



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS GRÍCOLAS

**CAMPUS PUEBLA**

**POSTGRADO DE  
ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

**EFFECTOS SECUNDARIOS POR EL USO DEL HERBICIDA  
PARAQUAT EN EL CULTIVO DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* L.) EN  
LA LOCALIDAD DE LA TRINIDAD TEPANGO, ATLIXCO, PUEBLA**

*Ana Elizabeth Marín Celestino*

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**Puebla, Puebla  
2009**

---

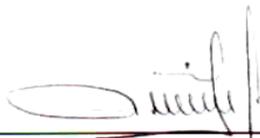
La presente tesis intitulada: **Efectos secundarios por el uso del herbicida paraquat en el cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) en la localidad de La Trinidad Tepango, Atlixco Puebla;** realizada por la alumna: **Ana Elizabeth Marín Celestino;** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

## **MAESTRA EN CIENCIAS**

### **ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

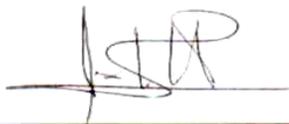
#### **CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:



DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR:



DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

ASESORA:



DRA. SONIA EMILIA SILVA GÓMEZ

Puebla, Puebla., miércoles 14 de Enero, 2009.

**EFFECTOS SECUNDARIOS POR EL USO DEL HERBICIDA PARAQUAT EN EL  
CULTIVO DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus* L.) EN LA LOCALIDAD DE LA  
TRINIDAD TEPANGO, ATLIXCO, PUEBLA.**

**Ana Elizabeth Marín Celestino, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2009**

Para el control de arvenses en el agrosistema jícama (*Pachyrhizus erosus* L.), los productores de La Trinidad Tepango han optado por utilizar el herbicida paraquat, por su bajo costo y efectividad, no obstante su uso intensivo e inadecuado, ha generado efectos secundarios en las arvenses y en la salud de los productores y jornaleros. Por lo anterior se planteó como objetivo analizar los efectos secundarios ecológicos, sociales y económicos provocados por el paraquat, estudiando los diferentes métodos de control; la identificación de especies arvenses que han disminuido o desaparecido, o que han desarrollado resistencia al herbicida y la emergencia de algunas en el agrosistema; la caracterización de la diversidad de arvenses y sus usos; finalmente la identificación de daños en la salud de los productores y jornaleros por su uso. Para lograr cada objetivo, se aplicaron encuestas y entrevistas a los productores y se aplicó la observación directa. Para identificar las arvenses se aplicó el método de cuadrantes. Los resultados indican que las arvenses han desarrollado resistencia al paraquat, esto ha forzado a los productores a desarrollar nuevos métodos para controlarlas. La disminución y la aparición de nuevas especies arvenses fueron otros de los efectos secundarios en el agrosistema local. Respecto a los efectos en la salud de los productores no existen casos bien documentados de intoxicaciones causadas específicamente por usar paraquat, aunque se han registrado casos por intoxicación por plaguicidas en general. Se puede concluir que el agrosistema se ha deteriorado y han disminuido especies de arvenses. En gran parte, esto es resultado de que los agricultores usan métodos a corto plazo para el control de arvenses los cuales son aparentemente más económicos, pero a largo plazo resultan más costosos, dado que estas arvenses son comestibles y medicinales y ayudan a la estabilidad del agrosistema. A pesar de que la mayoría de los agricultores de la localidad usan paraquat y está incrementando, en la comunidad aún existen métodos tradicionales para su control. Esto sugiere que en la comunidad existe potencial para mejorar el control de arvenses mediante el desarrollo e implementación de prácticas agroecológicas.

Palabras clave: Daños ecológicos, agrosistema, pérdida de arvenses, métodos de control.

**SECONDARY EFFECTS BY USING PARAQUAT HERBICIDE FOR FARMING  
YAM BEAN (*Pachyrhizus erosus* L.) IN THE COMMUNITY OF LA  
TRINIDAD TEPANGO, ATLIXCO, PUEBLA.**

**Ana Elizabeth Marín Celestino, M.C.**

**Colegio de Postgraduados, 2009**

For controlling weeds in the agrosystem of yam bean (*Pachyrhizus erosus* L.), most farmers of La Trinidad Tepango have choice to use paraquat herbicide, due to its low cost and effectiveness. However, local farmers and agrosystem have experimented secondary effects, such as deterioration of health' farmers and loosing of weeds from local agrosystem. This research deal with this issue and raised the followings goal to analyze ecology, social and economic secondary effects due to using paraquat, by studing of the different ways for controlling weeds; identifying which species of weeds in the local agrosystem have decreased, disappear, developed resistance towards paraquat or if new species have appeared, to describe the uses and characteristics of weeds from local agrosystems; to identify damages in farmer's health that have been caused by using paraquat. For this, interviews, questionnaires, direct observation and quadrant method were applied. We found that the weeds in the locality have developed resistance towards paraquat, it has to force to farmers to develop new methods for controlling them. The decrease and apparition of new species of weeds were other secondary effects in local agrosystems. Respect to effects in health' farmers there are not well documented cases of diseases of intoxications caused specifically for using paraquat, although some cases have been registered for intoxication by pesticides in general. It can be concluded that the local agrosystem has been deteriorated and have disappeared species of weeds. To a great degree, this is the result that farmers using shorterm methods for controlling weeds which are apparently more economics but in long-term are more costly, given that this weeds are edible and medicinal and they are benefic for the agrosystem. Although the most of farmers uses paraquat in the locality and seems that the use of paraquat is reasing, there are even persist traditional methods for controlling weeds. This findings suggest that there is potential to improve weeds control by developing and implementing of practices agroecologics which must be more friendly with the agrosystem and affordable in the socio-economical context.

Key words: Damage ecologics, agrosystem, loosing of weeds, methods of control.

## Dedico esta tesis a:

*A mis padres, a quienes les debo la vida, gracias por haberme apoyado durante mi preparación profesional y por el apoyo moral y económico que he recibido incondicionalmente.*

*A mis hermanas que sin su apoyo moral no hubiera podido seguir adelante, les agradezco su ayuda en los momentos más difíciles.*

*A mis hermanos que han trabajado para sustentar mis estudios, a mi hermana que desde lejos me ha brindado su apoyo moral y económico.*

*A quienes me han apoyado y con los que he compartido los momentos más felices y difíciles de mi vida, y a quienes han sido mi motivo de superación.*

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Colegio de Postgraduados y en especial al *Campus* Puebla, quien me abrió sus puertas y me dio la oportunidad para realizar mis estudios y mejorar en los ámbitos profesional y personal.

Agradezco cordialmente al CONACYT, por el financiamiento que me brindó durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados, que sin su apoyo no hubiera podido cursar el postgrado

A mi consejo particular, les agradezco la confianza que me brindó y la paciencia que me tuvo para concluir este trabajo. Me llevo valiosas experiencias y conocimientos que sin duda me van a servir como lección de vida. Al Dr. Ignacio, gracias por brindarme su apoyo y valiosos conocimientos que fueron claves durante el postgrado y para la realización de este proyecto. También agradezco a mis asesores: la Dra. Sonia y Dr. Arturo por su valiosa atención, esfuerzo y tiempo que me brindaron haciendo posible llegar a esta etapa.

A los Profesores del *Campus* Puebla por su dedicación, esfuerzo así como sus amplios conocimientos y experiencias que me han servido como ejemplo a seguir.

Mi agradecimiento a los productores y autoridades de la localidad de La Trinidad Tepango, que amablemente me recibieron y compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias; especialmente aquellas personas que me apoyaron durante el trabajo de campo, a todos ellos les debo esta tesis.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	xi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xiv
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Justificación</b> .....	3
<b>1.2. Problema de investigación</b> .....	4
<b>1.3. Objetivos</b> .....	6
<b>1.3.1. Objetivo general</b> .....	6
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b> .....	6
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	8
<b>2.1. El modelo hegemónico de desarrollo aplicado a la agricultura</b> .....	11
<b>2.1.1. Origen del modelo</b> .....	11
<b>2.1.2. La modernización de la agricultura</b> .....	12
<b>2.1.3. Impacto ecológico y social</b> .....	13
<b>2.2. El desarrollo sustentable</b> .....	14
<b>2.2.1. Antecedentes</b> .....	14
<b>2.2.2. Origen, concepto y objetivos del desarrollo sustentable</b> .....	15
<b>2.2.3. Desarrollo rural sustentable</b> .....	19
<b>2.2.4. Agricultura sustentable</b> .....	21
<b>2.3. El enfoque agroecológico como alternativa para la agricultura sustentable</b> .....	26

2.3.1.	Origen y objetivos de la agroecología .....	26
2.3.2.	Agroecología .....	27
2.3.3.	Recursos naturales y su manejo .....	28
2.3.3.1.	Definición del concepto de recurso natural .....	28
2.3.3.2.	Clasificación de los recursos naturales .....	30
2.3.3.3.	Manejo de recursos naturales .....	31
2.3.4.	Manejo de malezas y arvenses .....	32
2.3.4.1.	Manejo integrado de arvenses .....	36
2.4.	Efectos secundarios del paraquat .....	37
2.4.1.	Características del paraquat .....	37
2.4.2.	Efectos del paraquat en el suelo y agua .....	38
2.4.3.	Efectos del paraquat en las arvenses .....	38
2.4.4.	Efectos del paraquat en la salud humana .....	39
2.4.4.1.	Mecanismo de acción .....	39
2.4.4.2.	Efectos agudos .....	39
2.4.4.3.	Efectos crónicos .....	40
2.4.4.4.	Antídotos .....	41
2.4.4.5.	Intoxicaciones con plaguicidas .....	41
2.4.4.6.	Intoxicaciones con paraquat .....	43
<b>CAPÍTULO III. MARCO DE REFERENCIA .....</b>		<b>44</b>
3.1.	El uso de herbicidas en el contexto mundial .....	44
3.2.	La situación de los herbicidas a nivel nacional .....	48
3.3.	La legislación nacional sobre el uso de paraquat .....	50
3.4.	Características de la flora en el contexto nacional .....	52
3.4.1.	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.....	52
3.4.2.	<i>Ricinus communis</i> (L.) .....	53
3.4.3.	<i>Euphorbia berteroana</i> Balb. ....	53
3.4.4.	<i>Portulaca oleracea</i> (L.) .....	54

3.4.5.	<i>Anoda cristata</i> (L.) .....	54
3.4.6.	<i>Amaranthus hybridus</i> (L.) .....	55
3.4.7.	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl. ....	56
3.4.8.	<i>Crotalaria pumila</i> Ort. ....	56
3.4.9.	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) .....	57
3.4.10.	<i>Bidens odorata</i> Cav. ....	57
3.4.11.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. ....	68
3.4.12.	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass. ....	59
3.4.13.	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. ....	60
3.4.14.	<i>Dalea reclinata</i> (Cav.) Willd. ....	60
3.4.15.	<i>Callisia monandra</i> (Sw.) Schultes & Schultes f. ....	61
3.4.16.	<i>Mirabilis jalapa</i> (L.) .....	62
3.4.17.	<i>Cenchrus echinatus</i> (L.) .....	62
3.4.18.	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. ....	63
3.4.19.	<i>Trifolium amabile</i> Kunth. ....	64
3.4.20.	<i>Senecio salignus</i> DC. ....	64
3.4.21.	<i>Taraxacum officinale</i> G. H. ....	65
3.4.22.	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl. ....	66
3.4.23.	<i>Cyperus hermaphroditus</i> . ....	66
3.4.	Producción de jícama ( <i>Pachyrhizus erosus</i> L.) a nivel nacional y estatal. ....	67
 <b>CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA</b> .....		69
4.1.	El enfoque metodológico .....	69
4.2.	Las técnicas de investigación .....	69
4.2.1.	Técnicas cuantitativas .....	70
4.2.1.1.	Muestreo de flora .....	70
4.2.1.2.	Encuesta .....	72
4.2.2.	Técnicas cualitativas .....	74
4.2.2.1.	Entrevista .....	75
4.2.2.2.	Observación directa .....	75

