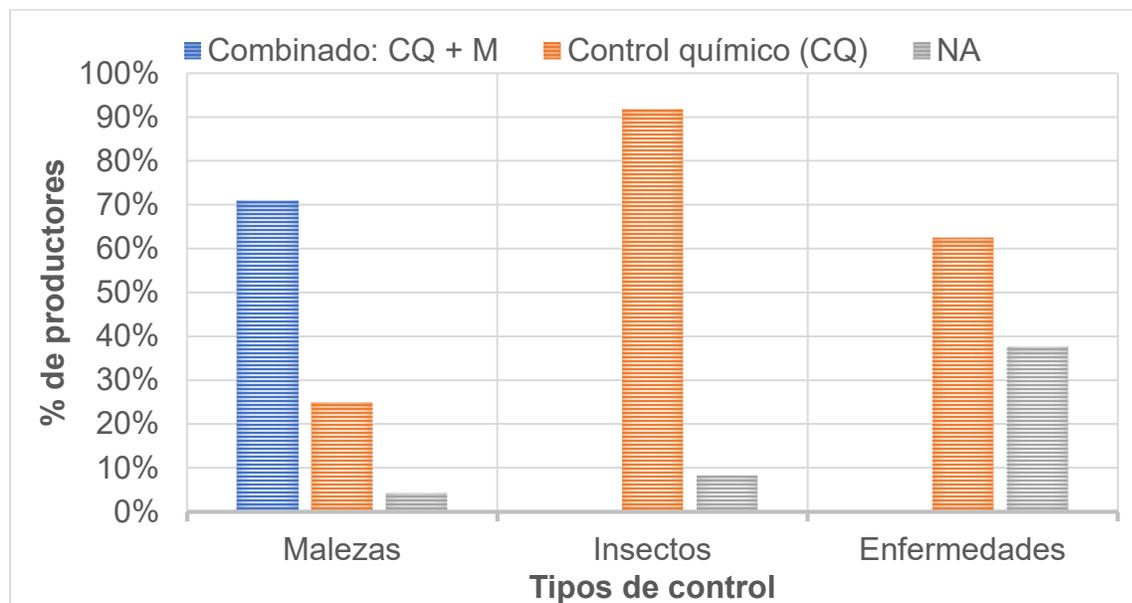


Figura 9. Tipo de control de plagas en malanga que utilizan los productores en Actopan, Veracruz. M, actividad manual. NA, no aplica.

Los productores utilizan el control químico para los insectos y las enfermedades, principalmente (Figura 6). La mayoría de los productores utilizan abamectina (Abacmetina) y monocrotofos (Lucadrin) para el control de ácaros e insectos y otros emplean tiametoxam+lambda cyalotrina (Engeo) para los insectos. El 62.5% (15) de los productores realiza el control de enfermedades a través de fungicidas, sin embargo, indicaron desconocer al organismo causal.

El 75% (18) de los productores entrevistados, mencionó que los hijuelos que utiliza para la siembra de malanga los obtiene de otros productores, el 16.7% (4) produce sus propios hijuelos y el 8.3% (2) realiza una combinación de los anteriores. Todos ellos vigilan que los hijuelos sean viables para la siembra.

El origen de los insumos y el registro de cada actividad en la producción primaria es indispensable en todos los cultivos (Galvez *et al.*, 2018); para la presente investigación, éstos son importantes y se deben de incluir para demostrar la trazabilidad hacia atrás (rastreadabilidad) de la malanga.

### **7.1.3 Establecimiento del cultivo (plantación).**

En el municipio de Actopan, la malanga se establece alrededor de otros cultivos, lo cual representa un problema para los productores de ésta debido a la incidencia de plagas (principalmente el ratón) que se movilizan de un cultivo a otro. El 91.7% (22) de los productores siembra malanga alrededor de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) y mango (*Mangifera indica* L), y el 8.3% (2) cercano a cultivos de Maracuyá y Guanabana. No obstante, esta situación permanecerá ya que cultivos como la caña de azúcar, la malanga, el chayote, el maíz en grano y el mango son productos agrícolas de importancia económica para este municipio (SIAP, 2018); sin embargo, el cultivo de la malanga y el chayote han ido en aumento debido a la reconversión productiva por el mango (Arce-Castro y Birke-Biewendt, 2017).

Con respecto a la variedad de malanga cultivada el 54.2% (13) de los productores no conoce la variedad que siembra y el 45.8% (11) indicó que cultiva la 'Coco'. Aun cuando la malanga se introdujo a México en la década de los setenta procedentes de Cuba (Olguín-Palacios y Álvarez-Ávila, 2011), no existe registro de variedades del género *Colocasia* (CP, 2018); por lo tanto, el nombre de la variedad que mencionan los productores, se fundamenta en la forma que tiene la base del cormo. Entonces, probablemente todos los productores utilizan la misma variedad ya que las empacadoras no han rechazado el producto por presentar características distintas. Algunos productores indicaron que han encontrado, ocasionalmente, cormos con color lila, los cuales destinan para el autoconsumo. Si bien, la malanga se introdujo de Cuba, en este país no se tiene registro de variedades, pero se tiene registrados nombres de algunos

clones comerciales del género *Colocasia*; los más comunes son Isleña blanca, México 3, Isleña mulata, Camerún 14, Rosada Habana (Rodríguez, 2006; MINAG, 2018).

La siembra de los hijuelos es de manera manual (100% de los productores); el 95.8% (23) de los productores no lleva un registro del origen de los hijuelos, mientras que el 4.2% (1) registra a quien le da (presta) dicho material vegetativo.

El 87.5% (21) de los productores no ha realizado análisis de suelo y el 12.5% (3) lo ha hecho hace más de un año debido a que anteriormente cultivaba caña de azúcar. Algunos autores indican que el análisis físico-químico de suelo es importante para conocer las deficiencias nutrimentales en los cultivos como chayote (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2005) y caña de azúcar (Gómez *et al.*, 2010), además sirve para monitorear los cambios en el suelo (Tun-Canto *et al.*, 2017) y producción (Sandoval-Legazpi *et al.*, 2017) en el tiempo.

La aplicación de los fertilizantes al cultivo de malanga es manual y no lleva un registro de la aplicación (100% de los productores); el 58.3% (14) de los productores realiza la aplicación de los fertilizantes cada dos meses, el 29.2%(7) cada mes y el 12.5%(3) cada 3 meses.

Debido a que no llevan un registro del uso de los fertilizantes y plaguicidas, no se puede saber con certeza si lo aplican en las dosis y frecuencia adecuadas. El uso inadecuado de estos agroquímicos en la agricultura representa una fuente de contaminación al suelo y al agua subterránea (CONAGUA, 2015).

#### **7.1.4 Control de plagas**

En el Cuadro 10 se indica la información que los productores vertieron con respecto al control de plagas.

El ratón, como plaga principal, se considera un riesgo para el cultivo debido que afecta la calidad del corno para la exportación. Los productores lo controlan mediante trampas (veneno). La presencia de este roedor es mayor en las áreas de producción de malanga cercanas al cultivo de caña de azúcar, debido a que este cultivo es reservorio de la plaga (del Villar-González, 2000), la cual, durante el proceso de cosecha migra a la malanga.

Cuadro 10. Información relacionada con el control de plagas, uso y manejo del agua, y cosecha de malanga en Actopan, Veracruz.

Número de productores (%)	Control de plagas	Manejo y uso del agua	Cosecha
24 (100)	Plaga principal: el ratón que afecta al cormo.	Fuente: río Actopan	Dependen de la empacadora
		Cuenta con permiso para el uso del agua	No lleva un registro de las ventas
		Utiliza el sistema de riego rodado	No realiza el análisis de residuos al cormo
22 (91.7)	Tiene problemas con la araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ) y pulgones ( <i>Aphis spp.</i> ).		
15 (62.5)	Aplica al menos un fungicida, sin identificar el patógeno		
	Número de aplicaciones:		
19 (79.2)	Dos veces		
2 (8.3)	Tres veces		
1 (4.2)	Una vez		
1 (4.2)	Cuatro veces		
1 (4.2)	Ninguna		
	Frecuencia de aplicación:		
16 (66.7)	Cuando se presenta la plaga		
	Mensual		
5 (20.8)	No tiene registro		
3 (12.5)			
24 (100)	No lleva registro de aplicación de plaguicidas		

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Aunque la mayoría de los productores también indicaron tener problemas con la araña roja y los pulgones, expresaron que no son plagas que causen pérdidas económicas significativas. Estos resultados son similares a los que reportan el IPGRI (1999) y el MINAG (2018).

No obstante que la pudrición del tallo (Figura 10) de la malanga resulta ser un problema, el patógeno no ha sido identificado. En Cuba se han identificado a *Phoma* sp., *Diplodia* sp. y *Sclerotium Rolfsii* (Dávila et al., 2016) como patógenas en los rizomas. En Nicaragua, las especies *Fusarium oxisporum*, *Pseudomonas solanacearum*, *Erwinia carotovora* pv *atropsetica* están asociadas a diferentes tipos de pudrición del cormo (INATEC, 2017). *Erwinia* sp. está relacionada con dicha pudrición en Tabasco, México (López- López et al., 2017). Probablemente algunos de éstos patógenos pudieran estar involucrados en la pudrición del tallo, por lo que se debe realizar investigaciones para la identificación del organismo causal.

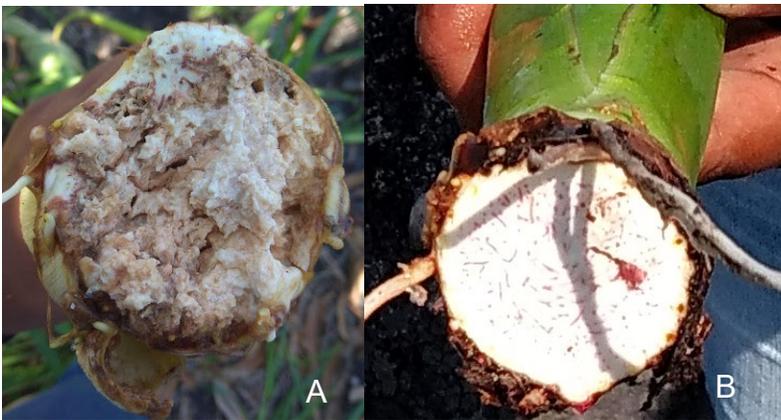


Figura 10. Pudrición del tallo de malanga en Actopan, Veracruz. A, enfermo; B, sano.

El hecho de que los productores no lleven un registro del tipo de plaguicida y frecuencias de aplicación de éstos, dificultaría el proceso de rastreabilidad en un momento dado; por lo tanto, este requisito es indispensable si ellos quieren implementar un sistema de trazabilidad, a fin de obtener un mejor precio.

En general, para el manejo de plagas es importante identificar lo que esto implica, sobre todo en los residuos de plaguicidas, así como también conocer y llevar los registros de éstos para que, en determinado momento, se pueda rastrear la fuente de contaminación.

