

## **Diseño de una estrategia para el desarrollo agrícola en el cultivo de amaranto en el valle de Atlixco, Puebla**

Josset Sánchez Olarte  
Beatriz Pérez Armendáriz  
Mariano Sánchez Cuevas  
Victoria Conde Ávila  
Luis Andrés Cabrera Mauleón  
Luis Daniel Ortega Martínez

### **Resumen**

El objetivo del presente es aumentar la información disponible para el manejo del cultivo de amaranto en la región del valle de Atlixco, para lo cual se obtuvo información bibliográfica para identificar características de la zona y algunos de sus problemas. Se realizó un taller aplicando un análisis FODA en los municipios que conforman el área de estudio, para identificar los ejes principales sobre los que se diseñó la estrategia, dirigidos a mejorar la dinámica de producción del cultivo de amaranto mediante una serie de acciones orientadas a la innovación tecnológica. Los resultados obtenidos indican, que el problema principal al cual se enfrentan los agricultores es la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, que se manifiestan en la disminución de rendimiento.

**Palabras clave:** FODA, estrategia, innovación tecnológica.

**Fecha de recepción:** 08-diciembre-2017      **Fecha de aceptación:** 31-enero-2018

### **Introducción**

En el valle de Atlixco, el amaranto *Amaranthus cruentus* es uno de los cultivos que está cobrando importancia, no solo por su valor nutritivo, sino también por el aporte que proporciona al ingreso de quienes lo producen, sin embargo, su uso, manejo y aprovechamiento se ha visto limitado por diferentes factores de carácter económico, político,

social, cultural y biológico. Por ello, es importante manifestar datos sustantivos que permitan mostrar a los actores involucrados en el ámbito agrícola, la importancia del diseño de una estrategia de desarrollo que contribuya en la mejora de su proceso de producción en dicha región (Sánchez *et al.*, 2015).

A través de la presente propuesta se valoró el diseño de un plan de desarrollo estratégico, que permitirá que productores, técnicos, instituciones y la población en general, amplíen capacidades y conocimientos, que propicien desarrollo económico y fomento productivo a través de la mejora en el cultivo de amaranto en Atlixco, Puebla.

### 1. Contexto general

De acuerdo con el SIAP (2011), a nivel nacional, son siete los estados productores del cultivo de amaranto, destacando el estado de Puebla por la mayor superficie sembrada con 2,269.60 ha, y el primer lugar de producción en el 2011 con 2,493.50 ton, tal como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Producción nacional de amaranto, bajo riego y temporal, en 2011**

N o.	Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosecha da (ha)	Sup. Siniestrada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1	Puebla	2,269.60	2,117.60	152	2,493.50	1.18	3,577.48	8,920.44
2	Tlaxcala	521	184	337	276	1.5	4,420.29	1,220.00
3	México	212.5	212.5	0	371.95	1.75	8,966.61	3,335.13
4	Morelos	206	206	0	284	1.36	15,008.15	4,279.36
5	Distrito Federal	137	137	0	176.35	1.29	22,356.13	3,942.50
6	Querétaro	5	5	0	4	0.8	14,781.25	59.12
7	Hidalgo	1	0	1	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>3,354.10</b>	<b>2,864.10</b>	<b>490</b>	<b>3,605.80</b>	<b>1.26</b>	<b>6,033.77</b>	<b>21,766.56</b>

Fuente: SIAP, 2011.

En la modalidad de riego, Puebla ocupa el segundo lugar en superficie sembrada con 5 ha, el tercer lugar en producción con 2 ton en modalidad de temporal, el primer lugar a nivel nacional con respecto a la superficie sembrada con 2,264.60 ha, y el primer lugar en producción obtenida en 17 municipios, destacando Tochimilco, Atzitzihuacan, Cohuecan, Tecamachalco y Atlixco. El municipio con mayor superficie sembrada es Tochimilco, con 1,095.30 ha y una producción de 1,095.30 ton; es decir, produce 1 tonelada por ha (ver Cuadro 2). En la actualidad, continúa siendo uniforme su producción.

**Cuadro 2. Producción estatal de amaranto en riego y temporal, en 2011**

N o.	Ubicación	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosecha da (ha)	Sup. Siniestrada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
1	Tochimilco	1,095.30	1,095.30	0	1,095.30	1	3,650.00	3,997.84
2	Atzitzihuacan	400	400	0	600	1.5	2,800.00	1,680.00
3	Cohuecan	260	260	0	364	1.4	2,800.00	3,019.20

Fuente: SIAP 2011.

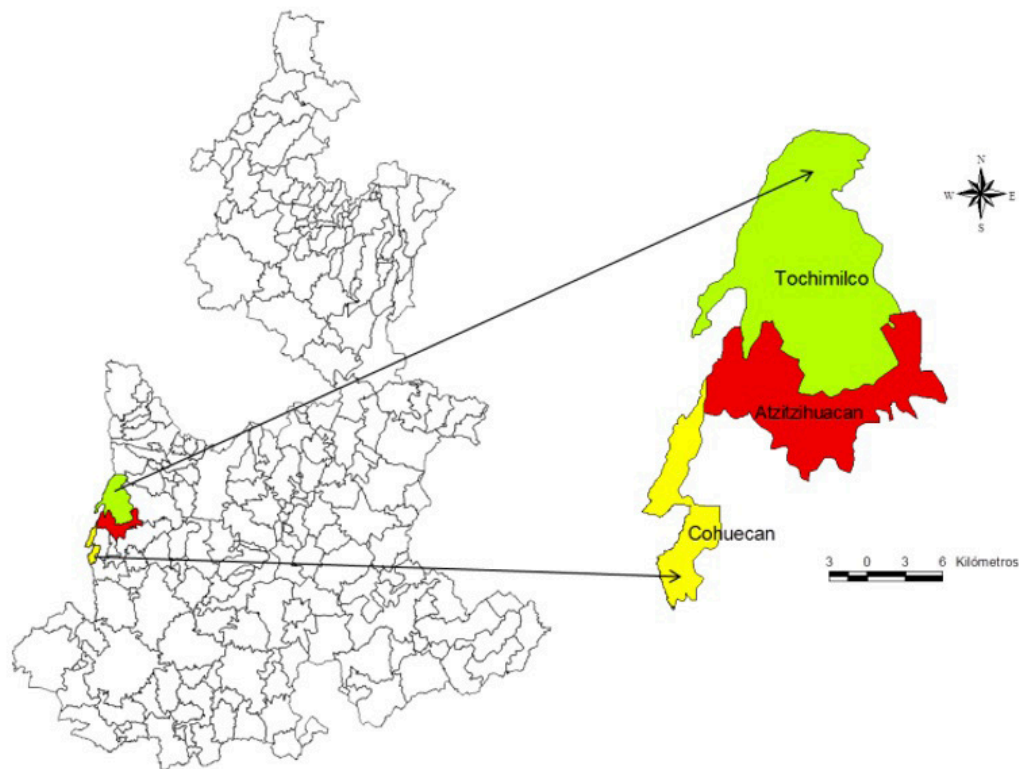
Tecamachalco produce el amaranto bajo condiciones de riego en una superficie de 5 hectáreas, obteniendo una producción total de 2 toneladas; es decir, 0.4 toneladas por ha, y el resto de los municipios produce mediante el sistema de temporal. En el caso del Valle de Atlixco, Puebla, se practica en condiciones de agricultura campesina y su producción se orienta principalmente al mercado, a través de intermediarios, a fin de obtener recursos económicos que aporten al ingreso de la unidad de producción (Sánchez *et al.*, 2016).