<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	77
<b>5.1</b> La región de estudio .....	77
<b>5.1.1</b> El contexto de estudio: La Trinidad Tepango .....	78
<b>5.1.1.1</b> Abastecimiento de agua para el riego .....	79
<b>5.1.1.2</b> Patrón de cultivos .....	79
<b>5.1.1.3</b> Introducción al cultivo de jícama .....	80
<b>5.2.</b> Características del productor entrevistado .....	80
<b>5.3.</b> El uso del paraquat .....	82
<b>5.3.1.</b> Usos del herbicida paraquat .....	82
<b>5.3.2.</b> Suministro de paraquat .....	84
<b>5.3.3.</b> Aplicación del paraquat .....	85
<b>5.3.4.</b> Equipo de protección personal para su aplicación .....	87
<b>5.3.5.</b> Capacitación para su uso .....	87
<b>5.4</b> Formas y análisis económico de control de arvenses .....	88
<b>5.4.1.</b> Control de arvenses aplicando paraquat .....	88
<b>5.4.2.</b> Control de arvenses contratando mano de obra .....	89
<b>5.4.3.</b> Control de arvenses aplicando paraquat y contratando mano de obra .....	90
<b>5.4.4.</b> Control de arvenses aplicando paraquat mezclado con un adherente .....	91
<b>5.4.5.</b> Control de arvenses aplicando el herbicida paraquat y el herbicida flex <sup>®</sup> .....	93
<b>5.4.6.</b> Control de arvenses aplicando el herbicida flex <sup>®</sup> .....	94
<b>5.5.</b> Análisis económico del agrosistema jícama .....	96
<b>5.5.1.</b> Proceso de producción del cultivo de jícama ( <i>Pachyrhizus erosus</i> L.) .....	96
<b>5.5.1.1.</b> Preparación del terreno .....	96
<b>5.5.1.2.</b> Proceso de siembra de la jícama .....	99
<b>5.5.1.3.</b> Proceso para el desarrollo de la planta de jícama .....	99
<b>5.5.1.4.</b> Proceso de cosecha de jícama .....	100

5.6. Efectos secundarios en la flora, por el uso de paraquat .....	105
5.6.1. Disminución o pérdida de arvenses .....	107
5.6.2. Resistencia de arvenses .....	110
5.6.3. Presencia de nuevas especies .....	111
5.7. Diversidad de flora en el agrosistema jícama .....	111
5.8. Efectos del paraquat en la salud de los productores de la localidad .....	112
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES</b> .....	117
<b>CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES</b> .....	121
<b>CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	125
<b>ANEXOS</b> .....	134

## LISTA DE CUADROS

		<b>Página</b>
<b>Cuadro 5. 1</b>	Patrón de cultivos de la Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	81
<b>Cuadro 5. 2</b>	Nombre(s) y tipo(s) de herbicida(s) que aplican los productores en el cultivo de jícama en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	83
<b>Cuadro 5. 3</b>	Arvenses que controla el paraquat en el cultivo de jícama, según opinión de los productores de La Trinidad Tepango Atlixco, Pue. ....	85
<b>Cuadro 5. 4</b>	Motivos por los cuales los productores de La Trinidad Tepango compran el herbicida paraquat .....	86
<b>Cuadro 5. 5</b>	Rango de dosis de paraquat aplicado en 1.0 ha de cultivo de jícama .....	86
<b>Cuadro 5. 6</b>	Causas por las cuales no utilizan equipo de protección algunos productores al aplicar paraquat en los cultivos de jícama en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	88
<b>Cuadro 5. 7</b>	Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida paraquat .....	89
<b>Cuadro 5. 8</b>	Costo de control de arvenses cuando se ocupa mano de obra .....	91
<b>Cuadro 5. 9</b>	Costo de control de arvenses cuando se aplica paraquat y se contrata mano de obra .....	92
<b>Cuadro 5. 10</b>	Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida paraquat, mezclado con un adherente .....	92
<b>Cuadro 5. 11</b>	Costo de control de arvenses/hectárea cuando se aplica paraquat y flex <sup>®</sup> .....	94

<b>Cuadro 5. 12</b>	Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida flex <sup>®</sup> .....	95
<b>Cuadro 5. 13</b>	Comparación de costos cuando se aplican herbicidas y cuando se ocupa jornales para el control de arvenses en el cultivo de jícama en 1 ha. de terreno .....	97
<b>Cuadro 5. 14</b>	Análisis de costo total del proceso de cultivo de jícama en 1.0 ha. de terreno. Octubre 2007. La Trinidad Tepango .....	103
<b>Cuadro 5. 15</b>	Sistema jícama donde se eliminó las arvenses a través de control manual, sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años .....	106
<b>Cuadro 5. 16</b>	Sistema jícama donde se aplicó paraquat. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	108
<b>Cuadro 5. 17</b>	Sistema natural donde no se aplicó paraquat por aproximadamente 4 a 5 años. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	109
<b>Cuadro 5. 18</b>	Arvenses resistentes a paraquat en el sistema jícama en La Trinidad Tepango, según opinión de los productores .....	111
<b>Cuadro 5. 19</b>	Usos de las arvenses en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	113
<b>Cuadro 5. 20</b>	Nombre del plaguicida con los que han padecido malestar e intoxicaciones los productores La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	114
<b>Cuadro 5. 21</b>	Medidas de atención tomadas por los productores durante la ingestión o contacto con el plaguicida. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	115
<b>Cuadro 5. 22</b>	Tipo de atención médica que han recibido los productores (en caso de recibirla). La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	116

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 2. 1</b>	Enfoque teórico de la investigación .....	10
<b>Figura 4.1</b>	Arvenses en el agrosistema jícama en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	71
<b>Figura 4. 2</b>	Representación del método de cuadrantes .....	72
<b>Figura 4. 3</b>	Entrevista a un productor de jícama de La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	76
<b>Figura 5. 1</b>	Ubicación de la zona de estudio .....	78
<b>Figura 5. 2</b>	Uso de paraquat. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue. ....	84
<b>Figura 5. 3</b>	Comparación de costos cuando se aplica herbicidas y cuando se ocupa jornales para el control de arvenses en el cultivo de jícama en 1.0 ha. de terreno .....	98
<b>Figura 5. 4</b>	Cosecha de jícama en la localidad de La Trinidad Tepango, ciclo de cultivo primavera-verano 2007 .....	101
<b>Figura 5. 5</b>	Resultados de arvenses encontrados al aplicar el método de cuadrantes en cada uno de los sistemas muestreados.....	105

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro V. 1</b> Formas de aplicar el herbicida paraquat .....	134
<b>Cuadro V. 2</b> Momento de aplicación del paraquat .....	134
<b>Cuadro V. 3</b> Ubicación del establecimiento donde los productores compran paraquat .....	134
<b>Cuadro V. 4</b> Tipo de protección personal utilizado por los productores cuando preparan y aplican paraquat .....	135
<b>Cuadro V. 5</b> Percepción de los productores respecto a la disminución o pérdida de arvenses .....	135
<b>Cuadro V. 6</b> Arvenses que han disminuido o desaparecido .....	135
<b>Cuadro V. 7</b> Arvenses que han sido afectados por el uso de paraquat en los cultivos de jícama .....	136
<b>Cuadro V. 8</b> Productores que han padecido un malestar o intoxicación, con paraquat u otro plaguicida .....	136
<b>Cuadro V. 9</b> Tipo de plaguicida con el que se padeció el malestar o intoxicación .....	136
<b>Cuadro V. 10</b> Tipo de malestar que han presentado los productores .....	137
<b>Cuadro V. 11</b> Productores que recibieron atención médica .....	137
<b>Cuestionario para el productor</b> .....	138
<b>Cuestionario para responsables del programa de salud</b> .....	146

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas se sostiene que la modernización agrícola, si bien, aumentó rápidamente los rendimientos, también aceleró la degradación de los recursos naturales debido al uso de insumos de origen industrial. Para el control de arvenses en los cultivos, el método más rápido es la aplicación de herbicidas, que sin duda, eliminan las arvenses, pero causan diferentes efectos secundarios en el agrosistema. Un ejemplo es el herbicida paraquat que usado en forma intensiva disminuye poblaciones de arvenses y causa efectos negativos en la salud de los humanos.

Con base en lo anterior, para este estudio se seleccionó el sistema agrícola de jícama con uso de paraquat, en La Trinidad Tepango, municipio de Atlixco, Puebla. Se planteó como hipótesis que: el uso excesivo del herbicida paraquat favorece la disminución o pérdida de especies de arvenses y la emergencia de nuevos tipos de éstas. Asimismo, el uso sin capacitación técnica y el exceso de confianza ha conducido a problemas de salud agudos y crónicos en los productores.

El estudio tiene como base teórica, conceptual y metodológica, el enfoque de desarrollo sustentable por lo que se analizaron temas como desarrollo rural sustentable, agricultura sustentable y el enfoque agroecológico.

El trabajo se ha estructurado en ocho capítulos: en el capítulo I, introducción, se exponen los elementos que justifican el trabajo y el planteamiento del problema de investigación. A partir de éstos se plantearon los objetivos y la hipótesis. El capítulo II, Marco Teórico, se ha organizado en cuatro secciones. En la primera: el modelo hegemónico de desarrollo aplicado a la agricultura; se describe el origen de la agricultura convencional, su evolución y los impactos ecológicos y sociales que ha tenido dicha modernización.

En la segunda sección titulada: desarrollo sustentable, se presenta un bosquejo relacionado al surgimiento de este enfoque; cómo fue evolucionando el concepto, sus objetivos y la penetración e integración en el sector agrario que dio origen a nuevas disciplinas como el

desarrollo rural sustentable y la agricultura sustentable, del que después emergería el enfoque agroecológico. En la tercera parte se analiza el enfoque agroecológico: su origen y objetivos y la forma de manejo de los recursos naturales donde se incluye el manejo de arvenses, y en la sección cuarta se describen los efectos del paraquat en la salud de los humanos y algunas referencias de las intoxicaciones.

En el capítulo III, Marco de Referencia, se hace una revisión sobre la situación del uso de herbicidas en el contexto mundial y nacional; igualmente se revisa la situación de la legislación en México en relación al uso del herbicida paraquat. Se presenta un análisis de la flora en el contexto nacional y finalmente se muestra la situación de la producción de jícama a nivel nacional y estatal.

En el capítulo IV, Metodología, se señala y justifica el enfoque metodológico del estudio; se describen las técnicas de investigación cuantitativas y cualitativas usadas, así como las herramientas, su aplicación y contribución en el trabajo de investigación.

El capítulo V, Resultados, se presentan en cuatro secciones: en la primera se describe la región de estudio, además se presenta una introducción al cultivo de jícama. En la segunda se hace un bosquejo sobre las características del productor entrevistado. En la tercera parte se profundiza y discute sobre el uso del herbicida en la localidad y, finalmente en la cuarta sección se hace un análisis del control de arvenses.

En el capítulo VI, se presenta un apartado de conclusiones, donde se analiza el cumplimiento de los objetivos general y específicos. Asimismo, se analiza la prueba de las hipótesis planteadas.

En el capítulo VII, se sugieren algunas recomendaciones para mejorar el manejo del agrosistema en relación al herbicida. Igualmente en el capítulo VIII, se presenta un apartado de la bibliografía citada en cada uno de los capítulos y finalmente se presenta un apartado de anexos donde se muestran cuadros, y los cuestionarios aplicados en la fase de campo, con la finalidad de fortalecer algunos temas específicos discutidos en el trabajo.

## 1.1. Justificación

La revolución verde ha originado diversas controversias en países como México; este proceso de modernización en la agricultura ha sido catalogado por algunos grupos como la única alternativa a los problemas de desabasto de alimentos, considerando que el incremento en la producción es clave para abatir la pobreza en nuestro país. Otros afirman que además de brindar beneficios, también origina efectos secundarios negativos en los recursos naturales y en la salud de los productores; sin embargo, la introducción de tecnologías modernas como el desarrollo de herbicidas para el control de arvenses no han sido muy efectivos, el uso masivo, continuo o indiscriminado de estos productos han traído consigo problemas ambientales como el surgimiento de arvenses resistentes al ingrediente activo del herbicida paraquat (Holt, 1994, citado por Figueroa, 2003); además de otros problemas como la potenciación de plagas secundarias a plagas primarias, la disminución de la diversidad ecológica y los efectos adversos a la salud humana (Figueroa, 2003).