#### **7.1.5 Uso y manejo del agua**

La información sobre este tema, se presenta en el Cuadro 10. Se observa que todos los productores manejan similarmente el agua. El riego por inundación, sea este en surcos

o melgas (Figura 11), puede ser un factor determinante para el desarrollo de enfermedades (Domínguez-Torres y Aguilar-Arrieta, 2000), principalmente de pudriciones. En este caso, este tipo de riego pudiera estar relacionado con la pudrición que se presenta en la malanga en la región de estudio.

El sistema de riego que se tiene en el municipio de Actopan para la producción de malanga implica mayor gasto y pérdida de agua. Una opción a largo plazo para minimizar esta situación, sería emplear otros sistemas de riego. Al respecto, en República Dominicana, se utiliza el sistema de riego por goteo en zonas secas; con este sistema se ha reducido la fecha de cosecha (7-8 meses) y obtenido mayor producción de hijuelos (Martínez y Reyes, 2005). Similarmente, en México, se han utilizado el sistema de riego por goteo y por aspersión; sin embargo, éstos sistemas de riego no han sido eficientes en relación con el tamaño de los cormos, pues éstos son más pequeños comparados con aquellos obtenidos en un riego tradicional (Martínez *et al.*, 2011; López- López *et al.*, 2017).



Figura 11. Sistema de riego rodado para la producción de malanga en Actopan, Veracruz. A, en surcos; B, en melgas.

#### **7.1.6 Cosecha**

La información de este apartado, se muestra en el Cuadro 10. Todos los productores presentan el mismo patrón de cosecha. La cosecha de la malanga la realiza una cuadrilla integrada con personal de la empacadora que compra el producto. El encargado de la empacadora es el responsable de la cosecha, encostalado y transporte del producto, del campo a la empacadora, para iniciar el proceso de empaque. Bajo este convenio, el productor sólo se encarga del manejo del cultivo desde la siembra hasta antes de la

cosecha (10-12 meses). Por lo anterior, el productor depende directamente de la empacadora para la venta de su producto y eso favorece el hecho de que no tengan un registro de ventas. De igual manera, esto es una razón por la que los productores no realizan análisis de residuos de plaguicidas al corno de la malanga. Además de lo anterior, tampoco existe una norma que exija este procedimiento. En contra parte, Costa Rica cuenta con un reglamento que indica los Límites Máximos de los plaguicidas en la malanga, según el Decreto N°35031-MAG-MEICS, (2009). Una opción para realizar análisis de los límites máximo de plaguicidas y de contaminantes microbiológicos (*Salmonella* spp. y *Escherichia coli*) para la malanga en el municipio de Actopan, Veracruz, sería la certificación en SRRC del SENASICA.

En función de los elementos vertidos anteriormente con respecto a la cosecha de malanga, es importante que defina y delegue responsabilidad, ya sea al productor o a la empacadora para realizar análisis de LMR y microbiológicos para que en caso de alguna alerta fitosanitaria, se pueda realizar la trazabilidad del producto.

## **7.2 Información de encargados de las empacadoras**

### **7.2.1 Proceso de empaque de la malanga para exportación**

Esta actividad inicia desde la llegada de la malanga a la empacadora hasta la salida de la mercancía y requiere del contrato temporal y permanente de personas. En general, las empacadoras operan de 10 a 12 meses al año, con jornadas de 8 hasta 15 horas diarias. Estas horas determinan el tiempo de proceso de empaque debido a que la mayoría no cuenta con sistema refrigeración. Además, este tiempo está determinado por el sistema de empaque con que cuentan; al respecto, dos empacadoras tienen sistema de empaque semi-automatizado y seis de forma manual.

### **7.2.2 Recepción e ingreso de la materia prima (malanga)**

En el Cuadro 11, se muestra la información que indicaron los responsables de las empacadoras sobre la recepción de la malanga. Destaca que solamente el 50% (4) empacadoras cuentan con los datos básicos de registro de sus proveedores de malanga.

Cuadro 11. Porcentaje de los registros de proveedores de malanga en Actopan, Veracruz.

Empacadora		Proveedores	Registro	Datos
Número	Porcentaje (%)			
7	87.5	Conoce		
1	12.5	No sabe		
6	75		Si	
2	25		No lleva	
4	50			Nombre, dirección y teléfono
2	25			Nombre
2	25			Sin datos

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Las principales localidades de donde proviene la malanga son: Santa Rosa, Los Ídolos, La esperanza, Paso de Varas, Buenos Aires, El Diamante, La Bocanita, entre otros; sin embargo, una vez que los cormos llegan a la empacadora no se tiene un registro de dónde provino cada uno, se mezclan hasta completar la cantidad requerida por el cliente.

La cantidad de malanga que ingresa a la empacadora es de 80 a 1 200 t por mes, y no existe una característica especial para el ingreso de la malanga siempre y cuando sea de 8 a 12 meses de edad y un peso de 0.5 kg hasta 3 kg (Cuadro 12).

Cuadro 12. Características generales de la malanga y cantidad de ingreso a la empacadoras

Nombre empacadora	Cantidad (t)	Características
Rosatrano	204	Ninguna, solo que sea entre 8 a 12 meses
El diamante	450	1 a 5 kg, dura y blanca
Rancho María Machete I	108	0.5 kg Min.
Rancho María Machete II	100	0.5 kg Min.
Productores de malanga	245	1.5 - 3 kg
El remolino de Santa Rosa	720 - 1 200	Como salga de campo, no hay un estándar
Los Morales	80	1.5 - 3 kg
Chuchito	80-320	1kg mínimo

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

El 62.5% (5) de los encargados de las empacadoras, no cuenta con un código de identificación del producto y el 37.5% (3) sí realiza la identificación. Para ello, enumeran los pallets que salen después del proceso de lavado; de éstos uno identifica el número de pallet con el nombre del productor.

El 75% (6) de los entrevistados lleva un registro de la cantidad de malanga que ingresa a la empacadora. El registro incluye fecha de ingreso, nombre del proveedor y peso del producto (después del lavado). El ingreso de la malanga consiste descargar y apilar bultos con malanga en el área de descarga, la cual es de concreto y se encuentra cerca de las bandas o mesas de trabajo donde se realiza la limpieza, selección y lavado de la malanga (Figura 12).



Figura 12. Proceso de empaque de la malanga en Actopan, Veracruz. A, area de descarga; B, limpieza; C, lavado y desinfección; D, selección; E, empalleteado; F, salida.

### 7.2.3 Limpieza y selección de la malanga

Para la limpieza de la malanga, los trabajadores son responsables de traer su herramienta (cuchillo, cepillo, delantal). Para otros insumos de limpieza (jabón, cloro), el 87.5% (7) de los encargados indicó desconocer quienes son los proveedores debido a que solo reportan al dueño de la empacadora, las necesidades de insumos y por lo tanto

no cuentan con un inventario al respecto. Sólo el 12.5% (1) cuenta con registro de sus proveedores que incluye número de proveedores, nombre, dirección y teléfono del proveedor; no obstante, este encargado no se basa en una norma específica para el control de inventario.

La limpieza del corno inicia con la eliminación de las raíces y la tierra. La eliminación de raíces se realiza mecánica o manualmente dependiendo de la tecnología de la empacadora; la eliminación mecánica consiste en pasar los cormos por unos peladores (Figura 13A), mientras que la manual consiste en raspar los cormos con un cuchillo (Figura 13B). La eliminación de la tierra se hace manualmente con un cepillo de plástico (Figura 13C). Posteriormente, los cormos se colocan en las bandas o mesas de trabajo para continuar con el proceso de limpieza.



Figura 13. Limpieza del corno de malanga. A, con peladora; B, con cuchillo; C, con cepillo.

Para realizar la limpieza de los utensilios, comúnmente usan agua, jabón y cloro (Cuadro 13). El cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria, debido a su bajo costo se ha utilizado la desinfección de superficies en contacto con alimentos y también para reducir la carga microbiana del agua utilizada en diferentes operaciones (Garmendia y Vero, 2006). Para la desinfección de los materiales y áreas de trabajo en un proceso de inocuidad, se debe de aplicar una dosis específica de cada producto; es por ello que resulta importante llevar un listado de los insumos que se utilizan en el proceso.

Cuadro 13. Sustancias que utilizan para lavar los utensilios de limpieza de los cormos de malanga.

Número	Empacadora	
	Número	Porcentaje (%)
1	12.5	Ninguno
1	12.5	Ácido acético
2	25.0	Agua
4	50.0	Agua, jabón y cloro

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

#### 7.2.4 Lavado, desinfección y secado

El agua que se utiliza para el lavado proviene del río Actopan. En general, los entrevistados realizan análisis microbiológico al agua, pero no existe uniformidad para ello (Cuadro 14). La mayoría, no realiza dichos análisis; por lo tanto, se asume que el agua no cuenta con el grado de potabilización que indica la Norma Oficial Mexicana “NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano”. Así mismo se desconocen los límites permisibles del patógeno *E Coli* que establece dicha norma.

Cuadro 14. Frecuencia de análisis microbiológico del agua en las empacadoras de malanga en Actopan, Veracruz.

Número	Empacadora		Frecuencia de análisis
	Número	Porcentaje	
1	12.5		Anual
1	12.5		Ocasionalmente
5	62.5		No realiza
1	12.5		Semestral

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

En el proceso de lavado del corno de malanga, el 62.5% (5) de los encargados añade cloro y sal al agua y el 37.5%(3) no añade alguna sustancia. Posterior a este proceso del lavado, se realiza la desinfección del corno y utiliza diversas sustancias (Cuadro 15).

Cuadro 15. Sustancias que se utilizan para la desinfección del corno de malanga en Actopan, Veracruz.

Empacadora		Nombre de la sustancia	Nombre comercial
Número	Porcentaje (%)		
1	12.5	Ácido acético	
3	37.5	Cuaternario de amonio	Anibal
2	25.0	Enzimas de origen vegetal y quitinaza	Micro-bio
1	12.5	Sustancia aprobada por la FDA	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Posterior a la desinfección del corno, sigue el secado que se realiza a la intemperie sin ventilador (una empacadora) o con ayuda de un ventilador (seis empacadoras) o a través de una línea de secado (una empacadora).

### 7.2.5 Selección del corno de malanga para su exportación.

En la selección del corno para la exportación, se enfoca en el peso y color de la malanga (Cuadro 16). La cantidad varía de 300 hasta 22 000 kg por día. Se observa que no existe un tamaño de corno estándar de exportación. Al respecto sería ideal establecer las categorías de calidad como lo hace Costa Rica para el tiquisque lila (*Xanthosoma violaceum* Schott) y blanco (*Xanthosoma sagittifolium* L.) de acuerdo con la norma internacional CODEX STAN 224-2001 (FAO y OMS, 2007); sin embargo, para *C. esculenta* aún no existe una norma internacional al respecto. Se ha evaluado la calidad del corno de la *C. esculenta* basado en la norma del tiquisque (Segura *et al.*, 2003).

Cuadro 16. Principales características del corno de malanga para exportación.

Empacadora		Características
Número	Porcentaje (%)	
1	12.5	Peso de 1.5 kg, blanca y dura
2	25.0	Peso de 1.5- 5kg
2	25.0	Peso de 1.7-3 kg
1	12.5	Peso de 2kg, blanca y dura.
1	12.5	Peso de 1 360- 3.62 kg
1	12.5	Peso Min. de 0.5 kg, no hay una selección

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

Los cormos que no cumplen con el tamaño y peso para la exportación se destinan al mercado local o nacional para la elaboración de frituras o harina e incluso se usan para

consumo animal (Caicedo *et al.*, 2014). Sólo una empacadora cuenta con las instalaciones para la elaboración de frituras que distribuye en el estado.