## 2. Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Atzitzihuacan, Cohuecan y Tochimilco (ver Figura 1), estos se localizan en la parte suroeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son: Atzitzihuacan, los paralelos son 18° 46' 00" y 18° 53' 24" de latitud norte y

los meridianos  $98^{\circ} 28' 54''$  y  $98^{\circ} 42' 00''$  de longitud occidental; de Cohuecan los paralelos son  $18^{\circ} 41' 4''$  y  $18^{\circ} 50' 48''$  de latitud norte y los meridianos  $98^{\circ} 39' 42''$  y  $98^{\circ} 44' 8''$  de longitud occidental; y de Tochimilco los paralelos son  $18^{\circ} 49' 12''$  y  $49^{\circ} 02' 54''$  de latitud norte y los meridianos  $98^{\circ} 31' 42''$  y  $94^{\circ} 43' 00''$  de longitud occidental. Tienen una altitud promedio de 2,060 m.s.n.m (INEGI, 2012).

**Figura 1. Ubicación del área de estudio**



Fuente: elaboración propia.

La recopilación de información en primera instancia se realizó a través de la búsqueda de datos en fuentes secundarias (Rojas, 2002), que permitió identificar la escasa información que existe en el área de estudio. Además, se aplicó una encuesta a 45 productores, complementada por un análisis FODA, el cual, de acuerdo a Thompson y Strikland (1998), es una herramienta metodológica que contribuyen a diagnosticar la situación interna y externa de organizaciones, empresas y grupos sociales.

Para la elaboración de la estrategia de desarrollo agrícola, con un enfoque integral de las diversas características multidimensionales, se utilizó el modelo propuesto por la FAO (1999), para lo cual se evaluaron tres dimensiones:

Medioambiental: protección medioambiental y ordenación de los recursos de tierras.  
Social: cohesión social, igualdad y reducción de la pobreza, políticas e instituciones.

Económica: seguridad alimentaria, desarrollo económico y ciencia, innovación y tecnología.

Para la elaboración de cada una de las etapas del proceso de planificación, se auxilió el proceso de una serie de metodologías que contribuyen a que los componentes del plan surjan como un todo armónico, que se va desarrollando en forma coherente y articulado en cada una de las fases del proceso de planificación (Silva, 2003). De esta manera, las fases de esta metodología a partir de la aplicación del análisis FODA fueron:

- Diagnóstico.
- Vocaciones para el desarrollo local.
- Definición de los objetivos estratégicos y específicos.
- Definición de una estrategia para el desarrollo (FODA).

### **3. Resultados y discusión**

De acuerdo a la información captada por la encuesta aplicada a 45 productores de amaranto de la zona, objeto de estudio, se encontró que el amaranto es cultivado especialmente para la elaboración de dulces típicos, atole, tamales y para algunas comidas para el autoconsumo. La edad promedio de los productores es de 56 años, la superficie promedio en donde cultivan el amaranto es de 0.5 ha en terrenos en su mayoría de temporal. De esta forma, para el diseño de la estrategia los resultados se presentan a continuación:

### 3.1 Diagnóstico

#### *Del proceso de producción*

De acuerdo a Sánchez *et al.* (2015), el proceso de producción del amaranto que los agricultores de la región desarrollaron, está basado en su conocimiento local, el cual se ha transmitido de generación en generación.

- a) Preparación del terreno: para esta actividad, los productores realizan el barbecho, rastreo y finalmente el surcado. Esta última se realiza con el uso de arado de tracción animal, para las dos primeras labores, la mayoría de los productores regularmente usan maquinaria agrícola.
- b) Siembra: la siembra se realiza de forma manual, con previa incorporación de rastrojos o estiércol de ganado, posteriormente depositan la semilla en el mismo agujero de forma mateada, la cual cubren con una pequeña capa de tierra.
- c) Aclareo: una vez emergida las plantas y tienen una altura de 5 cm, los productores realizan un aclareo, el cual consiste en la eliminación de plantas de cada punto, dejando de tres a cuatro plantas por mata, permitiendo a las plantas desarrollarse mejor, sin competencia por luz ni nutrientes.
- d) Control de malezas: para el control de malezas los productores realizan hasta tres escardas por ciclo de cultivo, que consiste en eliminar la hierba con el uso de azadón o coa, lo que le permite al cultivo crecer sin competencia ni hospederos, de plagas y enfermedades.
- e) Fertilización: para nutrir al cultivo, los productores emplean diferentes dosis de fertilizantes químicos, generalmente con urea (46-00-00) y DAP (18-46-00), de estos solo realizan una aplicación por ciclo de cultivo, complementándola regularmente con estiércol de ganado.
- f) Control de plagas y enfermedades: los productores desconocen los productos que pudieran emplear para el control de plagas y enfermedades, por ello, no realizan un control formal; no obstante, aun cuando en los últimos años han sufrido daños importantes que afectan el rendimiento causado por plagas y enfermedades. Otro problema que se ha detectado es que los productores no tienen claro qué es una plaga o una enfermedad, y tienden a confundir estos conceptos.

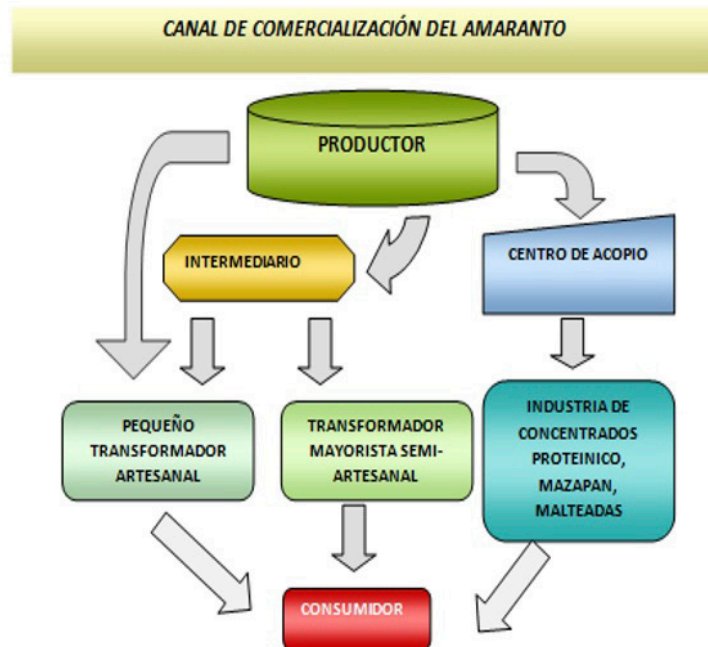
g) Cosecha: la cosecha se realiza cuando las plantas empiezan a modificar su apariencia (amarillentas), la cual cortan durante la mañana que aún se encuentra húmeda por el rocío, las apilan en hileras sobre el terreno. Cabe mencionar que las plantas que los productores van a utilizar como semilla para el próximo ciclo, las dejan sin cortar en el campo esperando a que esta complete su madurez fisiológica y pueda tener una buena germinación.