Igualmente el uso intensivo e inadecuado del paraquat, produce efectos en la salud como daños en el tracto gastrointestinal, riñón, hígado, corazón y los efectos en los pulmones que son la manifestación más letal y menos tratable para intoxicaciones con paraquat (Reigart, 1999: 122). En México existen pocos datos sobre daños a la salud humana relacionados con el uso de plaguicidas, los existentes son triviales e insuficientes (Albert, 2005: 8).

Así lo afirma Albert (2005:8), las investigaciones sobre los efectos adversos en la salud y en el ambiente por uso de plaguicidas son parciales y de poco alcance, no permiten contar con una imagen adecuada de la situación; la mayoría de las investigaciones se han limitado a determinar los residuos de plaguicidas persistentes en alimentos, tejidos humanos o en el ambiente, sin evaluar las consecuencias adversas para la salud o en los recursos naturales, principalmente a largo plazo. No hay estadísticas confiables de las intoxicaciones por plaguicidas en las zonas rurales y no se han realizado estudios epidemiológicos para detectar los efectos crónicos de los plaguicidas que considera deberían existir para jornaleros agrícolas.

Es evidente que tampoco existen investigaciones puntuales para herbicidas como el paraquat y aunque algunos autores señalan los efectos que puede generar este tipo de herbicida en el medio ambiente y en la salud de los productores, en México aún se sigue usando sin ninguna restricción como en algunos países subdesarrollados.

El paraquat todavía no está autorizado para aplicarlo en el cultivo de jícama; mientras tanto su aplicación intensiva ha originado efectos secundarios en la flora, ha disminuido algunas tipos de especies de arvenses en los cultivos, han desarrollado resistencia éstos al herbicida y por lo tanto el consecuente incremento en los niveles de dosis aplicados en el cultivo, percibidos en la baja rentabilidad del mismo (Isenring, 2006).

Bajo esta perspectiva se ubica el tema de estudio, y considerando que el paraquat es un herbicida que emplean los productores con frecuencia en el cultivo de jícama, se asevera que su uso intensivo e inadecuado, se ve reflejado en problemas como baja rentabilidad del cultivo, resistencia de las arvenses al paraquat, emergencia de nuevas arvenses en el cultivo, provocando mayor uso; los daños a la salud, como intoxicaciones por falta de capacitación técnica y exceso de confianza sobre su manejo y otros efectos adversos poco perceptibles como la desaparición de especies de flora que poseen propiedades medicinales y alimenticias.

Por lo anterior; se realizó este estudio en la Trinidad Tepango, localidad donde se usa frecuentemente el herbicida en el cultivo de jícama y donde el uso excesivo e inadecuado ha sido una de las mayores limitantes para el manejo sustentable de las arvenses, aunado a otros efectos secundarios en la salud como malestares e intoxicaciones y la consecuente baja rentabilidad del cultivo de jícama.

## **1.2. Problema de investigación**

El uso de plaguicidas ha sido considerado una pieza clave en la agricultura moderna para el control de plagas y malezas que amenazan los cultivos; los niveles de productividad y rentabilidad de los cultivos sólo se han podido alcanzar con la aplicación de éstos (Yanggen,

2003: 49); sin embargo, su uso intensivo e inadecuado ha traído consigo efectos adversos en los recursos naturales y en la salud de los productores principalmente.

Las características favorables de clima, suelo y abastecimiento de agua han propiciado que en la región de Atlixco las prácticas agrícolas se vengán practicando desde tiempos anteriores y hayan sido intensivas y orientadas al mercado, por lo que los herbicidas han representado un insumo esencial para controlar las arvenses en los cultivos, impidiendo o minimizando las pérdidas que pudieran ocasionar.

Aunque para algunos productores los herbicidas han sido eficaces sobre las arvenses y de bajo costo; si bien es cierto que el empleo intensivo de éstos en la agricultura ha generado efectos adversos en los recursos naturales, el uso creciente de los herbicidas para el control de arvenses ha provocado la disminución de poblaciones (López, 1992: 21); un ejemplo es el herbicida paraquat, su uso intensivo también ha causado efectos negativos en la salud -las vías respiratorias, el sistema nervioso- (Isenring, 2006). La aplicación repetida del herbicida durante varios años, en los mismos suelos ha conducido en los cultivos al desarrollo de ciertos biotipos de arvenses resistentes que antes eran susceptibles al herbicida (Altieri, 2000).

En la región de Atlixco la aplicación intensiva de plaguicidas y fertilizantes es causa de la contaminación del medio ambiente, pues se tiene registrado en un diagnóstico agropecuario realizado del valle desde 1987 (Campos, 1991, citado por Ocampo, 1994: 138).

También se han registrado casos de contaminación de suelos, como consecuencia del empleo intensivo de agroquímicos (Tamariz, 1996; Méndez *et al.*, 1997, citados por Méndez, *et al.*, 2000: 2). Unos de los herbicidas en el sistema jícama es el paraquat, por lo que es necesario estudiar los efectos secundarios.

Existe poca información sobre sus efectos secundarios, por lo que nos cuestionamos ¿Qué efectos está causando en las arvenses? ¿Tiene efectos en la salud de los productores? ¿Económicamente es rentable su aplicación?

### **1.3. Objetivos**

El presente estudio pretendió los siguientes objetivos:

#### **1.3.1. Objetivo general**

Conocer los efectos ecológicos, sociales y económicos causados por el herbicida paraquat utilizado para el control de arvenses en el agrosistema jícama de La Trinidad Tepango, Atlixco, Puebla.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Analizar las distintas formas de control de las arvenses en el agrosistema jícama, y el costo económico para su control.
2. Identificar los efectos del herbicida paraquat en el agrosistema jícama, en relación a la disminución o pérdida, resistencia y presencia de nuevas especies de flora.
3. Identificar las diferentes especies de flora que se desarrollan en el agrosistema jícama y los diversos usos y aplicaciones que le dan los productores.
4. Identificar casos de enfermedades, intoxicaciones o muerte de personas por el uso y manejo del herbicida paraquat.

### **1.4. Hipótesis**

Las hipótesis de esta investigación fueron:

1. Los productores aplican diversos métodos de control de arvenses y en su mayoría optan por aplicar paraquat, debido a que han aparecido nuevas especies de arvenses y algunas han desarrollado resistencia al paraquat.

2. Por la característica del herbicida paraquat de combatir por contacto, se asevera que el uso intensivo de paraquat provoca: efectos secundarios, desequilibrio de especies vegetales benéficas, emergencia de otros biotipos de arvenses que no existían antes y resistencia de las arvenses al paraquat.
3. Diversas especies de arvenses presentes en el cultivo de jícama poseen propiedades medicinales y alimenticias, sin embargo el uso de paraquat ha propiciado la disminución y desaparición de especies medicinales y alimenticias.
4. La falta de capacitación técnica, el desconocimiento y el exceso de confianza de los agricultores sobre el manejo del herbicida para su aplicación en el cultivo de jícama, ha originado problemas agudos y crónicos de salud en los productores.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

El desarrollo rural tiene su origen en los años setenta, a raíz de que los países en desarrollo perciben los efectos negativos del modelo de industrialización difusión, surge la necesidad de reorientar el desarrollo económico; se observa que la mayoría de la población de estos países vive en el medio rural, los niveles de pobreza son altos, atribuidos principalmente a la agricultura, por lo que se considera el precio de los alimentos uno de los factores determinantes, así mismo la industria no había sido capaz de abastecer con empleo a la creciente población (Ceña, 1994: 28).

Este paradigma funcionaría como una estrategia para compensar los efectos negativos del modelo de desarrollo dominante y la agricultura jugaría un papel muy importante, la innovación tecnológica era la solución, el modelo a seguir eran los granjeros capitalistas de los países desarrollados y los agricultores de los países en desarrollo integrados totalmente en el mercado y el uso de métodos de producción actuales (Ceña, 1994: 28). Es así como la modernización de la agricultura se enfocaría únicamente a maximizar la productividad y obtener ganancias, se difundiría el ideal de intensificar la explotación de los recursos naturales a través de labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos (Gliessman, 2001).

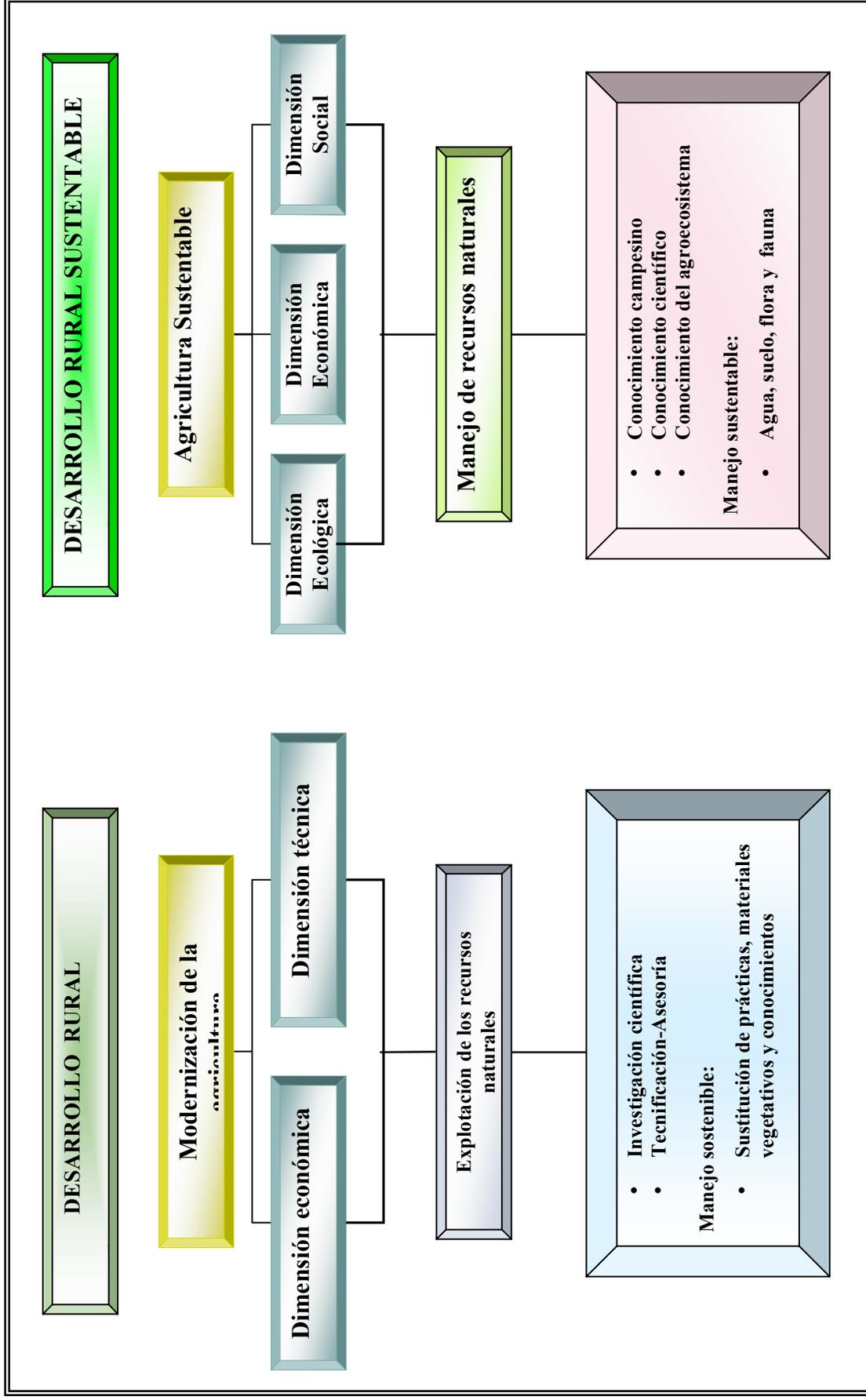
La investigación científica y la asesoría técnica fueron los pilares para implementar los paquetes tecnológicos basados principalmente en el uso intensivo de agroquímicos que incrementó la productividad y los rendimientos en el campo a cambio de la sobreexplotación de los recursos naturales, la sustitución de las prácticas tradicionales de cultivo y con ello de los conocimientos campesinos (Tudela, 2004:12).