### 7.2.6 Proceso de embalaje

Este proceso involucra el empaque y empalmetado. Para el empaque se utilizan arpillas de plástico de colores variables dependiendo de la empacadora. Cada arpilla contiene aproximadamente 18 kg de malanga. El empalmetado consiste en apilar las arpillas sobre pallets de madera y cubrirlas con una película plástica (poly stretch) para evitar la caída de estas. Cada pallet contiene en promedio 60 arpillas de 18 kg. El uso de pallet de madera debe estar certificado independientemente por la norma internacional para medidas Fitosanitarias (NIMF) número 15 para cualquier producto que se embalaje. Las empresas mexicanas que distribuyen los pallets deben de contar con un registro de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2012 que establece las medidas Fitosanitarias reconocidas por la NIMF para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías. La información contenida en la etiqueta para la exportación de malanga en Actopan, Veracruz es escasa y variada (Cuadro 17); incluye el logo de “Hecho en México” y otros datos como la dirección de la empacadora, fecha de proceso, nombre y peso del producto.

Cuadro 17. Información contenida en las etiquetas para la exportación de la malanga en Actopan, Veracruz.

Empacadora N°. (%)	Nombre de la empacadora	Datos de la etiqueta
1 (12.5)	Rosatrano	Dirección de la empacadora
1 (12.5)	El diamante	El logo de Hecho en México
1 (12.5)	Rancho María Machete I	Fecha de proceso, peso del producto y dirección de la empacadora
1 (12.5)	Rancho María Machete II	Peso del producto, dirección de la empacadora y logo de Hecho en México
1 (12.5)	Productores de malanga	Dirección de la empacadora, peso y nombre del producto
1 (12.5)	El remolino de Santa Rosa	Peso del producto, temperatura y logo de Hecho en México
1 (12.5)	Los Morales	El logo hecho en México
1 (12.5)	Chuchito	Tipo de malanga, logo de hecho en México, dirección de la empacadora

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

El uso del distintivo logo de “Hecho en México”, establecido por el Gobierno Federal a través de la Secretaria de Economía (SE), es para identificar, en el extranjero, los productos hechos en México. Por lo tanto, las personas físicas con actividad empresarial y las personas morales (empresas) que produzcan, elaboren, y/o fabriquen productos en territorio nacional podrán solicitar, de forma gratuita, la autorización para el uso de este logotipo.

Las empacadoras exportadoras de malanga no cuentan con algún software para la trazabilidad del producto, a diferencia de otros países como Italia para la exportación del vino (Stranieri *et al.*, 2018), China para los hongos (Farag y Diang-Ming, 2018), España para las hortalizas (Pizzuti *et al.*, 2012) y la harina de arroz (Quian *et al.*, 2017).

La utilización de un software para la identificación del producto es un aspecto necesario, aunque no indispensable, ya que puede sustituirse por registros en papel. Hasta el momento de este estudio en ninguna empacadora de malanga se utiliza un software para la trazabilidad en la cadena de suministro.

Para los sistemas de trazabilidad se ha aplicado tecnología como el Enterprise Resource Planning (ERP) (Van Dorp, 2002), Entity-Relationships Modeling (ERM) (Khabbazi *et al.*, 2010) Unified Modeling Language (UML), código de barras y la Radio Frequency Identification (RFID) que se empieza a utilizar en la logística de los alimentos (Zou *et al.*, 2017); Quick Response (QR) que puede utilizarse en varios tipos de papel y ser legibles en teléfonos móviles (Tarjan *et al.*, 2014).

El 87.5% (7) de los encargados no tiene el conocimiento de los peligros y riesgos de contaminación que se pueden presentar durante el embalaje de la malanga y el 12.5 % (1) mencionó que existe la posibilidad de que pueda contaminarse por hongos o bacterias. A pesar de ello, el 62.5% (5) de los encargados indicó que no ha realiza análisis microbiológico al corno de la malanga. El 37.5% (3) si lo realiza, pero no periódicamente; por ejemplo, uno lo realizó hace 3 meses, otro hace 6 años y otro esporádicamente. De acuerdo con la ley FSMA, para exportar malanga a EUA se debe de realizar un análisis de Coliformes fecales, *Salmonella* spp y *E. coli* y demostrar la ausencia o los límites permisibles de dicha ley.

### 7.2.7 Almacenamiento

El 25%(2) de los encargados de las empacadoras indicó disponer de un cuarto frío para el resguardo del producto, pero no llevan registro de cada uno de los embarques que realizan. El inmueble, tiene una capacidad de acopio entre 20 y 40 t con un tiempo de almacenamiento de 10 a 72 h. El resto de las empacadoras envía el producto inmediatamente después del embalaje.

### 7.2.8 Carga y salida de la malanga hacia su destino

En este proceso, cada contenedor está sujeto a procesos de fabricación particulares de acuerdo al destino. La salida de la mercancía es una actividad que se debe evidenciar a través de un registro de las condiciones del contenedor, el cual debe de estar limpio y con una temperatura de 4.4 °C para conservar el producto fresco. Los documentos que acompañan al transportista son la Carta de Porte (el 75% de los encargados) o una carta de entrega de recepción (el 25% de los encargados). La Carta de Porte es un documento de reconocimiento internacional utilizado para documentar el transporte de la mercancía. En el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 15 de diciembre de 2015 se publicaron los formatos correspondientes a la Carta de Porte dichos formatos se pueden obtener del portal de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte para los fines respectivos.

En el Cuadro 18 se presenta el porcentaje de malanga que se destina al mercado de exportación. La exportación se limita a EUA y Canadá en su totalidad; no obstante, de acuerdo con el SIAP (2018) y el SIAVI (2018) en el periodo 2016-2018 se ha exportado malanga de México a Costa Rica, Reino Unido, Honduras y Puerto Rico. Probablemente, estas exportaciones se hacen de los estados de Nayarit, Tabasco, Oaxaca y Veracruz. De éste último, las exportaciones pudieran ser de otros municipios productores de malanga de Cotaxtla y Ursúlo Galván (SIAP, 2017).

Cuadro 18. Porcentaje de malanga que se destina al mercado de exportación.

Número	Empacadora Porcentaje (%)	Venta (%) al mercado exterior	
		EUA	Canadá
5	62.5	100	0
2	25.0	80	20
1	12.5	90	10

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2018.

El 75% (6) de los encargados cuenta con un registro de las empresas importadoras; dicho registro incluye el nombre, dirección y teléfono de la empresa.

Sólo dos (25%) empacadoras cuentan con un contrato de compraventa que es útil para aclarar cualquier eventualidad que se pudiera presentar. En este documento se pueden incluir los International Commercial Terms (INCOTERM). Los INCOTERM son términos de comercio internacional compuestas de tres letras (por ejemplo: EXW, CIF, FOB, etc.) que reflejan las normas de aceptación voluntaria para el comprador y el vendedor por lo que se usa para aclarar la transacción comercial y no son obligatorios.

Para este estudio, el 87.5% (7) de los encargados no sabe qué tipo de INCOTERM usa. Por las características de las responsabilidades en el momento de realizar el embarque de la malanga, se dedujo que utilizan el INCOTERM Ex Works (EXW), lo que implica que la responsabilidad del vendedor (las empacadoras), dependiendo la figura jurídica (persona física o moral) termina una vez realizada la carga al contenedor para su destino, sea este la aduana ubicada en Reynosa, Tamaulipas (por vía terrestre) o Coatzacoalcos, Veracruz (por vía marítima). Por lo anterior, es necesario indagar sobre esta situación para tener certeza al respecto puesto que cada diez años se hacen modificaciones a estos términos. La próxima actualización de los INCOTERMS es en 2020.

En los años que se ha exportado la malanga, el 62.5% (5) de los encargados respondió que se ha devuelto el producto por diferentes causas; la más común es debido a la calidad del producto, es decir, una malanga vieja (más de 12 meses), deshidratación (huecas por dentro), pudrición por hongos o falta de control de temperatura en el contenedor.

En el proceso de exportación de productos agrícolas de origen mexicano, se utilizan como guía las normas internacionales indicadas en el Cuadro 3. La certificadora México Calidad Suprema elabora pliegos petitorios de condiciones mínimas que tienen que cumplir los productos agrícolas para su exportación a mercados más exigentes en cuanto a la calidad; por ejemplo, el aguacate, ajo, mango, café, entre otros (Segura *et al.*, 2003).

## 8. MODELO DE TRAZABILIDAD PARA MALANGA

Un sistema de trazabilidad para el cultivo de malanga, consiste en registrar información detallada de las actividades de los eslabones de la cadena de suministro (Figura 14) que permita identificar los puntos de contaminación que pudieran existir, así como establecer las medidas correctivas al ser implementadas (Briz y de Felipe, 2015; Foras *et al.*, 2015).

La rastreabilidad se relaciona desde el origen de los insumos agrícolas hasta el consumidor final. Una condición básica de un sistema de trazabilidad implica conocer la procedencia de las materias primas y el destino del producto.

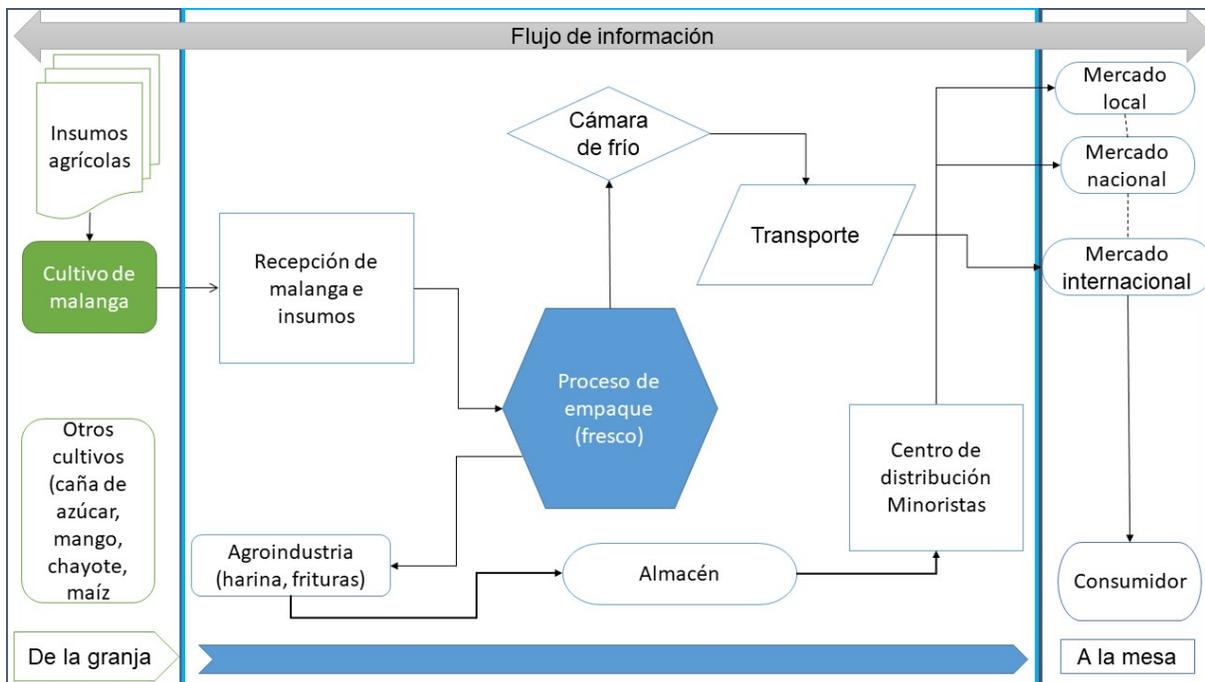


Figura 14. Mapeo de la Cadena de Suministro de la malanga en Veracruz, México.