### ***De la comercialización del amaranto***

En la comercialización del amaranto, resalta el “intermediario”, el cual, una vez que el agricultor realiza la cosecha y es llevada a su casa, en ese momento adquiere la cosecha pagándole al agricultor en ese mismo instante.

Aunque existen productores que comercializan directamente en los centros de acopio, no necesariamente proporcionan toda la cosecha en esos centros, ya que el cultivo de amaranto está regido por la oferta y la demanda; por consiguiente, un 50% es vendido al intermediario. El canal de comercialización se representa en la figura 2.

**Figura 2. Canal de comercialización del amaranto**



Fuente: Comité Sistema Producto Amaranto.

Los centros de transformación y comercialización del amaranto que se encuentran en el estado de Puebla, son los siguientes: Productos Nutricionales Tochialegría SPR de RI, que se dedica a la producción de cereal, harina, galletas, alegrías tradicionales y cubiertas con chocolate, artesanías, etcétera; Amarantus Popocatépetl SPR de RI, que se dedica a la producción de semilla apta para la industria y cereal; Centro de Acopio y Transformación Rancho Alegre SC de RS de CV, que cuenta con una nave de proceso en acondicionamiento; y el Grupo de Empresas Sociales Cooperativas Quali, que se dedica a la producción, acopio y transformación del amaranto en bebidas, botanas, cereales, galletas, golosinas y harina.

### ***De los apoyos públicos***

La investigación científica del amaranto ha demostrado no solo sus cualidades nutricionales, sino su versatilidad de uso y capacidad de adaptación a las condiciones agrícolas prevalecientes del altiplano mexicano.

El Plan de Acción Regional de Alimentación y Nutrición es una de las metas para la erradicación de la desnutrición y la conservación de los recursos naturales, y el amaranto presenta condiciones idóneas para cumplir con ese propósito, aunado al del rescate del acervo y el arraigo cultural.

En concordancia con esta dinámica, los esfuerzos gubernamentales se han enfocado en establecer una cadena productiva cuyo eje articulador sea la producción del amaranto, buscando no solo oportunidades para el productor, sino también para la población en general. De este modo, a través de la SAGARPA se ha establecido el programa de sistema, producto a lo largo de varios estados de la República Mexicana, como una estrategia de desarrollo rural sostenible y a largo plazo, con la que se pretende potencializar la capacidad productiva, la cohesión social, la cooperación institucional y el desarrollo económico local.

### ***Diagnóstico del sistema productivo***

Una vez analizada la información, se detectaron las capacidades de desarrollo, las oportunidades y potencialidades, así como los recursos disponibles para ello, donde se pueden destacar tres directrices para el cultivo del amaranto:



Producción primaria: producción con rendimientos de 1.8 y 2.0 ton/ha, alto índice de empleo en la mano de obra, principalmente en cosecha. Organizaciones de productores de forma creciente, que buscaban la integración para la obtención de apoyos y compras de insumos.

Comercialización: la comercialización en su mayoría se realiza a través de intermediarios, y a precios que determinan la oferta y la demanda. Únicamente un grupo ha consolidado el esquema de Agricultura por contrato especificada en la norma NMX-FF-114-SCFI-2009.

Transformación: la transformación se realiza en infraestructura de baja calidad en normatividad de alimentos, sólo un 20% de la producción se transforma en Puebla.

## **2. Vocaciones para el desarrollo local**

Dentro de la región de estudio se han encontrado grandes zonas con aptitudes potenciales para el cultivo de amaranto, dadas las condiciones específicas de suelo, clima, altitud (recursos naturales) y formas de cultivos, que permiten potencializar la producción y el proceso de desarrollo (ver Cuadro 3).

**Cuadro 3. Vocaciones del área de estudio**

	Potencialidades	Limitaciones	Problemas
		Se produce el grano solo en temporal.	
			Precios impuestos por el intermediario.
		Falta de difusión.	
			No se incluye en la dieta diaria.
<b>Infraestructura:</b>	Se cuenta con la maquinaria para reventar el amaranto.	La distancia a la reventadora es considerable	El amaranto se comercializa sin ningún valor agregado.
			Acceso limitado a las comunidades.
	Yacimientos de agua.		
<b>Instituciones:</b>	Presencia del Colegio de Postgraduados (CP). Disponibilidad del productor para adoptar nuevas tecnologías.	Falta de difusión del CP con los productores de la zona.	Acceso limitado a las innovaciones tecnológicas desarrolladas por el CP. Disminución en la producción.

Fuente: elaboración propia a partir de la investigación realizada durante 2015-2016.

### 3. Definición de los objetivos estratégicos y específicos

Los fines y la situación esperada, asociados en esta fase, se transforman en los objetivos estratégicos y específicos del presente trabajo, mismos que se definen como las aspiraciones en cada ámbito de desarrollo en que se ha dividido. De esta manera, los resultados mostraron algunos problemas relacionados con el cultivo del amaranto, donde se destaca la falta de conocimiento y acciones, para combatir las plagas y enfermedades que abaten a la región.

#### **4. Definición de una estrategia para el desarrollo (FODA)**

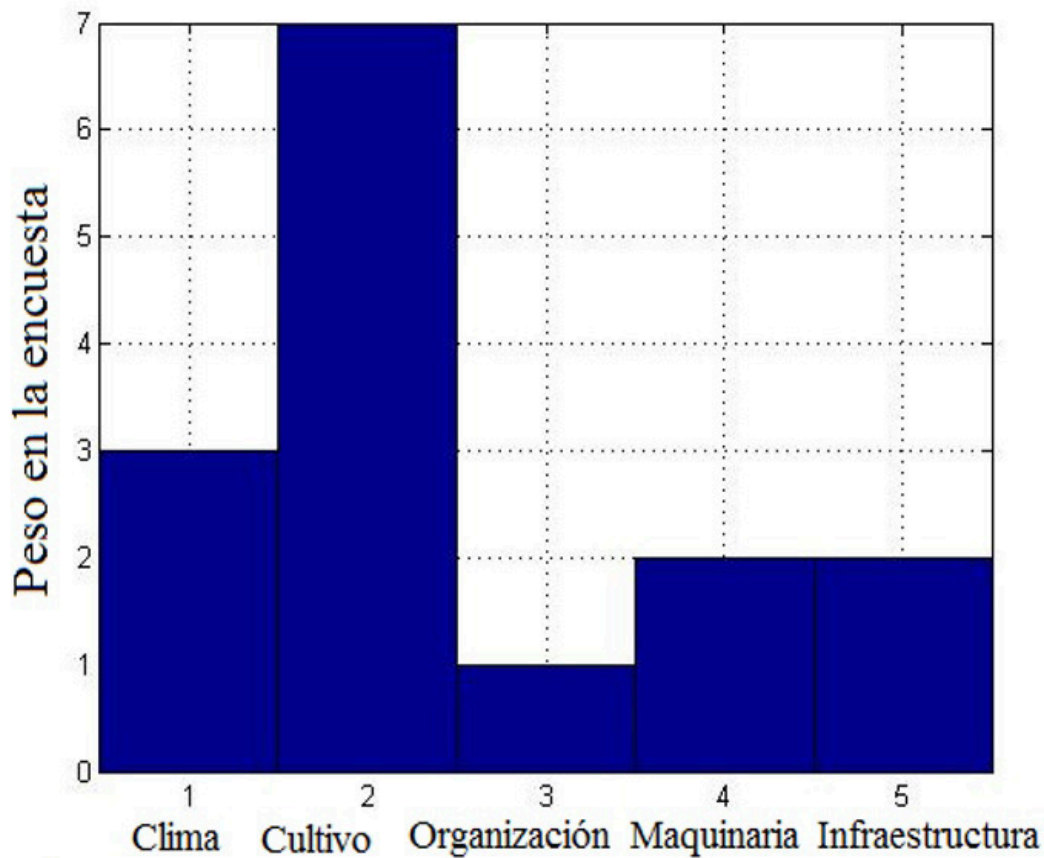
A partir del conocimiento del potencial económico local, análisis de los recursos y potencialidades de la zona, así como de las carencias y obstáculos para el desarrollo agrícola de la región, se planean las acciones para solventar el problema relacionado con las plagas y enfermedades en el cultivo del amaranto.