La preocupación por la escasez de los recursos naturales se ha visto reflejada en la creación de enfoques como el denominado Ecodesarrollo y Coevolucionista, que son indicios de lo que actualmente es el modelo de desarrollo sustentable; pero no es hasta 1987 cuando la Comisión Mundial para el Medio ambiente y el Desarrollo Humano definió por primera vez el término desarrollo sustentable. El nuevo enfoque aludía la satisfacción de las necesidades humanas

actuales y futuras sin que ello implique la destrucción de los recursos naturales y procesos ecológicos (Goñi, 2006: 191); dentro del nuevo paradigma se incluyó el sector agrícola, por lo que rápidamente surge el término agricultura sustentable que difundiría el equilibrio entre desarrollo agrario y los componentes del agrosistema basado en el manejo racional de los recursos naturales como la flora, la fauna, el suelo y el agua (Socorro *et al.*, 2005: 15)

En otras palabras la agricultura sustentable propone un manejo adecuado del agroecosistema que considere la aplicación de las prácticas tradicionales y como complemento el uso de insumos externos (herbicidas, insecticidas, fungicidas, fertilizantes, etc.), con el objetivo de transitar por una agricultura ecológicamente protegida, económicamente viable, culturalmente adaptada y socialmente justa (Socorro *et al.*, 2005:15). Considerando los elementos teóricos anteriores, construimos el marco teórico de la investigación. En la figura 2.1 se muestran dos modelos para alcanzar el desarrollo rural, por un lado, el primer modelo plantea la modernización de la agricultura tomando en cuenta dos dimensiones: la económica y la técnica. Este modelo plantea la explotación de los recursos naturales basados en la investigación científica, la tecnificación y la asesoría y supone que la sostenibilidad se logra con la sustitución de prácticas, materiales vegetativos y conocimientos.

La propuesta alternativa propone que para lograr el desarrollo rural, es necesario hacer sustentable la agricultura; esto plantea tomar en cuenta tres dimensiones: la ecológica, la económica y la social, basados en el manejo de recursos naturales, a través del conocimiento de las interacciones del agroecosistema, donde el conocimiento científico y el del productor son importantes para conservar los recursos naturales. Siguiendo estos elementos discutiremos el marco teórico.



**Figura 2.1** Enfoque teórico de la investigación.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Altieri, 2000; Gliessman, 2002; Ceña, 1994; Tudela, 2004; Pierre, 2005 y Socorro *et al.*, 2005.

## 2.1. El modelo hegemónico de desarrollo aplicado a la agricultura

A continuación se describe el origen, las características y los impactos que ha tenido el modelo hegemónico de desarrollo.

### 2.1.1. Origen del modelo

Desde que ha existido la agricultura han habido cambios progresivos y sustentables en el ambiente a lo largo de la historia; sin embargo la transformación de la agricultura no ha sido igual, estos cambios se han acelerado desde la revolución industrial (Cáceres, 2003: 30) y es cuando emerge un modelo de desarrollo hegemónico aplicado a la agricultura, donde se inicia un proceso de extracción de los recursos naturales con ideales de productividad, obtener beneficio a corto plazo y progreso indefinido (Novo, 1997, citado por Ocampo 2004: 24).

Esta perspectiva de desarrollo se fortalece a partir de la “teoría de la modernización agraria” de E. Rogers<sup>1</sup>, donde se señala la necesidad de modernizar a los campesinos e industrializar el manejo de los recursos naturales con introducción de capital proveniente de insumos externos. De esta visión emerge el modelo de extensión de Estados Unidos exportable a los países en desarrollo y forma el instrumento central de la transferencia tecnológica de los paquetes tecnológicos para consolidar el modo industrial de uso de los recursos naturales (Alemany *et al.*, 2006: 6).

La agricultura sería la clave para el crecimiento económico y para haber una industrialización sería necesaria una revolución agrícola o “revolución verde”; y sin lugar a dudas su consolidación logró incrementar a corto plazo la productividad y los rendimientos, pero sin embargo no pudo impedir el deterioro ambiental con frecuencia irreversible (Tudela, 2004: 12).

---

<sup>1</sup> De acuerdo a los autores la “Teoría de la modernización de los campesinos” de E. Rogers es la teoría más representativa, de la extensión rural convencional (Alemany *et al.*, 2006:6).

### **2.1.2. La modernización de la agricultura**

En los países desarrollados se emprendió un proceso de intensificación en la agricultura, a través de una mayor especialización con nuevas técnicas productivas. Se planteaba que los países en desarrollo deberían transitar por los países capitalistas desarrollados, por lo que la modernización a través de la penetración económica, social y cultural en estos países los favorecía, pues los países ricos difundirían conocimientos, capacidades, tecnología, organización y capital (Hagen, 1972).

Los modelos a seguir eran los granjeros capitalistas de los países desarrollados y los agricultores de los países subdesarrollados que estaban integrados en el mercado y emplearán métodos de producción nuevos; se difundiría esta tecnología entre los granjeros los granjeros tradicionales, pequeños o grandes, a través de centros de investigación públicos y privado, así como sus servicios asociados (Kay, s/a: 6-7). Al igual que en otras partes del mundo en América Latina se planteó que los países de tercer mundo lograrían un crecimiento económico a través de la modernización del sector agrícola; por lo tanto se introdujeron tecnológicas convencionales de los países centrales, generadas en centros experimentales con base científica e integradas a la economía de mercado (Norgaard *et al.*, 1999, citados por Ocampo, 2004:24).

El nuevo paradigma constituyó un conjunto de técnicas como innovaciones mecánicas - mecanización agraria-; innovaciones biológicas -nuevas variedades de plantas de alto rendimiento-; innovaciones químicas -fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.- (Regidor, 1987: 11); se empezaron a utilizar muchos herbicidas y se investigaron herbicidas de todo tipo para el control de malezas. Esta modernización de la agricultura ha sido un impulso de capital y tecnología, tiende a alterar los niveles de productividad, es homogéneo y reproduce los sistemas tecnológicos de los países en que se originaron (Gligo, 1986: 138).

El proceso de modernización en México tiene sus orígenes desde 1941, en estos años se empezaron a hacer experimentaciones agrícolas en centros controlados; se introdujeron nuevas tecnologías provenientes de Estados Unidos; se prepararon profesionales con esta

ideología y se realizaron estudios económicos de la agricultura (Hernández, 1998, citado por Ocampo, 2004:24).

La consolidación de este enfoque a partir de la generación, adopción y difusión de tecnologías ha hecho que la agricultura sea más dependiente del uso de insumos tecnológicos, se ha especializado en función del mercado internacional y de los nuevos patrones de consumo de los mercados internos (Gligo, 1986: 133).

### **2.1.3. Impacto ecológico y social**

El modelo de agricultura convencional se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un intensivo uso de insumos sintéticos, donde el monocultivo se justifica fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo este sistema de producción ha manifestado serios problemas de sustentabilidad, en algunas regiones ha ocasionado la destrucción de los recursos naturales, del paisaje y la desaparición de pequeños productores (FAO, 2003, citado por Gutiérrez, 2005: 71).

Estos problemas inducidos por la aplicación del modelo convencional agrícola son evidentes, las manifestaciones más importantes son principalmente la aparición de plagas debido a la generalización del monocultivo, a la uniformidad genética, la eliminación de enemigos naturales y la resistencia a los plaguicidas desarrollada por insectos, hierbas y enfermedades de los cultivos; en este sentido pero en menor escala la degradación de los suelos mediante su erosión, compactación, disminución de materia orgánica y de biodiversidad, aunada a la salinización, la deforestación, la desertificación, así mismo la contaminación de las aguas del subsuelo (Zumaquero *et al.*, 2005: 4).

El uso masivo de plaguicidas sintéticos (herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc.), son la representación más clara de la dependencia de los campesinos respecto a los mecanismos de mercado, pues se ha acelerado la desintegración de sistemas culturales tradicionales, reflejándose en la pérdida de métodos tradicionales de selección de semilla y de control de la

variabilidad genética de diversos cultivos; asimismo se ha contribuido a la expulsión rural y ha conducido el abandono de predios ya degradados (Tudela, 2004: 12).

Debido a que la diversidad de flora es esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas naturales, es importante ahondarlo; pues si bien se sabe la lucha contra las plagas en los cultivos ha propiciado un desequilibrio en los procesos ecológicos de los recursos naturales, ya que el uso de plaguicidas puede bajar rápidamente las poblaciones de plagas, a costa de la eliminación de sus enemigos naturales; lo que a su vez ocasiona que las plagas fácilmente incrementen sus poblaciones a niveles mayores a los que tenían antes de aplicar plaguicidas (Gliessman, 2002: 5); lo que ha provocado el surgimiento de arvenses resistentes al herbicida, la reducción de la diversidad ecológica y los efectos adversos a la salud humana (Potter *et al.*, 1990, citado por Figueroa, 2003: 2). Así lo confirma Gliessman (2002: 5), al señalar que la exposición continua de las arvenses a los herbicidas ha provocado la disminución de sus poblaciones o la pérdida de especies, y en muchos casos el desarrollo de resistencia que incita a los productores a incrementar las dosis de herbicida.

Un caso particular es el paraquat, un herbicida muy tóxico para los recursos naturales, registrado como el segundo herbicida que ha provocado la resistencia de 11 especies de arvenses en Estados Unidos, Canadá, Europa, Israel y Japón (Holt and Lebaron, 1990, citados por Figueroa, 2003: 2).

## **2.2. El desarrollo sustentable**

En el siguiente apartado se describen los antecedentes, origen, concepto y objetivos del desarrollo rural sustentable y los modelos de desarrollo rural sustentable y agricultura sustentable que surgirían posteriormente.

### **2.2.1. Antecedentes**

Aunque desde el siglo XIX se ha tenido noción que los recursos naturales estaban ligados al desarrollo y a principios del siglo XX se trataba de formar instituciones que pudieran atender

este tema, es hasta en 1968 cuando en la Conferencia Internacional de la Biosfera, se plantea la idea de promover un encuentro mundial sobre medio ambiente ante una serie de problemas ambientales y económicos que reflejaron la gravedad y dimensión de la crisis ambiental (Pierre, 2005: 35); y ya en 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, se habló por primera vez de los temas ambientales y se manifestaron principalmente las preocupaciones en torno a los problemas ecológicos y del desarrollo en todo el mundo (Sachs, 2001: 132).

Esta preocupación por la escasez de los recursos naturales y la crítica a los actuales modelos de desarrollo en esos años fueron exteriorizados en el informe Meadows sobre “límites del crecimiento” en 1977 en el programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, y es así como surge un nuevo modelo de desarrollo, denominado Ecodesarrollo, con ideales de compatibilizar la ecología con la economía; lo han definido como un desarrollo socialmente deseable, económicamente viable y ecológicamente prudente (Ceña, 1994: 36).

En esta misma década, se origina una nueva perspectiva conocida como Co-evolucionista que pretende corregir la falta de integración entre los recursos naturales y el medio ambiente en las ideologías de desarrollo económico (Ceña, 1994: 7). Este paradigma justifica el conocimiento de los agricultores y como la base para plantear propuestas de cambio (Norgaard *et al.*, 1999, citado por Ocampo, 2004: 32). Estos enfoques ya mencionados serán preludio a un modelo de desarrollo que ira perfilándose años después como Desarrollo Sustentable.

### **2.2.2. Origen, concepto y objetivos del desarrollo sustentable**

El concepto de sostenibilidad o sustentabilidad empezó a ser utilizado desde 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales -UICN - (Ceña, 1994: 42), pero ante los problemas mundiales de desarrollo y ecológicos, en 1987 su profundización se evidencia cuando la Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo adoptó el documento Nuestro futuro común o Informe Brundtland; este informe partía del ideal de que el medio ambiente y el desarrollo estaban ligados, el desarrollo no puede mantenerse sin la base de los recursos ambientales y éstos no

pueden ser protegidos si el desarrollo no considera las consecuencias de la destrucción ambiental (Pierre, 2005: 60).

Es incuestionable que ya en esos años se percibieran con mayor crudeza los problemas ambientales provocados por el mal uso de los recursos naturales, pues como alternativa para el desarrollo se propuso modernizar la agricultura y a partir de entonces ha sido el sector con más énfasis para su intensificación a través de grandes innovaciones en los sistemas agrícolas. La introducción de los plaguicidas como insumos externos para aumentar la productividad y los rendimientos, ha propiciado la presencia de problemas ambientales como reaparición de plagas y resistencia genética a los plaguicidas en arvenses e insectos; la pérdida de cultivos tradicionales; la contaminación química y la destrucción de los mecanismos de control natural en los agroecosistemas (Altieri, 2000: 7); además de los frecuentes problemas de salud en los productores por el uso prolongado de plaguicidas y fertilizantes.