### 8.1 Trazabilidad para el eslabón del productor

Se encontró que los productores que cultivan la malanga, no realizan ningún registro de los insumos utilizados (fertilizantes, plaguicidas, dosis de aplicación) a lo largo del ciclo productivo de la malanga por ello, es indispensable iniciar con un proceso de registro para el cultivo, por tal motivo se propone que cada productor tenga un cuaderno de campo para anotar los datos requeridos (Anexo C).

El código que se le asigne a cada productor es intransferible, por lo que no importa a quien le venda su producción, se tendrá identificado a cada productor que produzca malanga. Se propone un código en el Anexo C para aplicarlo de manera interna. Aunque se necesita de las autoridades gubernamentales para la homologación.

Tomando en cuenta el Sistema de reducción de Riesgos por Contaminación (SRRC) del SENASICA, las Unidades de Producción pueden certificarse con la modalidad sección campo. Por la forma en que se cultiva la malanga, es difícil que esta se certifique directamente en campo. Además, las condiciones hídricas del cultivo requieren de estudios relacionados con el uso eficiente del agua.

### **8.2 Trazabilidad para el eslabón de la empacadora**

En las empacadoras, a pesar de que enumeran cada pallet no tienen un control de que productores conformaron ese embarque. Entonces, deberán llevar un registro (Anexo D) de las actividades que le corresponden. El código que se les asignará a cada una de las empacadoras, se propone en el Anexo D.

Los encargados o dueños de las empacadoras deben definir cómo está conformado un lote para que puedan llevar un mejor control. Se considera que cada embarque sea tomado como un lote no importando el destino (vía terrestre o marítimo), ya que los contenedores son de diferentes dimensiones. Cada lote tendrá su propio tratamiento, actividades y un control de quiénes son los productores que conformaron esa carga (embarque). Además de que facilitará la toma de muestra para el análisis de los LMR de plaguicidas.

### **8.3 La inocuidad en la trazabilidad de malanga**

Otro aspecto de este sistema es la inocuidad. No se tiene registros para evidenciar que se hace de forma higiénica o que la malanga está libre de algún patógeno que pueda dañar la salud; por lo tanto, es conveniente que se realicen los análisis microbiológicos por cualquier eventualidad que se pueda presentar en el futuro

Para la exportación de la malanga a EUA, este país ha establecido una Ley de modernización de inocuidad alimentaria (FSMA) que entró en vigor en el año 2016, por lo que habría que vigilar a las empresas exportadoras (depende de las ventas por año)

para saber si cumplen con la Ley, ya que la malanga se encuentra en la lista de productos agrícolas a los que aplica esta Ley.

#### **8.4 Tecnología en la trazabilidad**

El uso de la tecnología en la actualidad es de gran importancia; no obstante, las empresas no cuentan con un software que les facilite la rastreabilidad, por lo tanto, se propone que el seguimiento se inicie de forma manual (registro en papel), posteriormente se puede desarrollar una plataforma que permita el intercambio de datos entre los interesados o bien incorporarse a la plataforma de blockchain para la integración de una cadena de suministro y de trazabilidad.

La información que le interesa al consumidor se puede brindar a través de códigos QR debido a que la mayoría de la población posee un teléfono celular para comunicarse (Kim y Woo, 2016). En el caso de la malanga, existe una oportunidad para realizar un estudio sobre las preferencias del consumidor de este producto a través de dicha tecnología.

#### **8.5 Descripción del modelo de trazabilidad para la malanga**

De manera general, a través del concepto de la cadena de suministro de alimentos, de la granja a la mesa, se propone un modelo general del sistema de trazabilidad para la malanga en Veracruz, México (Figura 16) con base en el modelo de Quian *et al.* (2017). En este modelo se visualiza desde los insumos con que se cultiva la malanga hasta llegar al consumidor final; sin embargo, para efectos de la propuesta sólo se aplica hasta la salida del producto agrícola de la empacadora.

El modelo de trazabilidad para malanga de exportación que se propone, integra al productor y a la empacadora principalmente, aunque también se considera, de manera superficial, el transporte. Tanto a los productores como las empacadoras se les asignará un código único e intransferible para efectos de trazabilidad en la cadena de suministro. Este código está conformado por el productor (P); número de productor (001...n); nombre del producto a exportar, en este caso malanga (M); inicial del nombre del estado donde se produce la malanga, ejemplo, Veracruz (V); e inicial del municipio de producción, para este caso, Actopan (A). De esta manera el código para los productores de malanga en el municipio de Actopan sería: P001MVA.

El productor (P) involucrado tendrá la información sobre el cultivo de malanga (M): desde la siembra hasta el antes de la cosecha. Dicha información incluye el historial del terreno, aplicación de fertilizantes y plaguicidas durante la siembra y el desarrollo del cultivo y venta de la producción (Figura 15).

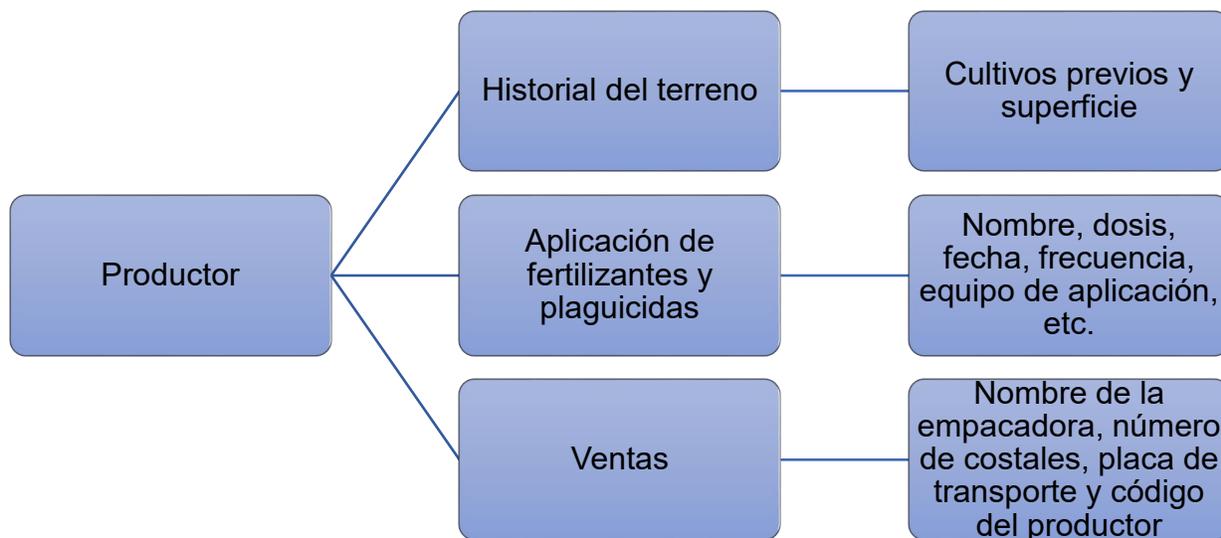


Figura 15. Registros que realiza el productor para efectos de trazabilidad.

La empacadora (E) deberá de registrar el código del productor al momento de ingreso de la materia prima y llevar un registro de los insumos y materiales utilizados para el proceso de empaque de la malanga para exportación.

El código que se le asignará a las empresas empacadoras, deberá estar conformado por la empacadora (E); número de empacadora (01...n); clave del estado donde se produjo la malanga, ejemplo, Veracruz (30). De esta manera, las empacadoras de malanga en el municipio de Actopan, Veracruz tendrían el código siguiente: E0130.

Para la salida del producto de la empacadora, este debe estar conformado por lotes (L) que equivalen al volumen de los contenedores (20 - 40 t). Cada lote puede estar conformado por el producto de un solo productor o por el de varios productores. Los pallets que conforman cada lote deben etiquetarse con los códigos de los productores y

de las empacadoras, con el fin de identificar cada cargamento que sale de la empacadora. El transporte puede ser por vía terrestre o marítima, y el producto tendrá como destino el mercado de EUA o Canadá.

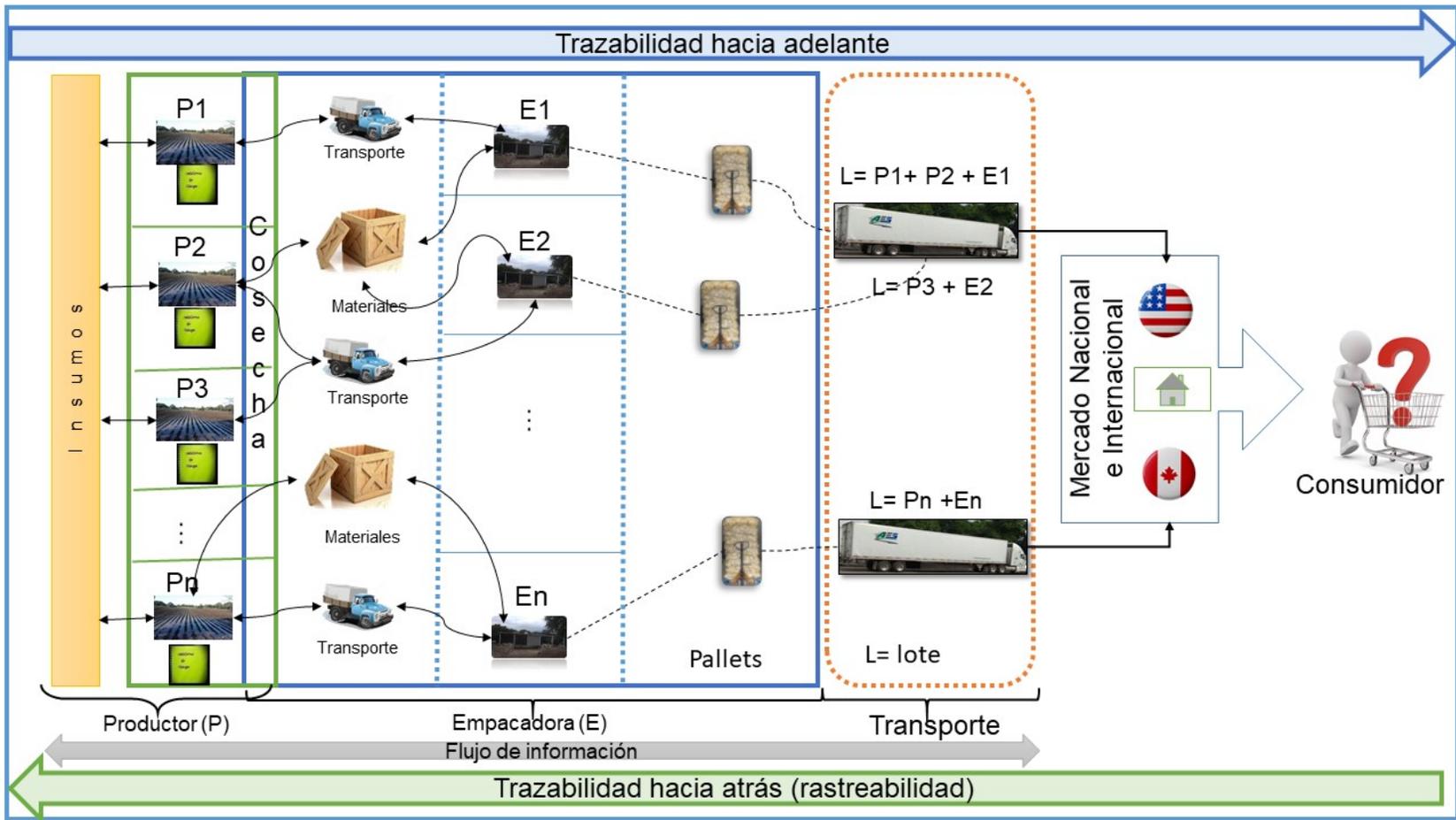


Figura 16. Sistema de trazabilidad propuesto para la cadena de suministro de malanga en Veracruz, México.