La estrategia determina las acciones necesarias para alcanzar los objetivos propuestos. En este artículo se recurrió a la técnica del análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), con la intención de estudiar para cada objetivo estratégico, las variables internas que son las fortalezas y debilidades del área en cuestión; y las externas que corresponden a las oportunidades y amenazas, que pueden condicionar o viabilizar el alcance de los objetivos. El diseño de la estrategia aquí planteada intenta identificar de forma adecuada, las características de la región para aprovechar al máximo las potencialidades (fortalezas y oportunidades) y minimizar los riesgos, enfrentando los desafíos de sus limitantes (debilidades y amenazas).

##### ***Fortalezas***

- Condiciones agroclimáticas óptimas para la producción de amaranto tradicional y orgánico en cultivos de temporal.
- Amplio conocimiento del cultivo tradicional con más de 30 años de experiencia.
- Existencia de grupos organizados de forma parcial.
- Potencial para el uso de maquinaria que optimice las cosechas.
- Infraestructura de dos centros de acopio y transformación de materia prima

**Figura 3. Fortalezas en el área e estudio**



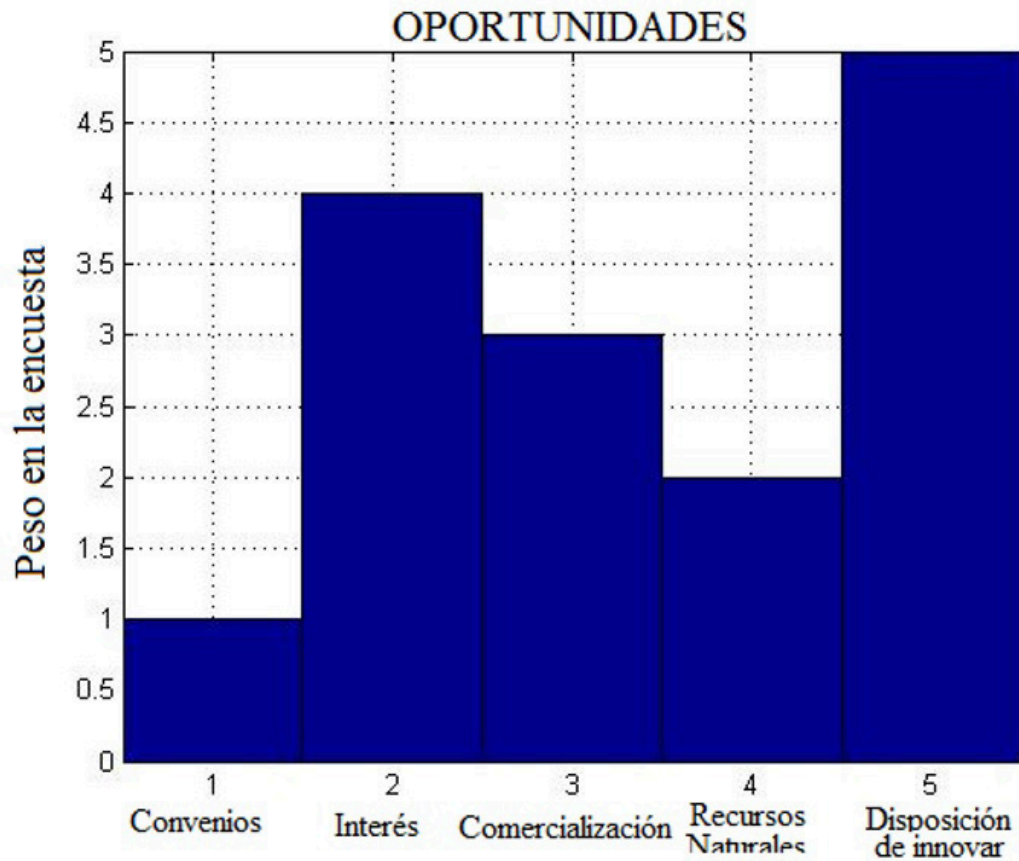
Fuente: elaboración propia.

### ***Oportunidades***

- Generación de convenios para la comercialización bajo un esquema de agricultura por contrato para contar con un mercado seguro.
- Creciente interés por el amaranto a nivel nacional e internacional.
- Interés de industrias transnacionales en el procesamiento y comercialización de productos de amaranto.
- Apoyo institucional (SDR, FIRA, Financiera Rural, FUPPUE, SAGARPA, SEDESOL, CNDI).
- Disposición para adoptar innovación tecnológica en tratamiento de plagas y enfermedades.
- Disposición para sembrar otros cultivos.

- Aprovechamiento de los recursos naturales de la región para potencializar cultivos.
- Promoción de empleos en los cultivos durante los ciclos de cosecha.
- Uso de residuos como abono y follaje.