El Informe Brundtland hace el esfuerzo por incorporar íntegramente factores clave que aludan a la definición de desarrollo sustentable, presentaba dos definiciones de desarrollo sustentable o sostenible más difundidas, la primera incorporó componentes intrageneracionales que aluden a aquel desarrollo que combina la sustentabilidad ecológica, con la eficiencia productiva y con la equidad social y la segunda que incorporó las de carácter intergeneracional. Este último enfoque ha tenido mayor auge, ya que la definición de desarrollo sustentable alude las relaciones sociedad- naturaleza (Natenzon, 2001: 44); por lo tanto la Comisión Brundtland declara un desarrollo sustentable aquel en el que se cubren las necesidades de las generaciones presentes sin implicar las necesidades de las generaciones futuras; por lo tanto los objetivos deben lograrse en un proceso permanente y continuo (CEPAL, 1994, citado por CEPAL, 2001: 5). Después de la publicación de *Nuestro futuro común* se han realizado esfuerzos por establecer los principios que debe cumplir el desarrollo sustentable.

Robinson *et al.* (1990; citados por Bruce, 1999: 47), presentan una clasificación de principios sustentables ecológicos y medioambientales y principios sociopolíticos considerando dentro

de éstos las restricciones ambientales y ecológicas para que una sociedad pueda dirigirse hacia la sustentabilidad:

- Proteger la vida, a través de la protección de los sistemas.
- Proteger y mejorar la biodiversidad.
- Mantener y mejorar la integridad de los ecosistemas y recuperar los degradados.
- Desarrollar e implementar estrategias que puedan adaptarse y se prevengan para enfrentar los cambios ecológicos globales.
- No sobrepasar la capacidad de carga total del planeta.
- Reducción del costo ambiental de la actividad humana -uso de energía y materias primas por unidad de actividad económica; emisiones nocivas-.
- Equidad sociopolítica y económica en un proceso de transición a una sociedad más sostenible.
- Incorporación más directa de aspectos ambientales en los procesos políticos de toma de decisiones.
- Control del nivel poblacional, a través de la interpretación e implementación de los conceptos asociados a la idea de desarrollo sustentable.
- Redistribución del poder político hacia jurisdicciones principalmente ambientales -articular la experiencia ambiental actual con la actividad política-.
- Participación de la población afectada en la toma de decisiones gubernamental -establecer un procedimiento abierto y accesible-.
- Población libre de presiones económicas -no pase escasez-.
- Participación de la población en forma creativa y directa en los sistemas económicos y políticos.
- Asegurar igualdad y justicia social, a través de un sistema legal justo y abierto, libre de presiones políticas, con libertad de religión, expresión y reunión, con garantías de acceso a la información y a la educación de calidad.

Las políticas ambientales y de desarrollo encaminadas hacia un desarrollo sustentable proponen objetivos originados a raíz de los problemas ambientales, económicos y sociales vividos en los años ochenta (Pierre *et al.*, 2005: 64):

- Con bases confiables y constantes.
- Sistema social capaz de resolver las tensiones causadas por un desarrollo inequilibrado.
- Plantea retomar el crecimiento.
- Cambiar la calidad del desarrollo.
- Atender las necesidades básicas -alimentación, agua, empleo, energía, y saneamiento-.
- Mantener un nivel poblacional sustentable.
- Conservar y mejorar la base de los recursos naturales.
- Reorientar la tecnología y administrar el riesgo.
- Incluir los aspectos ambientales y económicos en los procesos de toma de decisiones.
- Proponen la existencia de un sistema político que asegure la participación ciudadana en los procesos de decisión.
- Sistema económico que pueda generar excedentes con bases confiables y constantes.
- Sistema de producción que respete la obligación de preservar la base ecológica del desarrollo.
- Sistema tecnológico que busque constantemente nuevas soluciones.
- Sistema internacional que estimule padrones sustentables de comercio y financiamiento
- Sistema administrativo flexible y capaz de autocorregirse.

Es claro que el desarrollo sustentable constituye uno de los temas más complejos cuando se quiere aplicarlo a la vida económica y social, pero se procura hacer compatible el crecimiento económico con la protección ambiental y los aspectos sociales -equidad y bienestar de la población- (CEPAL, 2001: 5); por tal motivo en el estudio se ha considerado al enfoque de

desarrollo sustentable el pilar que contribuya a conjuntar íntegramente otras teorías como desarrollo rural sustentable, agroecología y manejo de recursos naturales, como alternativas ante los problemas por el mal uso de los recursos naturales, atribuidos a la aplicación intensiva de herbicidas como paraquat que ha sido resultado de arvenses que han desarrollado resistencia y disminución al herbicida, aunado al aumento de dosis, combinación con otros tipos de herbicidas y mano de obra que ayuden a controlar las arvenses, que en efecto es cada vez más la falta de rentabilidad por los altos costos de los herbicidas y contrato de mano de obra.

### **2.2.3. Desarrollo rural sustentable**

La agricultura convencional, ha propiciado la tendencia a la destrucción y el desplazo de los agroecosistemas y comunidades rurales por formas “modernas” de producción, basadas en costos económicos, con especialización espacial, productiva y humana, para una producción exclusivamente orientada al mercado (Sevilla *et al.*, 1997, citado por Martínez, 2006: 7); pues las bondades que ofreció su introducción trajo como resultado una visión muy limitada en relación al desarrollo rural, ya que en un principio solo se requería un desarrollo rural vinculado a las acciones agronómicas de extensión para generar formas autogestionarias de acción social colectiva y conseguir: la aceptación de estilos de agricultura industrializada por parte de la población local; incrementar el nivel de vida de la población o en los casos extremos satisfacer sus necesidades básicas; y construir mecanismos de organización comunitaria para obtener la participación local en la maquinaria modernizadora para transferir tecnologías externas y homogeneizar así el manejo de los recursos naturales, tornando con ello su naturaleza en industrial (Sevilla, 2000: 12).

Actualmente el modelo de desarrollo esta dirigido hacia la sustentabilidad, con estrategias orientadas hacia la transformación de los patrones de uso de los recursos naturales, las políticas de crecimiento vigentes y a la búsqueda de nuevas formas institucionales que contemplen la participación de los actores en la gestión socio-ambiental y el desarrollo local (Alemany *et al.*, 2006: 1).

A raíz de esto ha surgido la visión de un desarrollo rural sustentable, en el que perciba un conjunto de prácticas basadas en el conocimiento; prácticas reflexivas, planificadas y manejadas que hacen uso de cuerpos particulares de conocimiento ecológicos, culturales, económicos, sociales o políticos (Bruckmeier, 2007: 2); donde también se requiere del conocimiento del agroecosistema, lo que es imprescindible la identidad de la naturaleza que la comunidad local posee para potenciar su identidad (Martínez, 2006: 8).

La agricultura y desarrollo rural sostenible son un proceso que: garantiza que los requerimientos nutricionales básicos de las generaciones presentes y futuras sean atendidos cualitativa y cuantitativamente, al tiempo que provee una serie de productos agrícolas; ofrece empleo estable, ingresos suficientes y condiciones de vida y de trabajo decentes para todos aquellos involucrados en la producción agrícola; mantiene, y allí donde sea posible, aumenta la capacidad productiva de la base de los recursos naturales como un todo, y la capacidad regenerativa de los recursos renovables, sin romper los ciclos ecológicos básicos y los equilibrios naturales, lo que destruyen las características socioculturales de las comunidades rurales o contamina el medio ambiente y reduce la vulnerabilidad del sector agrícola frente a factores naturales y socioeconómicos adversos y otros riesgos, y refuerza la autoconfianza (FAO, 1995).

De acuerdo a Martínez (2006:10) para lograr el desarrollo rural sin destruir el agroecosistema y sin transformar las unidades tradicionales, en unidades especializadas y asalariadas, es necesario cambiar completamente los objetivos de la modernización rural. Reconocer primero una racionalidad ecológica en la producción tradicional y su autosuficiencia basada en una simbiosis permanente con el agroecosistema local, como punto de partida para un desarrollo alternativo.

Martínez (2006: 11) plantea diez principios agroecológicos para un desarrollo rural sustentable, clasificándolos en principios prácticos y filosóficos. Estos son:

- 1. Diversidad:** biológica, genética, ecológica, paisajística y productiva.
- 2. Autosuficiencia:** alimentaria, energética, tecnológica, económica.

3. **Integración:** prácticas productivas, unidades de paisajes y ciclos naturales.
4. **Equidad:** productiva, de recursos, de participación, de toma de decisión, etc.
5. **Justicia:** obtener precios justos para los productos comercializados por la comunidad, buscando enfrentar los diferentes mecanismos del intercambio económico desigual.
6. **Racionalidad:** la aplicación del uso múltiple del agroecosistema permite y promueve la diversidad ecológica, biológica, genética y el equilibrio de los flujos de materia y energía del agroecosistema.
7. **Equilibrio Espacial:** lograr y garantizar la estabilidad del paisaje, -manejo equilibrado de las unidades ecogeográficas y su integración en los procesos productivos-.
8. **Equilibrio Productivo:** racionalidad productiva -subsistencia de los productores en la producción hacia el mercado-.
9. **Equilibrio Comunitario:** equilibrar los intereses del todo y los intereses de sus partes; es decir, entre los derechos e intereses colectivos o comunitarios y los derechos e intereses de las familias e individuos que forman la comunidad.
10. **Equilibrio Familiar:** armonía entre los individuos, sexos y generaciones que integran el núcleo familiar, -garantizar la satisfacción de sus necesidades esenciales, mediante normas adecuadas de salud, alimentación, higiene, educación, reproducción, información y recreación-.

#### 2.2.4. Agricultura sustentable

Las interacciones entre los humanos y los recursos naturales (suelo, agua, aire, flora, fauna y clima) son fundamentales para la agricultura, involucran relaciones y conflictos entre crecimiento económico, pobreza y medio ambiente y son más visibles en la agricultura (Trigo, 1995: 6).

Actualmente la agricultura convencional, es un círculo vicioso que incrementa la pobreza, lo que a su vez conduce a la sobreexplotación y la degradación de los recursos y con ello la disminución de la productividad agrícola y retroalimentación de niveles más altos de pobreza. Por otra parte la situación económica, social y política de los países del tercer mundo especialmente en el entorno rural fue sufriendo cambios sustanciales que demandaron atención, sobre todo los grandes contrastes campo ciudad y ante la pobreza sin una salida, sino más bien hacia un incremento de la pobreza y la marginación (Socorro, 2005: 4); la agricultura ha estado cambiando en las últimas décadas después de un período de intensificación irracional del uso de insumos de alta tecnología.

Como una alternativa para la solución de la crisis ecológica resultante del desarrollo agrícola, impuestas a los países latinoamericanos trasladando a ellos los patrones de la llamada “modernización” de la agricultura mediante la introducción de la “revolución verde”, ha surgido recientemente el concepto de agricultura sustentable (Zumaquero *et al.*, 2005:4).

Este concepto surge como una respuesta a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna (Altieri, 2000: 1). Su concepción ha provocado mucha discusión y ha suscitado la necesidad de realizar ajustes en la agricultura convencional para volverla ambiental, social y económicamente viable y compatible (Martínez *et al.*, 2005:43). Se han encontrado diversas concepciones de agricultura sustentable; una de ellas la de Francis, *et al.* (1990, citado por Zumaquero, *et al.*, 2005:5), el cual considera una filosofía basada en metas humanas y en la comprensión del impacto a largo plazo de actividades sobre el medio ambiente o sobre otras especies, los sistemas sostenibles reducen la degradación medioambiental, mantienen la productividad agrícola, promueve la viabilidad económica tanto en el corto como el largo plazo y mantiene estable la comunidad rural y la calidad de vida.

La FAO, define la agricultura sustentable como el manejo y conservación de la base de los recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras. Así mismo en relación a conservar la tierra, el agua y los recursos genéticos, vegetales

y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (FAO, 1995, citado por Ocampo, 2004: 77).