## 9. CONCLUSIONES

En esta investigación se cumplieron con los objetivos planteados, ya que se realizó el mapeo de los eslabones de la cadena de suministro y se identificaron los actores involucrados.

El mapeo de la cadena de malanga en Actopan, Veracruz permitió conocer que el eslabón de insumos no está definido pues existe variación en el suministro y compra de algunos de ellos. El eslabón de producción no es uniforme debido a que cada productor cultiva de acuerdo a su experiencia y/o no cuenta con una asesoría técnica adecuada, y en las empacadoras tampoco existe uniformidad en el proceso, ya que cada una usa diferentes sustancias para la desinfección y manejo de calidad del cormo. El eslabón de almacenamiento está establecido y es un área de oportunidad para los empacadores. Se requiere de hacer más estudios para definir el eslabón de distribución de la malanga.

Con base en los resultados, se responde a la pregunta de investigación “¿Cuál es la importancia de diseñar un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro de malanga producida en México?”. Los productores y empacadores no realizan análisis físico-químico de suelo, análisis microbiológicos de agua y del cormo, y de residuos de plaguicidas al cormo, no se pudieron identificar los posibles peligros tanto en la producción como en el empaque; sin embargo, estos eslabones tienen un periodo de tiempo para implementar estas acciones y estar acorde a la ley FSMA. En México no existe una regulación que implemente un sistema de trazabilidad en los productos agrícolas, se propone un sistema de trazabilidad para malanga que permita, en caso de presentarse algún agente contaminante que afecte la inocuidad, identificar el origen del agente y evitar problemas que afecten la exportación de los productos.

Para la implementación del sistema de trazabilidad, se debe de evaluar los costos que se van a generar para capacitar y actualizar permanentemente a los involucrados en los registros de información, uso de tecnología apropiada para el sistema y los análisis requeridos en cada eslabón. Además, es importante contar con el apoyo de alguna institución gubernamental que apoye en el proceso. Con estos elementos, este sistema de trazabilidad propuesto puede ser aplicado a nivel nacional. Para futuras

investigaciones se debe analizar la inversión para desarrollar una plataforma para el registro de la trazabilidad a nivel nacional.

## 10. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ávila, J., A. Vaquero-Vera, G. Almaguer-Vargas, J. A. Leos- Rodríguez y B. Avendaño-Ruiz. 2013. Costos de cumplimiento de inocuidad de empaquetadoras exportadoras de limón "Persa" en Veracruz, México. *Investigación y Ciencia* 21: 40-48.
- Alfaro, J. A. y L. A. Rábade. 2009. Traceability as a strategic tool to improve inventory management: A case study in the food industry. *Int. J. Production Economics* 118: 104 –110.
- Alvarez-Ávila, M. D. C. 2013. Malanga y espinaca de agua podrían mejorar dieta nutricional. *Agroentorno* 2: 11-12.
- Arce-Castro, B. A. y A. B. Birke-Biewendt. 2017. Malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y chayote (*sechium edule* (Jacq.) Sw.) por mango 'manila' (*Mangifera indica* L.): cambios en el sistema agrícola de la cuenca central del río Actopan, Veracruz. *Agroproductividad* 11: 94-99.
- Arnold C. M. y F. Osorio. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio* 3: 1-12.
- Aung M. M. y Y. S Chang. 2014. Traceability in food supply chain: safety and quality perspectives. *Food Control* 39:172-184.
- Avendaño-Ruiz, B. D., R. Schwentesius-Rindermann y S. Lugo-Morones. 2006. El impacto de la iniciativa de inocuidad alimentaria de Estados Unidos en las exportaciones de hortalizas frescas del noroeste de México. *Región y Sociedad* 18: 7-36.
- Bosona, T. y G. Gebresenbet. 2013. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control* 33 32-48.
- Briz, J. y de Felipe I. 2015. Seguridad Alimentaria y Trazabilidad. Universidad Politécnica de Madrid. [https://www.researchgate.net/publication/265012284\\_SEGURIDAD\\_ALIMENTARIA\\_Y\\_TRAZABILIDAD](https://www.researchgate.net/publication/265012284_SEGURIDAD_ALIMENTARIA_Y_TRAZABILIDAD) [Consultado 20 de Febrero 2019].
- Cadena-Iñiguez J., L. M. Ruiz-Posadas, J. F Aguirre-Medina y P. Sánchez-García. 2005. Estudio de los síntomas asociados a la pérdida de color del chayote. *Revista Chapingo Serie de Horticultura* 11: 309-316.

- Caicedo Q. W., B. R. Rodriguez y R. S. Valle. 2014. Una reseña sobre el uso de tuberculos de papa china colocasia escuelnta conservados en forma de ensilaje para alimentar cerdos. *Revista Electrónica de Veterinaria* 15:1-10.
- Cao Y., X. Liu, C. Guan y B. Mao. 2017. Implementation and Current Status of Food Traceability System in Jiangsu China. *Procedia Computer Science* 122: 617-621.
- Casanova, L., J. Martínez, S. López y G. López. 2016. De von Bertalanffy a Luhmann: Deconstrucción del concepto "agroecosistema" a través de las generaciones sistémicas. *Revista MAD* 35: 60-74.
- Casanova-Pérez, L., J. P. Martínez-Dávila, S. López-Ortiz, C. Landeros-Sánchez, G. López-Romero y P. O. Benjamín. 2015. El agroecosistema comprendido desde la teoría de sistemas sociales autopoieticos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4: 855-865.
- CE (Diario Oficial de las Comunidades Europeas). 2012. Reglamento (CE) No 178/2002 del parlamento Europeo y del Consejo. 24 p.
- Charlebois, S., B. Sterling, S. Haratifar y S. Kyaw N. 2014. Comprehensive reviews in food. *Science and Food Safety* 13: 1104-1123.
- Chopra y Meindl. 2008. Administración de la cadena de suministro. Pearson Educación. Tercera edición.
- CONAGUA (Comision Nacional del Agua). 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103081/DR\\_1313.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103081/DR_1313.pdf). [Consultado 20 de Febrero 2019].
- Coronado, J. A., J. Bijman, O. Omta y A. Oude L. 2015. A case study of the mexican avocado industry based on transaction costs and supply chain management practices. *Economía: teoría y práctica* 4: 137-165.
- CP Colegio de Postgraduados 2018. Informe técnico del proyecto aprovechamiento de la diversidad genética y desarrollo de tecnología sustentable de producción, beneficio y manejo de Postcosecha de malanga. Etapa 1. Fondo CONACYT-SAGARPA 2015-03-265427.
- Cruz-Castillo, J. G., P. A. Torres-Lima, M. Alfaro-Chilmalhua, M. L. Albores-González y J. Murguía-González. 2008. Lombricompostas y apertura de la espata en poscosecha del alcatraz "green goddess" (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) en condiciones tropicales. *revista chapingo serie horticultura* 14: 207-212.
- Dávila M, A., L. Herrera I, M. Folgueras M y E. Espinosa C. 2016. Patogenicidad de especies fúngicas presentes en los rizomas de malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*). *Centro Agrícola* 43: 49-58.

- Decreto N° 35301-MAG-MEIC-S - Reglamento técnico RTCR 424/2008: Límites máximos de residuos de plaguicidas en vegetales. <https://www.sfe.go.cr/SitePages/Residuosdeagroquimicos/LMR.aspx> [Consultado 30 de enero de 2019)
- del Villar-González, D. 2000. Principales vertebrados plaga en México: situación actual y alternativas para su manejo. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6: 41-54.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1993. Tratado de libre comercio de América del Norte. <https://www.gob.mx/tlcan> [Consultado 30 de Septiembre 2018].
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2004. Reglamento de la Comisión Federal para la Protección de los Riesgos Sanitarios. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/29.PDF> [Consultado 30 de Septiembre 2018].
- Domínguez-Torres, T. y A. Aguilar-Arrieta. 2000. Diagnostico de la unidad de riego puente nacional, veracruz, México. TERRA 4: 345-354.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y OMS (Organización Mundial de la Salud), 2006. "Seminario Latinoamericano sobre rastreabilidad/rastreo de productos". <http://www.fao.org/tempref/AG/agn/agns/informe.pdf> [Consultado 30 de Agosto 2018].
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y OMS (Organización Mundial de la Salud), 2007. Frutas y hortalizas frescas. Primera edición. Roma, Italia. pp:121-125 [https://books.google.com.mx/books?id=q\\_LefvdAOAMC&pg=PP8&lpg=PP8&dq=CODEX+STAN+224-001&source=bl&ots=dtk\\_KsJCpD&sig=ACfU3U34h6zORi0nF-poX2SzYUL0DPaw7w&hl=es-9&sa=X&ved=2ahUKEwjNhJuDhY3qAhUOiqwKHd-OBMAQ6AEwAXoECAUQAQ#v=onepage&q=CODEX%20STAN%20224-2001&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=q_LefvdAOAMC&pg=PP8&lpg=PP8&dq=CODEX+STAN+224-001&source=bl&ots=dtk_KsJCpD&sig=ACfU3U34h6zORi0nF-poX2SzYUL0DPaw7w&hl=es-9&sa=X&ved=2ahUKEwjNhJuDhY3qAhUOiqwKHd-OBMAQ6AEwAXoECAUQAQ#v=onepage&q=CODEX%20STAN%20224-2001&f=false) [Consultado 30 de Agosto 2018].
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y OMS (Organización Mundial de la Salud), 2009. Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Roma Italia. pp:1-116.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. CODEX ALIMENTARIUS. Vigésima tercera edición. Roma, Italia. 236 p.
- Farag A. el S. y H. Diang-Ming. 2018. How to trace the geographic origin of mushrooms?. Trends in Food Science & Technology 78:292-303.
- Foras E., M., K. Thakur y S. Svarva R. 2015. State of traceability in the Norwegian food sectors. Food control 57: 65-69.