**Figura 4. Oportunidades en la región**



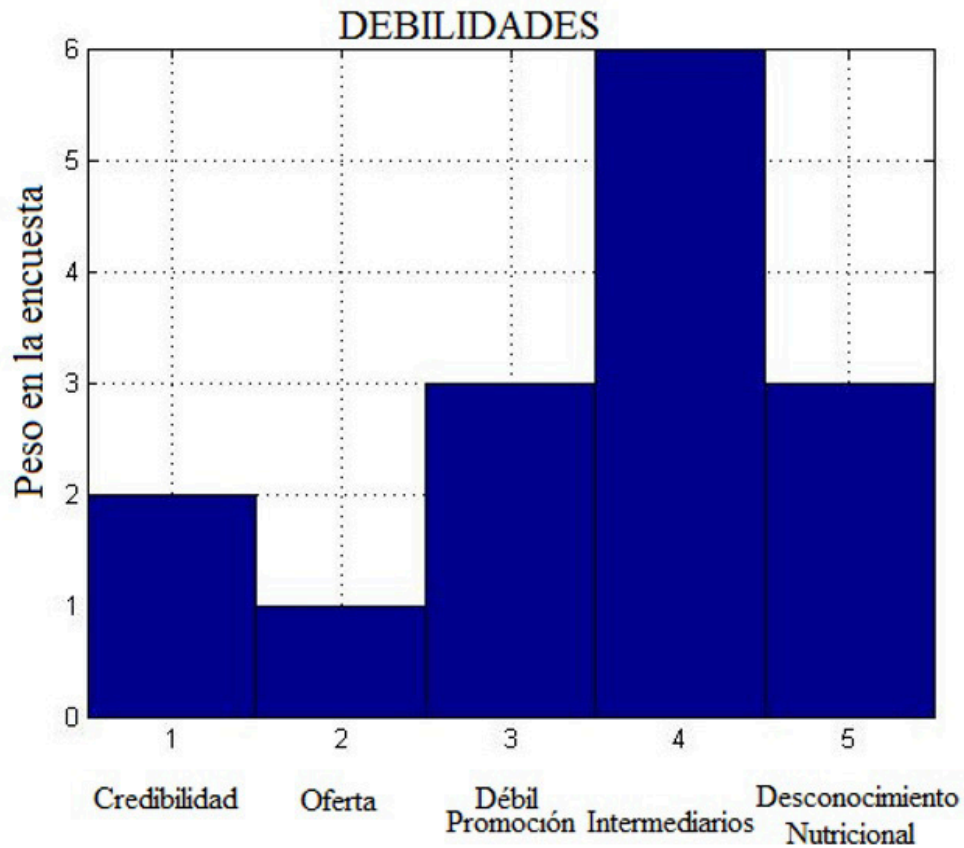
Fuente: elaboración propia.

### ***Debilidades***

- Poca o nula credibilidad en las instituciones locales.
- Bajo interés en los programas gubernamentales.
- Etapa crítica en recursos para la producción primaria.
- Promoción de venta de amaranto como materia prima.
- Comercio del amaranto acaparado por intermediarios en la región.
- Desconocimiento de la calidad nutricional de los productos elaborados artesanalmente.

- Débil promoción y oferta de los productos tradicionales elaborados con amaranto, pues son catalogados como dulces para gente de bajo estatus social.

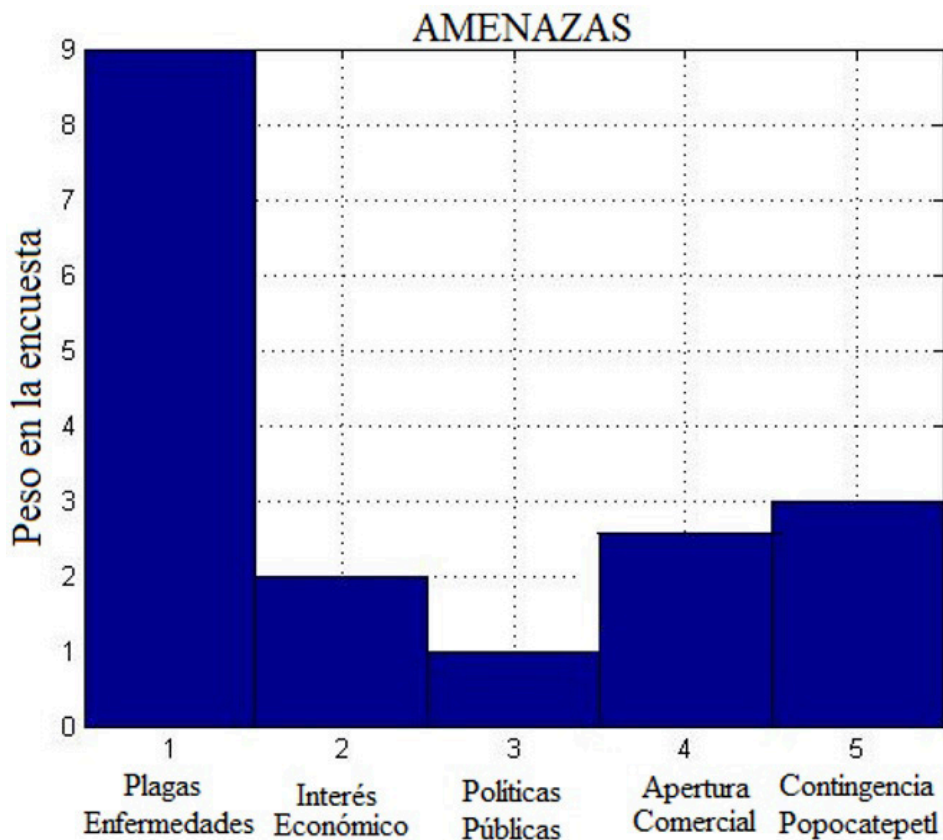
**Figura 5. Debilidades en el área de estudio**



Fuente: elaboración propia.

**Amenazas**

- Intereses económicos de grupos organizados en la región.
- Alta incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo.
- Cambios en la política gubernamental.
- Baja apertura de las fronteras comerciales.
- Latente contingencia del volcán Popocatepetl.

**Figura 6. Amenazas en el área de estudio**

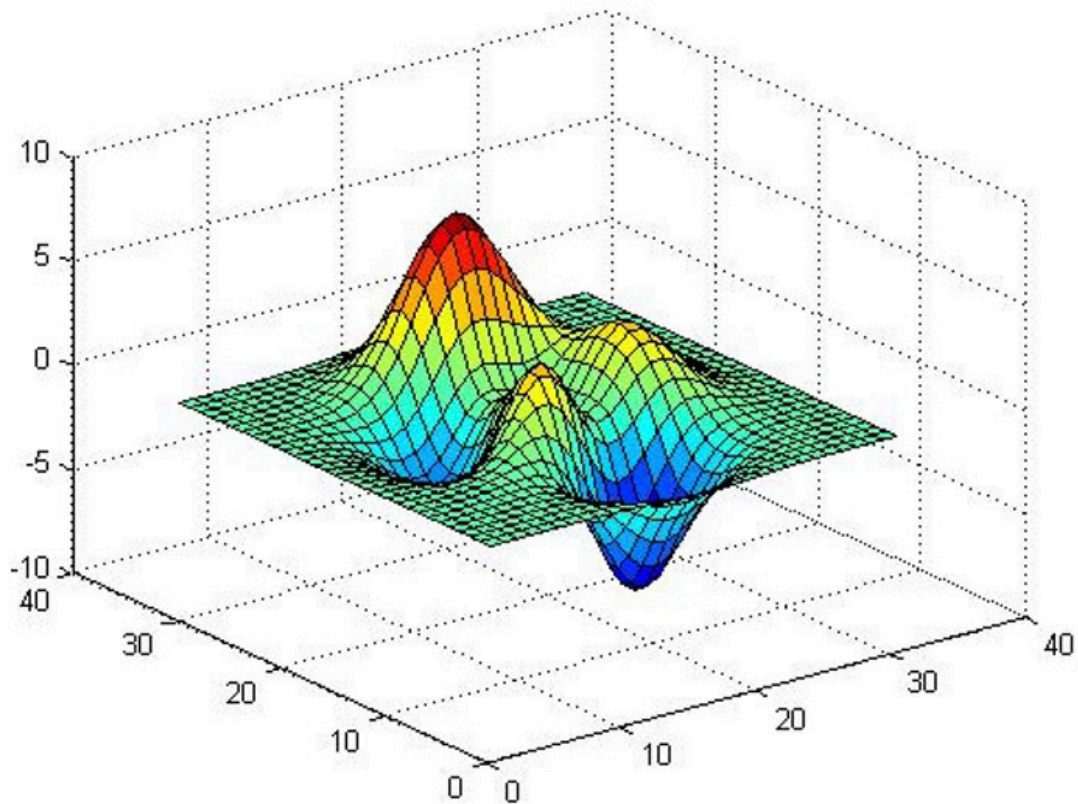
Fuente: elaboración propia.