Zumaquero, *et al.* (2005: 6), señala que en relación a la agricultura, el Instituto de Recursos Mundiales en un informe define el desarrollo sustentable como “un mejor aprovechamiento de las tierras cultivables, de los suministros de agua, así como el desarrollo y adopción de prácticas y tecnologías agrícolas perfeccionadas para incrementar los rendimientos, requiere evitar el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas a fin de no degradar ríos y lagos, amenazar la vida agreste, contaminar la alimentación humana y los abastecimientos de agua, implica una utilización cuidadosa del riego para prevenir la salinidad o la inundación de las tierras de cultivo y evitar la expansión de la agricultura en las laderas escarpadas o en los suelos marginales, que erosionan rápidamente”.

Para Jiménez (2002: 2), la agricultura sustentable puede definirse como un sistema integrado de prácticas de producción agrícola, cuya aplicación es dependiente de los ambientes o localidades, que a largo plazo pueda satisfacer las necesidades de alimentos y fibras de la población mediante la utilización eficiente de insumos y tecnologías agrarias, sin comprometer la conservación de los recursos naturales, la calidad del medio ambiente y la competitividad de los productos en precios y calidades que requiere el comercio internacional.

Todas las definiciones de agricultura sustentable promueven armonía ambiental, económica y social para cumplir con el significado. Por lo tanto Zinck *et al.* (2005: 53) propone indicadores para medir el nivel y la duración de la sustentabilidad, ya que no puede medirse directamente por ser un concepto.

La idea de sustentabilidad para los sistemas socioeconómicos y de los agroecosistemas para una agricultura ecológica sostenible es que han de ser indefinidamente reproducibles sin deterioro de los ecosistemas sobre los que se apoyan. El sistema debe tener la posibilidad de abastecerse de recursos, mecanismos para desechar los residuos que produzcan y controlar las pérdidas de calidad.

En ese mismo sentido, la agricultura sustentable también debe ser suficientemente productiva, económicamente viable y financieramente posible, ecológicamente adecuada<sup>2</sup>, culturalmente aceptable y socialmente justa, así como técnicamente posible; para ello se requiere un manejo diferente de los sistemas agropecuarios que contemple: una producción eficiente y rentable<sup>3</sup>; una disminución del riesgo debido a fluctuaciones ambientales (bióticas y abióticas) o de mercado<sup>4</sup>; uso o degradación de los recursos naturales renovables a un ritmo menor o igual a su tasa de reposición; uso o explotación de los recursos no renovables a un ritmo menor o igual al de la tasa de desarrollo de tecnologías alternativas; aumento en la biodiversidad de los sistemas productivos; menor dependencia del uso de insumos externos; uso más eficiente de la energía; mayor aprovechamiento de procesos naturales en la producción agrícola; eliminación o disminución del daño al ambiente y/o a la salud de agricultores y consumidores; ajuste de los sistemas de cultivo a la productividad potencial y a las limitantes físicas, económicas y socioculturales de los agroecosistemas; control de plagas y enfermedades basado principalmente en el uso de recursos locales, así como tecnologías cultural y socialmente aceptables (Sarandón, S. J y Sarandón, R. 1993, citados por Giaccio, 2007: 4).

Esto se confirma con aportaciones de otros autores que señalan que la agricultura sustentable debe preservar sus recursos básicos, minimizando toda pérdida, usar los recursos renovables, sin sobrepasar el ritmo de reposición natural; consumir recursos naturales no renovables al ritmo de creación de sustitutos renovables; no generar contaminación o residuos a ritmos más rápidos de lo que pueda absorberse y esforzarse por mejorar su eficiencia energética y evitar la contaminación de los recursos (Riechmann, 2003, citado por Ocampo, 2004: 78).

Para el caso específico del uso de insumos externos, se requiere de la adopción de una agricultura sustentable, en el que los productores usen niveles apropiados de fertilizantes y plaguicidas; un buen entendimiento de la naturaleza; comprensión en la interacción entre

---

<sup>2</sup> Se define este concepto como la conservación de la base de recursos naturales y la preservación de la integridad del ambiente a nivel local, regional y global.

<sup>3</sup> La producción eficiente y rentable, principalmente en relación a costos ecológicos, haciendo énfasis en mejores técnicas de manejo y conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos.

<sup>4</sup> Lograr una mayor estabilidad en el tiempo (Giaccio, 2007: 4).

fertilizantes, plaguicidas, rotaciones de cultivo, y la forma en que las interacciones influyen en los rendimientos y en el ingreso del productor (Delgado, 2002: 220).

Para avanzar hacia una agricultura sustentable Giaccio (2007: 16), propone generar y aplicar tecnologías que tiendan a la preservación de los recursos naturales; pues como se ha mencionado, se requiere de un mejor conocimiento de los componentes del agroecosistema y de las interrelaciones que ocurren entre ellos. Como señala el autor se necesita una tecnología que abarque al sistema en general, considerando las interacciones de todos sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos y el impacto ambiental que estos producen.

El término sustentabilidad hace referencia a una agricultura racional donde el objetivo central no es alcanzar un rendimiento máximo sino una estabilidad de largo plazo, pues se pretende mantener la capacidad productiva del sistema. Por lo tanto es muy importante incorporar el costo ecológico para lograr una producción sostenible económicamente viable y financieramente posible, no se hablaría de una agricultura sustentable, cuando se están degradando los recursos naturales, aun cuando éste sea económicamente rentable (Giaccio 2007: 16).

La agricultura sustentable es una alternativa ante el alto desarrollo tecnológico que propició en los años setenta la estandarización la agricultura convencional como el modelo a seguir, después de que su impacto se vio reflejado en el deterioro de los recursos naturales por el uso masivo de insumos químicos y tecnologías nocivas a los agroecosistemas.

Actualmente los retos de la agricultura sustentable son hacer frente a problemas ambientales como la contaminación de las aguas, el suelo y el aire, la erosión de los suelos y su consiguiente pérdida de fertilidad, los desequilibrios biológicos, la resistencia de las plagas, daños a la salud por plaguicidas, la erosión genética, entre otros efectos negativos para el ambiente y la comunidad (Socorro, 2005: 5).

Por ello, estudiar la agricultura campesina permitirá conocer su estado de degradación por aplicación del herbicida paraquat y proponer prácticas que modifiquen su estructura y funcionamiento hacia una agricultura sustentable.

### **2.3. El enfoque agroecológico como alternativa para la agricultura sustentable**

El siguiente apartado se describe el origen y objetivos de la agroecología, el manejo de los recursos naturales y el manejo de malezas y arvenses.

#### **2.3.1. Origen y objetivos de la agroecología**

La crisis de la agricultura convencional dió origen a la agroecología, considerada una nueva herramienta que proporciona métodos para un análisis más profundo e integral de la agricultura, basado en el enfoque de sistemas. Sus raíces provienen de las ciencias agrícolas, ecológicas, análisis de agroecosistemas indígenas, movimientos ambientalistas y en estudios del desarrollo rural (Tapia, 2002: 68).

A mediados de los 70's y a principios de los 80's del siglo pasado, la agroecología se encontraba en sus primeras etapas, para 1985 la producción sustentable adquirió mayor importancia e incluyó áreas como manejo de plagas, manejo del agua, ciencias del suelo, agronomía, economía de los recursos naturales, posteriormente integró geografía, meteorología, hidrología y sociología; todas en el discurso de agroecología para solucionar o mejorar los problemas de los sistemas de producción con alta o baja dependencia de insumos externos (Ruiz, 2006: 141).

Por esos años, también se sentaron las bases para la construcción del paradigma agroecológico, siendo estos la respuesta europea a los cambios de paisaje y a la disminución de la calidad de los recursos naturales, el círculo vicioso del uso de plaguicidas y su efecto en la salud humana en los Estados Unidos y pérdidas de la biodiversidad, la resistencia

Latinoamericana a la pérdida del conocimiento tradicional y la crítica al paradigma científico (Trujillo y Gliessman, 2003, citado por Ruiz, 2006: 141).

La agroecología tiene por objetivo la comprensión de los elementos y procesos clave que regulan el funcionamiento de los agroecosistemas y establecimiento de las bases científicas para una gestión eficaz en armonía con el ambiente, como respuesta a la crisis medioambiental y socioeconómica de la agricultura industrializada a nivel mundial (Sans, 2007: 1).

### **2.3.2. Agroecología**

La agroecología es una ciencia de complejas interrelaciones entre los elementos bióticos - formas silvestres y culturales- y abióticos -naturales y técnicos- de los agroecosistemas, influidas antropogénicamente; se refiere al estudio de fenómenos puramente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones predador/presa, o competencia de cultivos/maleza (Susana B. Hecht, 1996; Koppen, 1999, citados por Zumaquero, 2005:7).

La agroecología es una actitud y un enfoque de producción de alimentos y otros satisfactores para el ser humano de tal forma que con el manejo dado a los recursos naturales utilizados se procura minimizar o eliminar los efectos negativos sobre el ambiente y la sociedad a la cual satisfacen a través del tiempo (Ruiz, 2006: 145).

Así mismo, la agroecología es una disciplina referida al manejo adecuado de ecosistemas y agroecosistemas tradicionales bajo una interrelación armónica entre el hombre y la naturaleza que respete el medio ambiente y los valores culturales de la sociedad, está destinada a potenciar el manejo adecuado de los recursos naturales en el sistema productivo a fin de aportar con experiencias y conocimientos para el desarrollo de la sociedad, que garantice la reproducción para las generaciones futuras sin descuidar sus contribuciones a la ciencia y al desarrollo de los países en vías de desarrollo (Tapia, 2002: 67).

El enfoque agroecológico, se refiere a las interacciones e interconexiones de dos componentes o subsistemas: el ecológico y el social. Supone que un cambio en alguno de los

componentes produce cambios en el agroecosistema, ya que se producen interacciones entre la organización y el funcionamiento del agroecosistema con los componentes sociales, económicos y culturales de la sociedad donde se desarrolla la agricultura (Gliessman, 1999, citado por Ocampo, 2004: 31).

### **2.3.3. Recursos naturales y su manejo**

A continuación se describe el concepto de recurso natural, su clasificación y el manejo de éstos.

#### **2.3.3.1. Definición del concepto de recurso natural**

Recurso originalmente significaba vida, su raíz es el verbo latino que evoca la imagen de una fuente que continuamente surgía del suelo. Como fuente, un recurso surge una y otra vez aun cuando ha sido repetidamente usado y consumido; el concepto destacaba el poder de autoregeneración de la naturaleza y llamaba la atención su prodigiosa creatividad (Sachs, 2001: 353).

Gómez (1999: 45) define el concepto de recurso natural como los elementos y procesos del medio que cumplen la doble condición de utilidad y escasez -esta última en términos de cantidad o de calidad: posesión de los atributos que le hacen útil, como el aire que son cualitativamente escasos-.

De acuerdo a García *et al.* (2005: 276) los recursos naturales son aquellos bienes que provee la naturaleza y que son utilizados por las personas para consumirlos directamente o para ser utilizados en algún proceso de producción.

Otra derivación de recurso natural es recurso ecológico, definido como aquello que necesita un organismo para su normal mantenimiento, crecimiento y reproducción -el hábitat, los alimentos, el agua y el cobijo- (Tyler, 2004: 8).

Según Bassols (1997, citado por Bruce 1999), las dimensiones de los recursos naturales son: calidad - composición química, intangibles o estéticas-; cantidad -masa o volumen-; espacio -ubicación física- y tiempos -un recurso varía en el tiempo, o sea su cantidad, calidad y ubicación-.

Otro concepto relacionado con el manejo de recursos naturales es la biodiversidad, considerado como la riqueza de la vida sobre la tierra, plantas, animales y microorganismos, los genes que contienen y los intrincados ecosistemas que contribuyen a construir el medio natural (World Wildlife Fund, 1989); la biodiversidad debe abordarse a tres niveles: especies, genética y comunidades. En la Cumbre de Río de Janeiro es definido como variabilidad de organismos vivos, de cualquier procedencia, incluidos en los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos y se entiende a varios niveles: al nivel de especie –riqueza y complejidad genética (información) de las especies presentes-; al nivel de los ecosistemas: - número de especies distintas y presencia relativa en un ecosistema-; al nivel de una región o comarca: -distintos ecosistemas presentes-; al nivel del planeta: -conjunto de todo lo anterior- (Gómez, 1999: 40).