- Fuente S. N. M. y J. E. Barboza C. 2010. Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria* 20: 43-52.
- Furquim N. R., M. F. Garber y D. C. Cyrillo. 2016. Trazabilidad en la cadena productiva de la carne bovina en Brasil. *Revista Electrónica de Veterinaria* 17: 1-17.
- Galvez J. F., J. C. Mejuto y J. Simal-Gandara. 2018. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *Trends in Analytical Chemistry* 107:222-232.
- Garmendia G. y S. Vero. 2006. Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas. *Revista horticultura* 197:18-27.
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16: 13-23.
- Gómez I. A., A. Hernández, M. O. Ascanio, M. E. Sánchez, J. L. Durán, L. Benítez, R. Villegas, D. Ponce de León y M. López. 2010. Grupos de suelos y su distribución en las áreas del ingenio central motzorongo, Veracruz, México. *Cultivos tropicales* 31:32-36.
- Heredia Z. N. A., M. do Carmo V., E. J. Rosa J. y C. Gomes S. 2004. Forma de adição ao solo da cama-de frangos de corte semidecomposta para produção de taro. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 34:111-117.
- Herrera A., L., F. d. C. Pérez V., M. Á. Martínez D. y O. Hernández M. 2013. Modelo dinámico para la evaluación económica de la trazabilidad en el mercado mexicano de carne de bovino. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 16: 465-473.
- Heyder, M., L. Theuvsen y T. Hollmann-Hespos. 2012. Investments in tracking and tracing systems in the food industry: A pls analysis. *Food Policy* 37 102-113.
- Hoy. C.W. 2015. Agroecosystem health, agroecosystem resilience, and food security. *Journal of Environmental Studies and Sciences*: 623-635.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Un nodo de cooperación sobre: la experiencia de Uruguay en trazabilidad bovina.
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2017. Manual del protagonista raíces y tubérculos. INATEC. Nicaragua, Nicaragua. 47 p.
- INCOTERMS 2010. <https://es.portal.santandertrade.com/banca/incoterms-2010>. [Consultado: Febrero, 2019].
- IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). 1999. Descriptores para el taro (*Colocasia esculenta*). Roma, Italia. 55 p.

- ISO 2005. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-1:v1:es> [Consultado 30 de Septiembre 2018].
- Jin, S. y L. Zhou. 2014. Consumer interest in information provided by food traceability systems in japan. *Food Quality and Preference* 36 144-152.
- Khabbazi M. R., M. D. Yusof Ismail, N. Ismail y S. A. Mousavi. 2010. Modeling of Traceability Information System for Material Flow Control Data. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4: 208-216.
- Kim Y. G. y E. Woo. 2016. Consumer acceptance of a quick response (QR) code for the food traceability system: Application of an extended technology acceptance model (TAM). *Food Research International* 85:266-272.
- King, R. P. y L. Venturini. 2005. Demand for Quality Drives Changes in Food Supply Chains. *New Directions in Global Food Markets*. pp:18-21.
- León S.T. E. 2009. Agroecología: Desafíos de una ciencia ambiental en construcción. *Agroecología* 4: 7-17.
- Liao, P. A., H. H. Chang y C. Y. Chang. 2011. Why is the food traceability system unsuccessful in taiwan? Empirical evidence from a national survey of fruit and vegetable farmers. *Food Policy* 36: 686–693.
- López A. A., C. López C. y I. Borius B. 2015. Evaluación de lombricomposta y tezontle en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 967-975.
- López- López, R., M. A. Ramírez-Guillermo y M. A. Inzunza- Ibarra 2017. Productividad del agua en el cultivo de malanga (*colocasia esculenta* L. Schott) con riego por aspersión en Tabasco, México. III Congreso Nacional COMEII 2017. Puebla, Puebla. pp 1-8.
- López S. Y., B. Arvizu E. H. Asiain A. M. Mayett Y F. J. Martínez L. 2018. Análisis competitivo de la actividad productiva de la malanga: un enfoque basado en la teoría de Michael Porter. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. 8: 16 - 35.
- Martínez A, C., J. Muñozcano R y J. Santoyo J. 2011. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. *Fundación produce A. C.* pp:7-21.
- Martinez D. J. P. y L. Bustillo-García. 2010. La Autopoiesis Social del Desarrollo Rural Sustentable. *Interciencia* 35: 223-229.
- Martínez, M. y M. Reyes. 2005. Sistema de riego por goteo y mejoramiento genético para recuperar el cultivo de la yautía. IDIAF. Santo domingo, Republica Dominicana. 8 p.

- Mazariegos-Sanchez, A., J. M. Aguila-Gonzalez, A. I. Milla-Sanchez, S. Espinosa-Zaragoza, J. Martinez-Chavez y C. López-Sanchez. 2017. Cultivo de Malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en Tuxtla Chico, Chiapas, México. *Agroproductividad* 10: 75-80.
- McNamara, A. M. 2000. The President's Food Safety Initiative. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 36: 213-220.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2018. Instructivo técnico del cultivo de la malanga en Cuba. Dirección de agricultura de la república de Cuba. La Habana, Cuba. pp:1-29.
- Miranda-Orrillo, C. 2015. Día Mundial de la Salud 2015: inocuidad de los alimentos. *Acta Médica Peruana* 32: 5.
- Moltoni, L. A. y A. F. Moltoni. 2015. Trazabilidad: El rol de la información en el marco del nuevo paradigma de la calidad. *Agroalimentaria* 21: 79-96.
- Nieves G., V., V. Olga V. y A. E. 2011. Mexican protected horticulture. Production and market of mexican protected horticulture described and analysed. Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation. pp: 72 y 73.
- OIRSA (Organismo Interacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2017. Procedimiento Básicos de análisis de riesgos en inocuidad alimentaria. San Salvador, El Salvador. 172 p.
- Olgún-Palacios, C. y M. d. C. Álvarez-Ávila. 2011. La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Bajo un enfoque de investigación-desarrollo. *Agroproductividad* 1: 26-33.
- Olsen, P. y M. Borit. 2013. How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology* 29: 142-150.
- OMC (Organización Mundial de Comercio). 2015. [https://www.wto.org/spanish/docs/s/legal\\_s/legal\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/docs/s/legal_s/legal_s.htm). [Consultado 30 de septiembre 2018].
- Osuna-García, J. A. y Nolasco-González. 2017. Eficiencia del cloro para control de microorganismos patógenos en el empaquetado del mango para exportación. *REVISTA BIO CIENCIAS* 4: 1.
- Pizzuti, T., G. Mirabelli, F. Gómez-González y M. A. Sanz-Bobi. 2012. Modeling of an Agro-Food Traceability System: The Case of the Frozen Vegetables. En: International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey. pp:1065-1074.
- PTI (Produce Traceability Initiative) 2011. <https://www.producetraceability.org/> [Consultado 30 de agosto 2018.]

- Quian J., B. Fan, X. Wu, S. Han, S. Liu y X. Yang. 2017. Comprehensive and quantifiable granularity: A novel model to measure agro-food traceability. *Food Control* 74: 98-106.
- Ramírez, S. A. y G. E. Peña. 2011. Análisis de comportamiento caótico en variables de la cadena de suministro. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science* 16: 86-106.
- Rincón B. D. L., J. E. Fonseca R. y J. A. Orjuela C. 2017. Hacia un Marco Conceptual Común Sobre Trazabilidad en la Cadena de Suministro de Alimentos. *Ingeniería* 22:161-189.
- Rodríguez M. J., J. M. Rivadeneyra R., E. J. Ramírez R., J. M. Juárez B., E. Herrera T., R. O. Navarro C. y B. Hernández S. 2011. Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 43:37-47.
- Rodríguez-Manzano, A. 2006. Revisión de la clasificación infraespecífica de *Colocasia esculenta* (Araceae) en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 27: 15-21.
- Rodríguez-Ramírez, R., A. F. González-Córdova, M. Arana-Navarro, A. Sánchez-Escalante y B. Vallejo-Cordoba. 2010. Trazabilidad de la carne de bovino: Conceptos, aspectos tecnológicos y perspectivas para México. *Interciencia* 35: 746-751.
- Ruiz C. V., E. G. Peña L., S. C. Lau V., F. Maldonado M., J. M. Ascencio R. y M. A. Guadarrama O. 2004. Macronutrientes de fitorrecurso alimenticios de especies aprovechadas por grupos étnicos en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 1: 27-31.
- Ruiz-Rosado O. 2006. Agroecología: Una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia* 31: 140-145.
- Sablón-Cossío, N., A. Medina-León, J. A. Acevedo-Suárez, A. J. Acevedo-Urquiaga y T. López-Joy. 2013. Consideraciones sobre la planificación de productos alimenticios en una cadena de suministro comercial. *Ingeniería Industrial* 34: 353-362.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Pecuaria y Acuicultura). 2010. Retos y oportunidades del sistema agroalimentario de México en los próximos 20 años. México. 282 p.
- SAGARPA, 2015. Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de miel. 3ª ed. pp:59-60.
- Sandoval-Legazpi J. de J., B. L. Figueroa-Rangel, y J. G. Pérez M. 2017. Manejo de escenarios mediante clima y suelo en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) 2010-2020: Valle del Grullo-Autlán, Costa Sur de Jalisco. *Revista Iberoamericana de las ciencias biológicas y agropecuarias* 6: 1-16.

- Schwägele, F. 2005. Traceability from a European perspective. *Meat Science* 71: 164-173.
- Segura, A., D. Saborío y M. Sáenz. 2003. Algunas normas de calidad en raíces y tubérculos tropicales de exportación de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 27: 49-61.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2016. Una definición clara de Inocuidad. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/una-definicion-clara-de-inocuidad-70674?idiom=es>. [Consultado 30 de Agosto 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) 2018a. Red de Inteligencia Sanitaria en todo el país <https://www.gob.mx/senasica/articulos/red-de-inteligencia-sanitaria-en-todo-el-pais> [Consultado 30 de Agosto 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2018b. Ingresará México a red internacional de laboratorios para la identificación de bacterias patógenas. <https://www.gob.mx/senasica/prensa/ingresa-mexico-a-red-internacional-de-laboratorios-para-la-identificacion-de-bacterias-patogenas> [Consultado 30 de Agosto 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) 2016b. Registro de plaguicidas agrícolas. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/registro-de-plaguicidas-agricolas?state=published> [Consultado 30 de Agosto 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2016c. Firman SENASICA y ganaderos Convenio de Concertación para trazabilidad. <https://www.gob.mx/senasica/>. [Consultado 30 de mayo 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) 2017. Protocolo de actuación para la exportación de papaya mexicana. <https://www.gob.mx/senasica/>. [Consultado 30 de mayo 2018].
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) 2016d. Planes de trabajo de Estados Unidos. "Published on the Internet:" <https://www.gob.mx/senasica/>. Consultado 15 de noviembre 2018].
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2017. <https://www.gob.mx/siap/es> [Consultado 30 de noviembre 2018].
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2018. <https://www.gob.mx/siap/es> [Consultado 20 de febrero 2019].
- SIAVI (Sistema de Información Arancelaria Vía Internet), 2018. <http://www.economia-snci.gob.mx/> [Consultado 21 de febrero 2019].