### ***Acciones específicas a partir del análisis FODA***

Creación de los medios que involucren a todos los agentes económicos en este proceso, introducidos en la dinámica y la estructura, asociativa y de cooperación, en torno a una institución de seguimiento y ayuda a las iniciativas y acciones de desarrollo.

Creación de las condiciones generales e infraestructura adecuada, para permitir y facilitar el surgimiento de las iniciativas económicas, tomando en cuenta las necesidades detectadas y los objetivos perseguidos, creando así un entorno favorable para las empresas y negocios. Al realizar la integración del análisis FODA, se obtiene la gráfica tridimensional del cultivo del amaranto en el Valle de Atlixco (ver Figura 7).

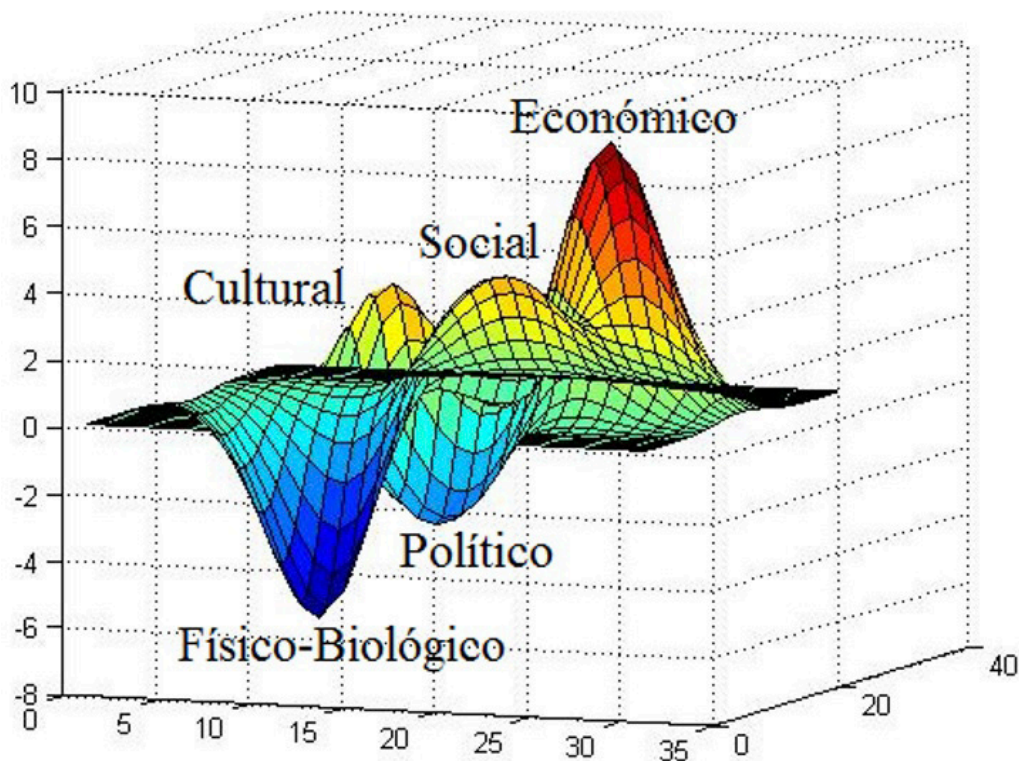
**Figura 7. Carácter multidimensional del amaranto**



Fuente: elaboración propia.

Medidas de acompañamiento y capacitación técnica relacionadas con formación de los recursos humanos para el proceso productivo del amaranto. Información continua y relevante de programas de desarrollo agrícola, promovidos por las diferentes instituciones. Además, se ponderaron cuantitativamente las características multidimensionales, donde se analizaron los pesos específicos de cada dimensión en el cultivo del amaranto (ver Figura 8).



**Figura 8. Carácter multidimensional del amaranto de forma cuantitativa**

Fuente: elaboración propia.

## 5. Propuesta para el diseño de una estrategia de desarrollo local

### *Establecer un paquete tecnológico propuesto para el cultivo de amaranto*

El paquete se plantea como una estrategia de desarrollo agrícola local, que pretende mejorar el proceso productivo del cultivo en la región. Este consiste en realizar una serie ordenada de pasos que le permitan al productor aumentar el rendimiento por unidad de superficie. Dentro de los requerimientos agroecológicos del cultivo, se considera la altitud. Al respecto, Espitia *et al.* (2010) reportan que *A. cruentus* está concentrada principalmente en un rango de 1,000 a 2,400 m.s.n.m. En cuanto a la temperatura, se ha mostrado una germinación óptima cuando se encuentra en un rango de 16 a 35°C. El mejor tipo de suelo para el cultivo del amaranto son los suelos francos bien drenados, con un pH arriba de 6, y debe existir una baja disponibilidad de humedad (Kauffman *et al.*, 1984b; Weber *et al.*, 1985).

### ***Seleccionar el sitio para la siembra***

En este aspecto, es importante tomar en cuenta: 1) que el tipo de suelo no sea arcilloso pesado; es decir, debe tener buen drenaje para que no se estanque el agua, ya que, en los suelos pesados, las raíces no se desarrollan bien y esto afecta el crecimiento de la planta; además, se crean las condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades. 2) Es necesario verificar que no existan plantas de amaranto silvestres, sobre todo en áreas de cultivo destinadas a la obtención de semillas, debido a que puede existir hibridación durante la producción de la semilla negra.

### ***Preparación del terreno***

La semilla de amaranto es muy pequeña, y a fin de asegurar una buena emergencia, se requiere contar con un terreno afinadamente suelto. Cuando termina la cosecha, se sugiere un barbecho y un rastreo, para incorporar al suelo los residuos de cosecha y así facilitar la penetración del agua. Se recomienda dar uno o dos pasos de rastra cuando inician las lluvias para eliminar toda la maleza que haya nacido después del barbecho. Posteriormente, se debe realizar el surcado a una separación de 80-85 cm y a una profundidad de 10-15 cm, dando la apariencia de una raya en el terreno.

### ***Variedades mejoradas***

Actualmente, en el mercado se pueden encontrar diferentes variedades de amaranto, entre las cuales se encuentran:

**Nutrisol:** los beneficios que presenta esta variedad son: un mayor rendimiento del grano, uniformidad en madurez y en altura de planta, aptitud para la cosecha mecánica y adaptación a diferentes ambientes. La variedad Nutrisol tiene una buena capacidad de reventado, por lo que puede ser utilizada en la elaboración de dulces y cereales. En harinas se puede utilizar en la elaboración de concentrados proteínicos, atole, leche etcétera.