Otra concepción es el manejo en los recursos naturales, considerado como la organización y coordinación en el uso de éstos (Loomis, 1993, Integrated Public Lands Management) y para lograr la sostenibilidad en su manejo se debe hacer esfuerzo por aplicar conceptos ecológicos al diseño y manejo de sistemas agrícolas (Altieri, 2000: 8). Uno de ellos es un concepto comúnmente relacionado con el manejo de los recursos naturales: sinergia<sup>5</sup>, significa que un sistema es mucho más que sus componentes o partes constituyentes. Una de las características fundamentales de los sistemas con importantes repercusiones en la gestión ambiental se aplica a los impactos, los cuales pueden generar sinergias negativas y a las medidas que se tomen para eliminarlos, reducirlos o compensarlos; las cuales a su vez, pueden reforzarse mutuamente mediante sinergias positivas o entorpecerse cuando aquellas son negativas (Gómez, 1999: 39).

---

<sup>5</sup> De acuerdo a Gómez (1999: 39) sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.

En este sentido un ejemplo claro es el caso de estudio, el uso intensivo de herbicidas (paraquat) que en un principio surge como alternativa a los altos costos en el control de arvenses con mano de obra y como disyuntiva ante la dificultad para su control, sin embargo paradójicamente a lo que se pensaba ha resultado en altos costos debido a los efectos negativos derivado de su uso continuo y prolongado.

Otro concepto es homeostasis, el ecosistema se manifiesta como un sistema organizativo con capacidad propia de autorregulación y de ajuste que le permite mantener su estructura a lo largo del tiempo; representa el potencial del sistema para reaccionar ante influencias externas; así mismo la resiliencia se refiere a la capacidad de resistencia o elasticidad del ecosistema, también se puede aplicar a alguno de sus componentes ante influencias externas; es la habilidad de un sistema para resistir ante los cambios y absorberlos sin transformarse en otro distinto, incluso aprovecharlos en beneficio propio (Gómez, 1999: 39).

### **2.3.3.2. Clasificación de los recursos naturales**

A través de la historia se ha tenido distintas clasificaciones en el manejo de los agroecosistemas<sup>6</sup> determinadas por tres criterios: el grado de transformación de los agroecosistemas que se apropien; la fuente de energía empleada para realizar la apropiación y el tipo de manipulación que los seres humanos efectúan sobre la estructura, los componentes y la dinámica de los ecosistemas (Toledo *et al.*, 1999, citado por Ocampo, 2004: 35).

Respecto al uso de los recursos naturales debe entenderse como beneficio material: monetario o físico, o como satisfacción inmaterial de donde se deriva la existencia de recursos materiales y recursos intangibles; entendiéndose los primeros como los de carácter tradicional (el suelo, el agua, los vegetales, los animales y los minerales, susceptibles de propiedad privada y de transacciones comerciales); los segundos como objeto de demanda por quienes están dispuestos a dedicar dinero y trabajo para conseguirlos (Gómez, 1999: 45).

---

<sup>6</sup> Agroecosistema es un sistema de acción delimitado en su autorregulación, en dependencia de la conducción antropogénica por la utilización de factores bióticos y abióticos en el espacio agrícola y que, como tal sistema abierto, se caracteriza por: flujos de materia, energía e información dentro y entre los sistemas; equilibrio dinámico, entradas y salidas características (Zumaquero, *et al.*, 2005:6).

De acuerdo a Tyler (2000: 8), los recursos naturales también pueden clasificarse en recursos renovables, recursos potencialmente renovables y recursos no renovables. Los recursos renovables son aquellos cuyas reservas no son fijas, pueden aumentar o disminuir, en función de su explotación y de cómo se regeneren; el proceso renovable es capaz de reproducirse o regenerarse (García *et al.*, 2005: 277). Se puede distinguir entre: recursos renovables puros o fluentes -los que no pueden agotarse como el viento, la radiación solar-; recursos parcialmente renovables -los susceptibles de perder su carácter de renovables si se agotan, como son el suelo, el agua de un acuífero subterráneo-(Gómez, 1999: 47). Los recursos no renovables no se renuevan, y si lo hacen es lento, casi nulo; la mayoría de estos recursos son de origen geológico, como el petróleo, los minerales o el agua proveniente de acuíferos que no se regeneran (García *et al.*, 2005: 277).

### **2.3.3.3. Manejo de recursos naturales**

A lo largo de la historia, las sociedades han manejado los recursos naturales de distintas maneras, desde un ambiente no modificado de modo extractivo o cinegético por sociedades nómadas dedicadas a la caza, pesca y recolección; el modo campesino o agrario, que surge con el origen de la agricultura y la domesticación de especies animales y, se encuentran sus raíces en el origen de la especie humana y en el proceso de coevolución que han tenido lugar entre la sociedad y la naturaleza (Ocampo, 2004: 35); hasta la drástica transformación de ellos por el uso de tecnologías modernas del modo agrourbano que ha alterado sustancialmente el ambiente global (García *et al.*, 2008: 28).

Es importante mencionar que el manejo de los recursos naturales desde el modo campesino o agrario ha adquirido gran importancia, desde su aparición con el inicio de la agricultura, hasta la presente; ya que además de representar a la mayoría de los productores agrícolas en el mundo, este grupo satisface sus necesidades casi exclusivamente de los recursos y servicios que les brindan sus ecosistemas locales (García *et al.*, 2008: 28); se caracteriza por la diversificación de los hábitats mediante las rotaciones, los policultivos, los cultivos de cobertura, la conservación de vegetación en las zanjas de los terrenos y la fertilización orgánica (Sans, 2007: 45).

Ligado a este modo de manejo de los recursos naturales, también se encuentra el modo agroindustrial o moderno desarrollado bajo la lógica de la revolución industrial y científica, su principal característica es que la satisfacción de sus necesidades no depende únicamente de los servicios que les brindan los ecosistemas locales, sino que su apropiación de la naturaleza abarca toda la biosfera (Dasmann, 1977, citado por García *et al.*, 2008: 28).

Esta forma de manejo se caracteriza en su mayor parte por el monocultivo, la fertilización química y el intensivo control de especies arvenses mediante laboreos convencionales o mediante la aplicación de herbicidas que han disminuido la biodiversidad (Sans, 2007: 45).

Aunque el manejo de los recursos naturales se basa en una compleja red de interrelaciones entre ciencia, tecnología, sociología y ética, el desarrollo sustentable en su manejo se basa en cuatro directrices principales que son: ecológicamente armonioso, económicamente eficiente, localmente autosuficiente y socialmente justo (Zaldivar, 2004, citado por Gutiérrez, 2005: 76); es evidente que el mejoramiento en el manejo sustentable no solo está relacionado con la mitigación de la pobreza, sino que también es parte esencial del incremento de la sustentabilidad de la producción en áreas tradicionales y ecológicamente vulnerables (Altieri, 2000: 16); como en el caso de la diversidad de comunidades arvenses en los agroecosistemas, que además de tener como valor la conservación de la biodiversidad, también contribuye a mantener la complejidad y propiedades del agroecosistema como la estabilidad (Vandermeer *et al.*, 1998; Marshall *et al.*, 2003, citados por Sans, 2007: 46).

#### **2.3.4. Manejo de malezas y arvenses**

Las malezas se definen como plantas que crecen en un lugar donde no se desea que crezcan, suele conocerse también como malas hierbas (España), o como plantas dañinas (Brasil), planta invasora. Desde el punto de vista antropocéntrico las arvenses se consideran como plantas que interfieren de una u otra forma con las actividades del hombre (Rzedowseki, 2006).

Sabbatini (2000: 343) define a las malezas como plantas que crecen en sitios no deseados por el hombre. El concepto de mala hierba, planta que crece siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resultan no deseables por él en un lugar y momento determinado. También existe el criterio de que estas especies son aquellas que están fuera de lugar y que normalmente tienen efectos negativos cuando crecen dentro de áreas cultivadas con especies económicamente más importantes (Azurdia, 2004) y se caracterizan por ser plantas silvestres que se desarrollan en habitats totalmente artificiales, como son campos de laboreo, huertas y jardines, así como las cercanías de habitaciones humanas y de establecimientos industriales, orillas de caminos y de vías de ferrocarril, basureros, zanjas, orillas de canales, bardas, terrenos baldíos, etc.

Rodríguez (2000, citando a Klingman, 1961; Mercado, 1979; Rincón *et al.*, 1968; Trujillo, 1981; Rodríguez, 1988) consideran a las malezas como plantas que crecen donde no son deseadas o plantas fuera de lugar; que interfieren con el hombre o área de su interés; todas aquellas plantas que compiten con los cultivos y reducen tanto los rendimientos como la calidad de la cosecha, obstaculizando además la recolección de la misma; plantas que interfieren negativamente con las actividades productivas y recreativas del hombre; o como aquellas plantas que en un momento o lugar dado y en un número determinado, resultan molestas, perjudiciales o indeseables en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre.

El concepto de mala hierba suele resultar confuso, el problema surge al no existir ninguna característica morfológica o fisiológica que permita catalogar de forma objetiva a una especie vegetal como mala hierba, por lo que basándose en los intereses particulares se decide si una especie es o no una mala hierba (García *et al.*, 1991), pues existen contradicciones con el papel que juegan estas especies cuando forman parte de la agricultura manejada con tecnología tradicional, en donde son consideradas por los agricultores como parte de su sistema de producción, aunque en tiempos del ciclo de cultivo se reconoce su capacidad de competencia en periodos críticos de los cultivos principales, época en la que se combaten totalmente o en forma diferencial, llegando hasta ser cultivadas cuando la demanda así lo requiere (Azurdia, 2004). Por lo tanto el concepto de maleza tiene un origen antropocéntrico,

pues existen algunas especies que de acuerdo al lugar donde crecen pueden ser consideradas cultivos o malezas (Sabbatini, 2000: 343).

Desde el punto de vista ecológico existen dos grandes grupos en el conjunto de malezas: las plantas arvenses, -ligadas a los cultivos, y las plantas ruderales, -propias de los poblados y de las vías de comunicación- (Sabbatini, 2000). Es así como las plantas arvenses son consideradas aquellas especies de la vegetación nativa o silvestre que conviven con los cultivos, los pastos, los prados artificiales y que en un momento dado pueden interferir en los cultivos ya sea alelopáticamente o por competencia por agua, nutrientes, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y espacio, afectando económicamente el sistema productivo (Gómez y Rivera 1994, citados por Salazar, 2003); así mismo también se conocen como plantas adventicias, identificadas como aquellas especies que se presentan espontánea o accidentalmente en los cultivos (Sabbatini, 2000: 353).

Las plantas arvenses o adventicias poseen características que las hacen reproducirse eficazmente y tener una alta resistencia; semillas o propágulos viables mucho tiempo, germinación escalonada en largos periodos de tiempo, fácil dispersión de semillas, germinación sincronizada con el cultivo comensal, producción muy elevada de semillas, presentan otros órganos de propagación vegetativa, presentan un amplio rango ecológico, variabilidad genética muy grande, plantas con altas tasas de crecimiento y absorción de nutrientes, morfología y fisiología muy competitivas.

Esta diversidad de arvenses, ha propiciado que un número considerable de arvenses posean características útiles por su uso económico, alimenticio, forrajero, medicinal y apícola. También tienen un papel ecológico importante, pues son protectoras del suelo contra la erosión como lo son las arvenses nobles<sup>7</sup>, quienes facilitan el manejo y la conservación del agua al hacer parte de la foresta protectora y favorecen los nichos ecológicos de organismos benéficos (Rivera y Gómez, 1992, citados por Rivera, 2004: 3).

---

<sup>7</sup> Salazar (2003, citando a Gómez *et al.*, 1985; Gómez, 1990); definen el término "arvenses nobles" como plantas de porte bajo, de crecimiento rastrero o decumbente, con raíz fasciculada rala superficial o pivotante rala, con cubrimiento denso del suelo.