- SINEC (Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad) 2018. <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/index.xhtml> [Consultado 30 de Agosto 2018].
- Stranieri S., A. Cavaliere y A. Banterle. 2018. The determinants of voluntary traceability standards. The case of the wine sector. *Wine Economics and Policy* 7:45-53.
- Tarjan, L., I. Šenk, S. Tegeltija, S. Stankovski y G. Ostojic. 2014. A readability analysis for qr code application in a traceability system. *Computers and Electronics in Agriculture* 109: 1-11.
- Tafur G. 2009. La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 22: 330-338.
- Trienekens, J. H., P. M. Wognuma, A. J. M. Beulens y J. G. A. J. van der Vorst. 2012. Transparency in complex dynamic food supply chains. *Advanced Engineering Informatics* 26: 55-65.
- Troyo-Diéguez E., R. Servín-Villegas, J. G. Loya-Ramírez, J. L. García-Hernández, B. Murillo-Amador, A. Nieto-Garibay, A. Beltrán, L. Fenech y G. Arnaud-Franco. 2006. Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. *Universidad y Ciencia* 22: 191-203.
- Tsolakis N., Keramydas C., Toka, A., Aidonis, D. and Iakovou, E. 2014. Agrifood supply chain management: A comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy. *Biosystems engineering* 120:47-64
- Tun-Canto G. E., T. Álvarez-Legorreta, G. Zapata-Buenfil y E. Sosa-Cordero. 2017. Metales pesados en suelos y sedimentos de la zona cañera del sur de Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 34: 157-169.
- UN COMTRADE, 2017. Importaciones de taro a los Estados Unidos de América. <https://www.trademap.org/>. [Consultado 30 de noviembre 2018].
- USDA (United States Department of Agriculture) 2015. <https://www.aphis.usda.gov/aphis/home> [Consultado 30 de noviembre 2018].
- Valdez-Gardea, G. C., G. R. Torrescano-Urrutia, A. Sánchez-Escalante, R. Paz-Pellat, M. G. Vázquez-Palma y D. A. Pardo-Guzmán. 2011. Acortando la brecha digital para la trazabilidad sanitaria: El problema de la transferencia tecnológica en la ganadería sonorensis, caso sitagan. *Estudios Sociales* 19: 142-174.
- Van Dorp, C.A., 2002. Extending ERP with Recipe and Material Traceability, in Eight Americas Conference on Information Systems.
- Vianchá-Sánchez, Z. H. 2014. Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y Desarrollo* 32: 138-154.

- Vilaboa A. J. La ganadería doble proposito desde una visión agrosistémica. *Agroproductividad* 9-15.
- Viloria, H. y C. Córdova. 2008. Sistema de producción de ocumo chino (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en la parroquia Manuel Renaud del municipio Antonio Díaz del estado Delta Amacuro, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 8: 98-106.
- Wang, J., Y. Huili y Z. Zhou. 2017. An improved traceability system for food quality assurance and evaluation based on fuzzy classification and neural network. *Food Control* 79: 363-370.
- Zou, Z., Q. Chen, Q. Chen, I. Uysal y L. Zheng. 2017. Radio frequency identification enabled wireless sensing for intelligent food logistics. *Royal Society* 372: 1-16.

## 11. ANEXOS

### A. Cuestionario productores



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

Campus Veracruz

### CUESTIONARIO

El presente cuestionario tiene como objetivo recabar información de los productores que cultivan la malanga en el municipio de Actopan, Veracruz, a fin de proponer un modelo de trazabilidad. Será llenado durante una entrevista realizada al productor.

La información recabada será confidencial y se empleará solo con fines de investigación

Localidad: \_\_\_\_\_

Fecha de visita: \_\_\_\_\_ Coordenadas GPS: \_\_\_\_\_

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

#### Antecedentes de siembra

1. ¿Cuántos años lleva cultivando la malanga? \_\_\_\_\_
2. ¿Cuántas hectáreas de malanga siembra? \_\_\_\_\_
3. Los terrenos donde siembra. ¿Están juntos o por separados? \_\_\_\_\_
4. Utilizan fechas de siembra o siembra escalonada? Si ( ) *continúe* No ( ) *pase a la pregunta 6*
5. ¿Cuáles son las fechas de siembra? \_\_\_\_\_
6. ¿En qué fecha siembra? \_\_\_\_\_

#### Plantación

7. ¿Qué otros cultivos están sembrados alrededor de su cultivo de malanga? \_\_\_\_\_
8. ¿Qué variedad tiene en producción? Malanga coco  lila  No sabe
9. ¿De dónde provienen los hijuelos que siembra? \_\_\_\_\_
10. ¿Lleva un registro de los hijuelos? Si ( ) No ( ) *Continúe*
11. ¿De qué forma realiza la siembra? Manual  mecanizada
12. ¿Ha realizado análisis de suelo al terreno en donde cultiva la malanga? Si ( ) *Continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 14*
13. ¿Con qué frecuencia realiza el análisis? Mes  Semestral  Anual  Más de año   
NA

#### Fertilización

14. ¿Aplica algún fertilizante al cultivo de malanga? Si ( ) *Continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 24*
15. ¿Qué tipo de fertilizante utiliza? Orgánico  Químico
16. Mencione el o los nombres de los fertilizantes. \_\_\_\_\_
17. ¿En dónde compra los fertilizantes? \_\_\_\_\_
18. ¿Con qué frecuencia aplica el (los) fertilizante (s) y que cantidad? \_\_\_\_\_
19. ¿De qué forma lo aplica? manual  mecánica  Ambos



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

## Campus Veracruz

20. ¿Lleva un control de las aplicaciones de dichos fertilizantes? Si ( ) No ( ) *Continúe*

## Control de plagas

21. Realiza control de fauna domestica y/o silvestre en el área de cultivo? Si ( ) No ( )
22. ¿Qué tipo de control utiliza? \_\_\_\_\_
23. Mencione el nombre de la fauna que controla en el cultivo de la malanga \_\_\_\_\_
24. ¿Qué tipo de control de insectos utiliza? Químico  Trampas  Ninguno   
Otro \_\_\_\_\_ *Pase a la pregunta 31*
25. Mencione el o los nombres de los insecticidas y/ o trampas \_\_\_\_\_
26. ¿En dónde compra los insecticidas y/o trampas? \_\_\_\_\_
27. La aplicación es de forma: manual  mecánica  Ambos
28. ¿Con qué frecuencia aplica el (los) insecticida (s) al cultivo de malanga? \_\_\_\_\_
29. ¿Lleva un control de las aplicaciones de dichos insecticidas y/o trampas? Si ( ) No ( ) *Continúe*
30. Mencione el nombre de los insectos que controla en el cultivo de la malanga \_\_\_\_\_
31. ¿Qué tipo de control de maleza utiliza? Químico  Manual  Combinado
32. Mencione el o los nombres de los herbicidas. \_\_\_\_\_
33. ¿En dónde compra los herbicidas? \_\_\_\_\_
34. La aplicación es de forma: manual  mecánica
35. ¿Con qué frecuencia aplica el (los) herbicidas (s) al cultivo de malanga? \_\_\_\_\_
36. ¿Lleva un control de las aplicaciones de dichos herbicidas? Si ( ) No ( ) *Continúe*
37. Mencione el nombre de las malezas que combate en el cultivo de la malanga \_\_\_\_\_
38. ¿Realiza control de enfermedades? Si ( ) No ( ) *Continúe*
39. ¿Qué tipo de control de enfermedades utiliza? Químico  Manual  Combinado
40. Mencione el nombre de las enfermedades que se presenta en la malanga \_\_\_\_\_
41. ¿En dónde compra el químico que utiliza? \_\_\_\_\_

## Manejo y uso del agua

42. ¿Ha realizado análisis microbiológico al agua que utiliza para el riego de la malanga? Si ( ) *Continúe* No ( )  
*Pase a la pregunta 44*
43. ¿Con que frecuencia realiza el análisis? Mes  Semestral  Anual  Otro \_\_\_\_\_
44. ¿De dónde proviene el agua? \_\_\_\_\_
45. ¿Cuenta con algún permiso para el uso del agua? Si ( ) No ( ) *Continúe*
46. ¿Qué tipo de riego utiliza? (rodado) \_\_\_\_\_

## Cosecha

47. ¿Ha realizado un análisis de residuos (LMR) al corno (malanga)? Si ( ) *Continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 49*
48. ¿Con qué frecuencia realiza los análisis? Mes  Semestral  Anual



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

## Campus Veracruz

49. En la recolección de la malanga. ¿Qué utilizan para empacarlos? Costales  Arpillas  Granel

50. ¿En dónde compra los materiales que utiliza para empacarlos? \_\_\_\_\_

51. ¿A quién le venden su producción? \_\_\_\_\_

52. ¿Qué cantidad destina?

Mercado	Intermediario	Empacadora	Otro
Porcentaje			

53. Mencione el nombre de sus compradores \_\_\_\_\_

54. ¿Sus compradores le piden algunas características específicas de la malanga? \_\_\_\_\_

55. Cuando realiza la venta. ¿Usted le lleva la malanga hasta el destino o la recogen en la parcela?

56. ¿Cuánto tiempo transcurre entre la cosecha y el transporte de la malanga hacia su destino? \_\_\_\_\_

57. El transporte en donde coloca su producción es: propia  rentada  otro \_\_\_\_\_

58. ¿Lleva un registro de sus ventas de producción? Si ( ) No ( )

## Generalidades

59. ¿Cuántos trabajadores utiliza en el cultivo de la malanga dependiendo la actividad?

Actividad	Preparación del terreno	Siembra	Riego	Aplicación de fertilizante	Aplicación de insecticidas	Aplicación de herbicidas	Cosecha
Nº de trabajadores							

Fin del cuestionario.

Muchas gracias por su participación.

## B. Cuestionario de empacadora



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

Campus Veracruz

### CUESTIONARIO

El presente cuestionario tiene como objetivo recabar información de las empacadoras exportadoras de malanga en el municipio de Actopan, Veracruz, para proponer un modelo de trazabilidad. Será llenado durante una entrevista realizada al representante de cada empacadora con base en los procesos de empaque.