**Rojita:** los beneficios que presenta, además de su precocidad, son: uniformidad en madurez, y en altura de planta, aptitud para cosecha mecánica y potencial para zonas de baja precipitación.

**Revancha:** los beneficios que presenta son: un alto rendimiento de grano, uniformidad en la madurez y en altura de planta, sustentabilidad de cultivo y aptitud para la cosecha mecánica.

**Amaranteca:** los beneficios que presenta esta variedad son: su maduración precoz (110-140 días), uniformidad en madurez y en altura de planta, aptitud para cosecha mecánica y potencial para zonas semitropicales, inclusive presenta buen comportamiento en siembras de invierno (marzo) en regiones libres de heladas.

**Dorada:** los beneficios que presenta esta variedad son su maduración precoz (115-150 días), uniformidad en madurez y en altura de planta, aptitud para cosecha mecánica y se adapta a fotoperiodos neutros.

### ***Siembra***

La mejor fecha de siembra para el cultivo de temporal es durante el establecimiento de las lluvias. En regiones como las zonas productoras de Morelos y Puebla, sin riesgos de heladas, las siembras pueden ser tanto de primavera-verano como de otoño-invierno; en el primer caso, las siembras de temporal pueden realizarse del 1º de junio al 10 de julio; mientras que en las siembras de otoño-invierno, la fecha óptima de siembra es del 1º de diciembre al 15 de enero.

Para la siembra directa de amaranto se usan de 4-6 kg de variedades mejoradas por hectárea, el cual puede sembrarse a chorrillo o de forma mateada directamente en el fondo del surco. Es muy importante realizar después de la emergencia un aclareo de plantas con la finalidad de que estas no estén muy amontonadas y evitar competencia entre ellas.

### ***Fertilización***

Se recomienda que antes de plantar el cultivo, se debe realizar un análisis de fertilidad y características físicas, químicas y biológicas de suelo, con la finalidad de poder determinar la dosis óptima de fertilización. De no contar con dicho análisis, se recomienda aplicar la fórmula de fertilización 80-40-00, aplicando todo el fósforo y la mitad de nitrógeno al

momento de la siembra, y el resto del nitrógeno después de la segunda escarda. Para alcanzar esta dosis se usan 87 kg de urea y 87 kg de súper fosfato de calcio triple a la siembra, y los otros 87 kg de urea en la segunda escarda. El fertilizante se puede aplicar en forma de banda o mateado a unos diez centímetros de donde se depositó la semilla, e igualmente para la segunda aplicación.

### ***Control de malezas***

Durante los primeros 30-40 días, el amaranto crece muy lentamente, por lo que es necesario mantener libre de maleza el cultivo; esto se logra con un control a través de escardas. La primera se realiza cuando la planta tiene entre 15-20 cm de altura y que la maleza no sea más alta que el cultivo; la segunda escarda se lleva a cabo cuando las plantas tienen 40 cm de altura aproximadamente. En algunos casos se utilizan herbicidas secantes con aplicación dirigida utilizando una campana. Hasta ahora no hay herbicidas selectivos para amaranto.

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

El cultivo de amaranto puede presentar ataques de diferentes plagas que de no controlarse a tiempo pueden causar importantes bajas en el rendimiento. Entre las principales plagas que pueden atacar al cultivo se encuentran: la gallina ciega (*Phytophaga* sp), la cual causa amarillamiento y muerte de plantas, debido a que se alimenta de las raíces del cultivo, si detectan estos insectos durante la preparación del terreno es recomendable realizar aplicaciones de insecticida sistémico Brigadier al 3% en dosis de 20 kg/ha antes de realizar la siembra.

Otra plaga que puede atacar el cultivo es la mosquita blanca (*Aleyrodidae*), el ataque lo realiza generalmente en las primeras fases fenológicas del cultivo y el daño que causa es un amarillamiento de la planta debido a que esta se alimenta de la savia, además de que es un transmisor importante de enfermedades, principalmente las causadas por virosis; para el control de esta plaga se recomienda la aplicación de insecticida Lannate + Plenum en dosis de 1 g/L de agua.

Además de estas, pueden presentarse diferentes plagas que se alimentan del follaje, las cuales pueden controlarse con aplicaciones de Lorsban 840E en dosis de 2-3 mL/L de agua.

### ***Control de enfermedades***

Al igual que las plagas, el amaranto es susceptible a ser atacado por varias enfermedades, entre las que se encuentran:

**Tizón del amaranto:** se observan lesiones necróticas con círculos concéntricos y un halo amarillento en las hojas, lo cual reduce el vigor de las plantas; en México es causado por *Alternaria tenuis*.

**Mancha negra y mancha del tallo:** lesiones negras o pardas que inician en la porción baja del tallo, debilitándolo y avanzando a la parte superior, ocasionan la ruptura del mismo, provocando la muerte de la planta.

**Pudrición marrón del tallo o esclerotiniosis:** se producen lesiones de color marrón en el tallo e inflorescencias; en hojas produce clorosis y muerte. En ataques severos se observan pudriciones a lo largo del eje central de la inflorescencia, para posteriormente ocasionar marchitez. Esta enfermedad es causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, que ataca gran parte de los órganos de la planta.

**Carbón del amaranto:** afecta las inflorescencias, reabsorbiendo los granos, lo cual al trillarla solo aparece un polvo negro, causando la pérdida total de grano en plantas, se han identificado dos especies del hongo *Thecaphora: amaranthi* y *amaranthicola*, como responsables del carbón.

**Pudrición de raíz o *damping-off*:** se producen pudriciones en raíz y base del tallo, y normalmente es un complejo de hongos de los géneros *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia sp.* Las especies identificadas por su importancia son *P. aphanidermatum* (Sánchez *et al.*, 1991); *Fusarium oxysporum* y *F. sambucinum* (Chen y Swart 2000; 2001).

**Roya blanca:** *Albugo bliti* es el hongo responsable de esta enfermedad que puede causar importantes pérdidas en la producción (Joshi y Rana, 1992). En México, esta enfermedad se presenta en la mayor parte de las zonas productoras del centro.

### ***Cosecha***

Las cosechadoras de cereales llamadas “combinadas”, pueden utilizarse para cosechar el amaranto con buenos resultados, siempre que se hagan algunos pequeños ajustes: la criba

superior cerrada igual que cuando se cosecha trigo y la inferior a 1/10” como para cosechar semilla de alfalfa. La velocidad del abanico debe ser de 540 revoluciones por minuto (rpm), y la velocidad del cilindro de 800 a 900 rpm. El espacio entre el cilindro y los cóncavos debe ser casi completamente abierto, aunque los ajustes pueden variar dependiendo del modelo y de la marca e inclusive de la habilidad del operador.