La información recabada será confidencial y se empleará solo con fines de investigación

Localidad: \_\_\_\_\_

Fecha de visita: \_\_\_\_\_ Ubicación GPS: \_\_\_\_\_

Nombre de la empacadora: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Recepción e ingreso de la materia prima (malanga)

1. ¿Conoce a los proveedores de la malanga? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 3*
2. ¿Cuántos proveedores tiene? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuenta con un registro actualizado de cada proveedor? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 5*
4. ¿Qué datos (dirección, teléfono, correo, etc.) contiene dicho registro? \_\_\_\_\_
5. ¿De qué localidades proviene la malanga que recibe? Santa Rosa  Los ídolos  La esperanza   
Otras: \_\_\_\_\_
6. ¿Qué cantidad de malanga recibe en promedio por mes? \_\_\_\_\_
7. ¿Cuáles son las características (peso, tamaño, forma, madurez, color, variedad) que debe tener la malanga que recibe de sus proveedores? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. ¿Tienen un código para identificación del producto de manera interna? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 10*
9. ¿Cómo está conformado el código? \_\_\_\_\_
10. ¿Lleva un registro de la cantidad de malanga que ingresa a la empacadora? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 12*
11. ¿Los registros de recepción de la malanga cuentan al menos con la siguiente información?  
Fecha  Folio  Responsable  peso  proveedor   
Otro \_\_\_\_\_ *continúe*
12. ¿Qué otras actividades realizan durante la recepción de la malanga? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
13. ¿Qué características tiene el área de descarga? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

### Campus Veracruz

Limpieza y selección primaria de la malanga

14. ¿Quiénes son sus proveedores de insumos para los procesos de limpieza? \_\_\_\_\_
15. ¿Quiénes son sus proveedores de insumos para los procesos de empaque? \_\_\_\_\_
16. ¿Cuenta con un registro actualizado de los proveedores de insumos? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 18*
17. ¿Qué datos incluye su registro? \_\_\_\_\_
18. ¿Cuenta con un inventario de los insumos que utiliza? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 20*
19. ¿Sigue alguna norma específica para el inventario? Indique ¿cuál? \_\_\_\_\_
20. ¿Cómo le afecta el no tener un inventario? \_\_\_\_\_
21. ¿La línea de empaque es automatizada? Si ( ) No ( ) *continúe*
22. ¿Total de horas que opera por día? \_\_\_\_\_
23. ¿Total de meses que opera al año? \_\_\_\_\_
24. Indique las actividades básicas de la limpieza de la malanga antes del proceso de lavado. \_\_\_\_\_
25. Durante la limpieza, ¿Qué sustancias utiliza para la limpieza de los utensilios? \_\_\_\_\_

### Lavado, desinfección y secado

26. ¿De dónde proviene el agua que utilizan para lavar la malanga? Subterránea  Superficial  Ambas
27. ¿Realiza análisis microbiológico del agua? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 29*
28. ¿Con qué frecuencia? Mensual  Semestral  Anual  Otro \_\_\_\_\_
29. ¿Qué sustancias se añaden al agua para lavar la malanga? \_\_\_\_\_
30. Después del lavado de la malanga. ¿Qué sustancias utiliza para desinfectar la malanga? \_\_\_\_\_
31. ¿Cómo realiza el secado del producto? \_\_\_\_\_

### Selección del corno para su exportación

32. ¿Cuáles son las características (peso, tamaño, forma, madurez, color, variedad) que el corno debe reunir para su exportación? \_\_\_\_\_
33. Quitando las mermas. ¿Cuántas toneladas procesan como máximo al día? \_\_\_\_\_

### Proceso de empaque y empalletado

34. ¿Qué material utilizan para empacar la malanga? \_\_\_\_\_
35. ¿Cuáles son las características de este material? \_\_\_\_\_
36. ¿Qué información (fecha, peso, variedad etc.) contiene la malanga empacada? \_\_\_\_\_



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

### Campus Veracruz

37. ¿Utiliza algún software como sistema de identificación (código de barras, RFID, QR)? Si ( ) *continúe*  
No ( ) *Pase a la pregunta 39*
38. Mencione ¿Cuál? \_\_\_\_\_
39. ¿Conoce los peligros y riesgos de contaminación que se pueden presentar en el proceso de empaque de la malanga? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 41*
40. En caso afirmativo indique ¿Cuáles? \_\_\_\_\_
41. ¿Ha realizado análisis microbiológicos a la malanga (corno)? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 43*
42. ¿Con qué frecuencia los realiza? Mensual  Semestral  Anual  Otro \_\_\_\_\_

### Almacenamiento (cámara de frío)

43. ¿Dispone de cuarto frío para almacenamiento de la malanga? Si ( ) No ( )
44. ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento? \_\_\_\_\_
45. ¿Cómo registra la temperatura? Electrónico  manual  No lleva registro
46. ¿Por cuánto tiempo almacena la malanga? \_\_\_\_\_
47. ¿Lleva un registro del tiempo que se almacenada la malanga? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 49*
48. ¿Qué datos contiene el registro de almacenamiento? \_\_\_\_\_

### Carga de la malanga al contenedor.

49. ¿Qué condiciones (temperatura, limpieza, capacidad etc.) debe de tener el contenedor? \_\_\_\_\_
50. ¿Qué documentación con respecto a la carga de malanga debe llevar el transportista? \_\_\_\_\_

### Salida de la mercancía hacia su destino

51. ¿A qué mercados envía la malanga? Exportación  Nacional  Local
52. ¿Cuáles son los países a los que exporta? Estados unidos \_\_\_\_\_ Canadá \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_
53. ¿Cuál es el volumen (%) que destina a cada mercado? \_\_\_\_\_
54. ¿A cuántas empresas le vende la malanga? Una  dos  tres  más de cuatro
55. ¿Cuenta con un registro de dichas empresas? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 57*
56. ¿Qué información contiene dicho registro? \_\_\_\_\_
57. ¿Cuenta con un contrato de compra venta? Si ( ) No ( )
58. ¿Qué tipo de INCOTERM utiliza y de qué año? EXW \_\_\_\_\_ FOB \_\_\_\_\_ CIF \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_
59. ¿Alguna vez le han devuelto el producto por alguna irregularidad? Si ( ) *continúe* No ( ) *Pase a la pregunta 61*
60. Mencione ¿Cuál fue esa irregularidad? \_\_\_\_\_



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

### Campus Veracruz

#### Generalidades

61. ¿Cuántos trabajadores de planta tiene? \_\_\_\_\_
62. En promedio. ¿Cuántos trabajadores temporales contrata al año? \_\_\_\_\_
63. ¿Cómo distribuye al personal, desde que recibe la malanga hasta que la envía? \_\_\_\_\_
64. ¿Cuáles son las medidas de seguridad e higiene con que cuentan los empleados en este proceso? \_\_\_\_\_
65. ¿El personal cuenta con capacitación por parte de la empresa? \_\_\_\_\_
66. ¿Quién lo capacita, en que temas y con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

Fin del cuestionario.  
Muchas gracias por su participación.

**C. Portada del cuaderno de campo de producción de malanga.**

Información de la explotación agrícola					
<b>Nombre del productor:</b>		Hugo Montiel López	<b>Código del productor (SENASICA):</b>		<b>P001MVA</b>
<b>Estado:</b>	<b>Municipio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Ha. sembradas:</b>	<b>2</b>	
Veracruz	Actopan	La Esperanza	<b>Celular:</b>	<b>78932382</b>	
Descripción de la explotación agrícola					
<b>Ubicación geográfica:</b>					
Se realiza un croquis del área de cultivo					
<b>Límites de la explotación agrícola:</b>					
Con quien colinda y/o que hay alrededor de la parcela					
<b>Datos de superficie destinada</b>	<b>Parcela 1</b>	<b>Parcela 2</b>	<b>Parcela 3</b>	<b>Parcela 4</b>	<b>Parcela 5</b>
<b>Cultivada</b>	1ha	1ha			
<b>Otros cultivos</b>	mango	caña			
<b>Superficie total</b>	3 ha	5 ha			
Este código está conformado por el productor (P); número de productor (001...n); nombre del producto a exportar, en este caso malanga (M); inicial del nombre del estado donde se produce la malanga, ejemplo, Veracruz (V); e inicial del municipio de producción, para este caso, Actopan (A). De esta manera el código para los productores de malanga en el municipio de Actopan sería: <b>P001MVA</b> .					

Fuente: Elaboración propia, 2019.

<b>Historial del terreno en donde se siembra la malanga</b>					
<b>Año 2019</b>	<b>Parcela 1</b>	<b>Parcela 2</b>	<b>Parcela 3</b>	<b>Parcela 4</b>	<b>Parcela 5</b>
<b>Superficie de la parcela</b>	2 ha	1 ha			
<b>Cultivo</b>	caña	malanga			

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El productor sabe cómo divide los terrenos, donde siembra sus diferentes productos, por lo que, de acuerdo a la división que el productor realice, cada parcela será un lote para facilitar la trazabilidad de la malanga en campo. En general si se refiere a una parcela 1, 2 o 3 equivale a los lotes 1, 2 o 3.

Registro de aplicación de fertilizantes y abonos

<b>Fecha de siembra de la malanga:</b>		30 septiembre 2018					
<b>Fecha de aplicación</b>	Parcela	Nombre del fertilizante/abono	Cantidad (kg/ha)	Forma de aplicación	Origen de fertilizante	Aplicado a:	Nombre de quien aplico el fertilizante
15/09/19	1	Lombricomposta	5	Manual	Puebla	Suelo	
10/09/18	2	Urea	10	Manual	Santa Rosa	Suelo	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### Registro de la aplicación de los plaguicidas al cultivo de malanga

Parcela (lote)	Fecha de aplicación	Plaga				Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (l/Ha)	Lugar de compra del plaguicida	Periodo de carencia	Equipo de aplicación	Estado fenológico						Nombre de quien aplica
		H	B	A	R							S	P	P2	P3	P4	F	
1	15/11/2019	x		x				Cardel		Mochila 1	x							
2	5/12/2019			x				Actopan		Mochila 2			x					
1	10/01/2019			x				Santa Rosa		Mochila 1					X			
2	10/03/2019			x													x	

Clave para plaga; H: Hongo, B: Bacteria, A: Acaro, R: Roedores

Clave para estado fenológico; S: siembra, P: primera hoja germinación, P2: 3 meses de edad, P3: 6 meses de edad, P4: 8 meses de edad, F: etapa final antes de la cosecha.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

### Registro de la venta de producción

Año de cosecha	Superficie (ha)	Número de costales	Nombre de la empaedora	Placa de transporte	Código del productor
2019	2	100	El remolino		<b>P001MVA</b>

#### D. Registro de las empacadoras exportadoras de malanga

El código que se le asignará a las empresas empacadoras, deberá estar conformado por la empacadora (E); número de empacadora (01...n); clave del estado donde se produjo la malanga, ejemplo, Veracruz (30). De esta manera, las empacadoras de malanga en el municipio de Actopan, Veracruz tendrían el código siguiente: E0130.

#### Registro de cosecha de la malanga

Empacadora el remolino S.A. de C.V.					
Fecha de cosecha	Superficie (ha)	Cantidad (libras)	Número de costales de campo	Código del productor	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### Registro de resultados de análisis del corno y agua

Empacadora el remolino S.A. de C.V.					
Fecha	Laboratorio	Resultado	Tipo de análisis	Producto analizado	Código de identificación del cargamento
			Microbiológico	Agua	
				Corno	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Registro de sustancias utilizadas para el lavado y desinfección del corno de la malanga

Empacadora el remolino S.A. de C.V.				
Fecha de ingreso a la empacadora	Código del productor	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (g/l)
		Aníbal		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Registro de salida del embarque (lote)

Empacadora el remolino S.A. de C.V.							
Fecha de ingreso a la empacadora	Cantidad (libras)	Número de arpillas	Número pallet	Código del embarque	Destino	Placa (número económico)	Fecha de salida del embarque
				Código de productor + código de la empacadora	Mc Allen, Texas, EUA		
				PMV002AE0130			

Fuente: Elaboración propia, 2019.