### ***Almacenamiento y manejo postcosecha***

Cuando está limpio el grano, es necesario secarlo antes de almacenarlo, para evitar pudriciones y desarrollo de sabores extraños por la humedad. Esto se realiza particularmente en zonas donde al cosechar todavía la humedad ambiental es alta o el follaje de la planta aún no se seca; la humedad de 10-12% en la semilla es la más recomendable para almacenarla. Dicha humedad se logra secando la semilla unos dos o tres días al sol. Se deberá tener mucho cuidado de no almacenar el grano con más de 14% de humedad, pues se corre el riesgo de la proliferación de microorganismos patógenos que pueden echar a perder toda la cosecha.

**Agentes abióticos:** las bajas temperaturas y heladas que se presentan durante el desarrollo vegetativo del amaranto, son factores que tienen mucha importancia para la producción, siendo la fase fenológica de floración y panoja las más sensibles. Los descensos de temperaturas por debajo de 4°C afectan no solo el crecimiento del amaranto, sino que puede causar daño mecánico en el cultivo, como consecuencia del congelamiento, lo que provoca regularmente la pérdida completa de la producción.

Las granizadas durante la maduración y llenado del grano, causan daños considerables en la producción, trayendo como consecuencia la caída de las semillas maduras y las inflorescencias sin semillas, además de destrozar la planta por completo.

Los excesos de humedad en el suelo también causan pérdidas en la producción, especialmente en los primeros estados de desarrollo, produciendo pudriciones radiculares, acame de las plantas y consecuentemente una mayor incidencia de enfermedades; esto ocurre, sobre todo, cuando ocurren precipitaciones seguidas en un lapso corto de tiempo, y se recomienda efectuar los llamados drenados en el campo.

**Otros factores que dañan al amaranto:** las aves producen daños considerables en la cosecha, lo que puede disminuir el rendimiento hasta en un 45%, sobre todo en áreas donde existen árboles y la presencia de ellas es significativa; no solo consumen los granos maduros, sino que destrozan la inflorescencia trayendo como consecuencia caída de las semillas al suelo.

### *Acciones específicas para cumplir con los objetivos*

- Promover la organización para solventar tres aspectos:
- Información técnica para mejorar el cultivo del amaranto y solventar sus plagas.
- Para acceder a los programas de apoyo de distintas instituciones.

### *Implementar el paquete tecnológico en parcelas demostrativas.*

- Evaluar la producción final:
- Potencial vs obtenida.
- Mercado para una venta asegurada.
- Mejoras socio-económicas.

## **Conclusiones**

De acuerdo con los datos obtenidos a partir de la aplicación de las herramientas empleadas en la presente propuesta, tales como las encuestas y el análisis FODA, los resultados obtenidos indican que el problema principal al cual se enfrentan los agricultores durante el desarrollo del cultivo de amaranto, es la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, de tal forma que se manifiesta en la disminución de rendimiento. Por ello, la estrategia plantea la implementación de un paquete tecnológico para un manejo integral del cultivo. Se destaca la importancia del factor tecnológico como detonante de vertientes sociales, políticas y económicas de la región, para generar economía.

Dadas las condiciones ambientales presentes en la región de estudio, el cultivo del amaranto presenta condiciones óptimas, no solo para su establecimiento, sino también para su comercialización y aprovechamiento nutricional de los pobladores. Finalmente, la implementación del paquete tecnológico como estrategia de mejoramiento del cultivo de amaranto ayudará a promover su establecimiento y consumo.

## **Bibliografía**

- Chen, W. y Swart, W. J. (2000). Fusarium oxysporum and F. sambucinum associated with root rot of *Amaranthus hybridus* in South Africa. En *Plant Dis*, 84, 101.
- (2001). Genetic variation among *Fusarium oxysporum* isolates associated with root rot of *Amaranthus hybridus* in South Africa. En *Plant Dis*. 85, 1,076-1,080.

- Espitia R., E. C., Mapes C., Núñez y Escobedo, D. (2010). Distribución geográfica de las especies cultivadas de *Amaranthus* y de sus parientes silvestres en México. En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1 (3), 427-437.
- FAO (1999). Análisis del Carácter multifuncional de la agricultura y la tierra. Documento preparado para la conferencia FAO/Países Bajos sobre el carácter multifuncional de la agricultura y la tierra. Países Bajos. Disponible en: [http://www.fao.org/mfcal/pdf/st\\_s.pdf](http://www.fao.org/mfcal/pdf/st_s.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2012). *Prontuario de información de los Estados Unidos Mexicanos*. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx>.
- Joshi, B. D. y Rana, R. S. (1992). Grain Amaranths: The future food crop. NBPGR, Shimla Sci. En *Monogr*, 3, 117-119.
- Kauffman, C. S., Bailey, N. N., Volak, B. T., Weber, L. E. y Volk, N. R. (1984). *Amaranth grain production Guide. Rodale Research report NC-83-6*. Pennsylvania, USA: Rodale press, Inc., Emmaus.
- Mapes C., J., Caballero E., Espitia y Bye, R. (1996). Morphophysiological variation in some Mexican species of vegetable *Amaranthus*: Evolutionary tendencies under domestication. En *Journal of Genetic Resources and Crop Evolution*, 43, 283-290.
- Rojas Soriano, R. (2002). *Guía para realizar investigaciones sociales*. México: Plaza y Valdés.
- Sánchez Enciso, M. C., Espitia Rangel, E. y Osada Kawasoe, S. (1991). Etiología del Tizón (*Alternaria tenuis*) en amaranto (*Amaranthus* spp.). En *Memoria del Primer Congreso Internacional del Amaranto*. (pp. 66) México.
- Sánchez Olarte, J., Argumedo Macías, A., Álvarez Gaxiola, J. F., Méndez Espinoza, J. A. y Ortiz Espejel, B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. En *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12 (2), 237-254.
- Sánchez Olarte, J. (2015). “Elementos para el diseño de estrategias de Innovación Local para el sistema sociotécnico de amaranto en Tochimilco, Puebla”. Tesis para obtener el grado de Doctorado, por el Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, México.
- Sánchez Olarte, J., Argumedo Macías, A., Álvarez Gaxiola, J. F., Méndez Espinoza, J. A., Ortiz Espejel, B. (2016). Análisis económico del sistema sociotécnico del cultivo



de amaranto en Tochimilco, Puebla. En *Acta Universitaria*, 26 (3), 95-104. doi: 10.15174/au.2016.888

SIAP (2011). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, con información de las Delegaciones de la SAGARPA, México*. Disponible en <http://www.siap.gob.mx> (consultado el 01 de diciembre de 2012).

Silva Lira, I. (2003). Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Dirección de Gestión del Desarrollo Local y Regional. En *Revista Serie Gestión Pública, ILPES-CEPAL*. Chile. ISSN impreso 1680-8827, ISSN electrónico 1680-8835, ISBN: 92-1-322297-1.

Thompson, A. y Strikland, A. J. (1998). *Dirección y Administración Estratégicas. Conceptos, casos y lecturas*. México: McGraw Hill Interamericana.

Vargas L., J. M. (2001). El Mezquite: Historia, Importancia y Usos. En *Horizontes*, 6 (11), PA.

Weber, L. E., Kauffman, C. S., Bailey, N. N. y Volak, B. T. (1985). *Amaranth grain production guide*. Rodale Press Inc.: USA.