Existen otras que tienen principios tóxicos y alergénicos para las personas y animales; así mismo existen especies arvenses hospedantes de insectos plagas, hongos, bacterias, virus y nemátodos que causan daños a las plantaciones cultivadas (Rivera, 2004: 3)

Respeto al control de las especies arvenses, Sabbatini (2000: 344), señala cuatro estrategias básicas:

- a) El control cultural. Involucra todas las medidas tendientes a generar condiciones favorables o ventajas competitivas que beneficien al cultivo frente a las malezas.
- b) El control manual y mecánico. Implican la remoción de las malezas emergidas directamente por el hombre o mediante la utilización de diferentes implementos como cultivadores, escarificadores, rastras, arados, etc.
- c) El control biológico. Consiste en la utilización de organismos, agentes biológicos o enemigos naturales que se encuentran en el ambiente y que a través de su interacción (parasitismo, predación o herbivoría, acción patogénica, alelopatía) afectan negativamente el desarrollo de una población de malezas.
- d) El control químico. Es la estrategia más difundida; su rápida acción, su versatilidad y adaptación a diferentes equipos de aplicación y sistemas de cultivo y su potencialidad de aplicación en grandes extensiones, así como sus efectos negativos: contaminación de suelos, acuíferos, alimentos, organismos benéficos, disminución de biodiversidad, etc.

Salazar (2003, citando a Mortensen y Coble, 1997) también presenta estrategias sobre el manejo de arvenses:

- 1) Erradicación: Es la eliminación total de arvenses en el campo, convirtiéndose en una práctica costosa y benéfica sólo a corto plazo.
- 2) Profilaxis: Es una estrategia segura, que envuelve la aplicación de herbicidas preemergentes al suelo, este manejo puede resultar en detrimento de la calidad ambiental, desprotección total de los suelos, además de desperdicio de herbicida y dinero.

- 3) Remedial o de contención: Esta estrategia es usada para mantener la población de arvenses en un nivel específico bajo, tolerando la presencia de alguna población de arvenses en el cultivo, siempre y cuando las pérdidas económicas en los rendimientos del cultivo sean iguales o menores que los costos de control, lo cual resulta en el manejo de arvenses basado en el conocimiento "umbral" de las poblaciones de arvenses presentes. Las prácticas remediales son de gran valor potencial por presentar el menor costo y ser ambientalmente sanas.

#### **2.3.4.1. Manejo integrado de arvenses**

El manejo integrado de arvenses, surge a raíz de una mayor conciencia de los problemas de erosión en suelos, pues años atrás se consideraba indeseable todo tipo de vegetación arvense asociado a los cultivos. Actualmente con esta forma de manejo se ha empezado a proteger el suelo mediante el establecimiento de arvenses que no interfieren económicamente con el crecimiento y el desarrollo del cultivo (Salazar, 2003).

Rivera (2004: 18) define manejo integrado de arvenses como la combinación conveniente y oportuna de los diferentes métodos de manejo de las mismas (prácticas de cultivo, manual, mecánico, químico y biológico), con la finalidad de aprovechar la ventajas de cada método y buscando el menor impacto para el ambiente, para el hombre y los seres vivos.

Este tipo de manejo considera como pieza clave crear condiciones en el ambiente y en el suelo que sean favorables para el crecimiento del cultivo y no para las arvenses, por lo que es importante el empleo integrado de una serie de prácticas tanto de cultivo como de medidas de manejo, para beneficiar los cultivos y no las arvenses. Además de tener medidas preventivas de manejo del cultivo con riesgo muy bajo de erosión en los suelos, que no sobrepase los niveles críticos establecidos, para conseguir un sistema de producción sostenible (Rivera, 2004: 7), seleccionando coberturas nobles de arvenses sin competencia económica significativa para el cultivo; a través de un manejo técnico de ellas y no permitiendo su crecimiento en la zona de raíces con el objetivo de proteger el suelo de la erosión. Igualmente es importante estimar la población y el tipo de arvenses antes de tomar alguna acción de

manejo, premisa básica para cualquier programa de manejo integrado de arvenses (Higley y Pedigo, 1997, citados por Salazar, 2003).

Por lo tanto la selección del método de manejo de arvenses depende de factores como el tipo de cultivo, complejo de arvenses, condiciones ambientales, suelo, clima, topografía del área, costos, etc. (Rivera, 2004: 7). El manejo de arvenses ha sido de las mayores limitantes para el desarrollo sustentable en la agricultura, ya que los sistemas de producción actualmente manejados y la aplicación indiscriminada de herbicidas no han sido los más apropiados (Salazar, 2003).

## **2.4. Efectos secundarios del paraquat**

Seóanez (1993: 259) define efecto como la manifestación típica de un fenómeno o propiedad debida a causas determinadas, por lo tanto puntualiza, efecto secundario es un efecto positivo o negativo que se añade a una acción principal.

Una definición más propia la considera Viñuela (1993: 5), propone como efectos secundarios como todos aquellos efectos que los tratamientos fitosanitarios provocan de forma no intencional a corto o largo plazo, ya sean perjudiciales o no. En este estudio se analizaron los efectos secundarios del paraquat, por lo que aquí describimos sus características y efectos en los recursos naturales -suelo, agua y arvenses- y en la salud.

### **2.4.1. Características del paraquat**

El paraquat es un compuesto químico tóxico utilizado ampliamente como herbicida y desecante principalmente para el control de arvenses, es sólido incoloro a amarillo, inodoro (Departamento de salud de New Jersey, 1999). Pertenece al grupo químico de los bipyridilos, su nombre químico es ión de dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipyridilo ( $C_{12}H_{14}N_2$ ), vendido generalmente con el nombre comercial gramoxone®.

El principio activo del paraquat es un sólido cristalino blanco no volátil, que se funde y se descompone a 300 °C, se caracteriza por ser muy soluble en agua y casi insoluble en solventes orgánicos (Centro de información del paraquat, 2007).

A pesar de que el paraquat tiene alta toxicidad y carece de un antídoto, la OMS solo lo clasifica como una sustancia moderadamente peligrosa, en otros países como E.U.A. lo clasifican como una sustancia altamente peligrosa (Madeley, 2002: 12).

Según Reigart (1999: 122), la dosis letal media DL50 en humanos es aproximadamente de 3 a 5 mg/kg, equivalente de 10 a 15 ml en una solución al 20%.

#### **2.4.2. Efectos del paraquat en el suelo y en el agua**

Uno de los efectos secundarios del herbicida paraquat en el suelo es su persistencia, pues se ha concluido que la capacidad del suelo para inactivar el paraquat es menor que la capacidad de intercambio catiónico para desadsorber el paraquat en el suelo (Damanakis, 1970, citado por Isenring, 2006: 51). Es ligeramente móvil en suelos arcillo arenosos y potencialmente móvil en suelos arenosos con muy poco contenido de materia orgánica (EPA, 1998, citado por Isenring, 2006: 51); El paraquat está formado por cationes que se fijan fuertemente a las partículas del suelo, por lo que no se presenta lixiviación a las aguas subterráneas (Labrada *et al.*, 1996).

#### **2.4.3. Efectos del paraquat en las arvenses**

Igualmente la utilización de los mismos herbicidas durante varios ciclos de cultivo, trae como consecuencia la generación de arvenses tolerantes a ellos (Jarma *et al.*, 2004: 24), así mismo la disminución o pérdida de especies o la emergencia de plantas arvenses que antes no existían en determinados cultivos.

Actualmente la resistencia de las arvenses a los herbicidas se ha convertido en un problema progresivo, por tanto se prevé que éste será el principal factor a considerar en el control de

arvenses para reducir los costos de producción (Jarma *et al.*, 2004: 24). Un ejemplo de ello es el herbicida paraquat, su uso repetido en cultivos perennes ha conducido al desarrollo de biotipos tolerantes de 13 especies de arvenses (LeBaron, 1991, citado por Labrada, 1996).

#### **2.4.4. Efectos del paraquat en la salud humana**

En este estudio se analizaron los efectos secundarios en la salud, por lo que aquí describimos las características del paraquat -efectos agudos y crónicos, antídotos, mecanismo de acción toxicológica e intoxicaciones-.

##### **2.4.4.1. Mecanismo de acción**

Los efectos pulmonares representan la manifestación más letal y menos tratable cuando se ingiere paraquat. El mecanismo principal de intoxicación es la generación de radicales libres que oxidan el tejido pulmonar, este proceso se presenta cuando el paraquat se acumula en forma selectiva en el pulmón y se transporta activamente a los neumocitos tipo I y II a través de un sistema de transporte para diferentes poliaminas. Dicha biotransformación del paraquat en las células genera radicales libres, lo que trae como consecuencia la peroxidación de lípidos y daño a las células (Reigart, 1999: 122).

##### **2.4.4.2. Efectos agudos**

Los efectos agudos conocidos como efectos locales o sistémicos se presentan unos minutos u horas después de la exposición (Karam, 2004: 251). De acuerdo a Ellenhorn *et al.* (1997, citado por Isenring, 2006: 25), los síntomas de intoxicación son lesiones y dolor en la boca y estómago; náuseas, vómitos, diarrea, sangre en las heces. Reigart (1999: 25) agrega que estos primeros síntomas son sensación de quemadura en la boca, pecho y abdomen.

Estos efectos agudos se ven reflejados en daños en los ojos, sangrado de nariz, irritación y quemaduras de piel u otras partes del cuerpo; igualmente excitabilidad y congestión pulmonar, en menor frecuencia convulsiones y pérdida de coordinación. Reigart (1999: 124) señala que

pueden observarse efectos secundarios en el sistema nervioso central -vértigo, dolor de cabeza, fiebre, mialgia, letargo y coma-.

Isenring (2006: 24) considera que la dificultad respiratoria percibida de 2 a 3 días después de su ingestión, generalmente provoca la muerte (Madeley, 2002: 11), la cianosis progresiva y la falta de aire provocan un deterioro en el intercambio de gases en el pulmón dañado, ocurriendo la muerte varias semanas.

Los efectos en la piel (irritación moderada, ulceraciones, despegamiento, necrosis -muerte de células de la epidermis-, dermatitis en las manos y ampollas) son muy frecuentes, por lo que es considerado la principal vía de exposición (Madeley, 2002: 12).

De acuerdo a Madeley (2002: 12, citando a la Environmental Protection Agency EPA), los efectos agudos en los ojos son blefaritis -inflamación de los ojos-, conjuntivitis, y ulceración; los daños pueden ser de moderada a severa, con riesgo de hemorragia nasal. La baja presión de vapor y la baja concentración a la que se utiliza en la agricultura, han hecho que el paraquat no llegue a ser un problema las intoxicaciones por inhalación (WHO, 1990 citado por Isenring, 2006: 10); el único riesgo de intoxicación puede ser al respirar por la boca (Frumkin, 2000, citado por Isenring, 2006: 10).

#### **2.4.4.3. Efectos crónicos**

De acuerdo con Ortega *et al.* (1999, citado por Karam, 2004: 251) los efectos a largo plazo o efectos crónicos son aquellos procesos patológicos que se desarrollan en el organismo después de un periodo de latencia y se deben a la exposición continua del plaguicida.

En la década de los setenta, surge la necesidad de hacer estudios a largo plazo para los plaguicidas registrados, se temía que muchos plaguicidas clasificados de baja toxicidad llegaran a producir efectos crónicos (Karam *et al.*, 2004: 251).

Winchester *et al.* (1995, citados por Isenring, 2006: 28) afirman que las exposiciones prolongadas con soluciones de más del 5% de paraquat pueden producir intoxicaciones mortales y en exposiciones a soluciones menos concentradas con lesiones preexistentes en la piel.

Cuando hay exposición crónica se observa disminución de la función pulmonar, pues los efectos de la intoxicación se ven reflejados en los pulmones, el sistema nervioso, el cerebro y la piel (Isenring, 2006: 32 y Madeley, 2002: 11). El contacto prolongado con paraquat daña la piel y aumenta más la absorción, pues es común que los productores usen equipos que gotean o usen ropa humedecida por el herbicida (Garnier, 1995, citado por Isenring, 2006: 24).

En este sentido Madeley (2002: 12), atribuye otros efectos a largo plazo como el mal de Parkinson; existe poca evidencia que este relacionado con el uso de paraquat. Otras conjeturas indican que es el agente causal del mal de Parkinson, realizaron pruebas en animales, afirmando que los bajos niveles de dopamina en el cerebro son causa de la propiedad tóxica que tiene el paraquat en las células nerviosas productoras de dopamina (Bonneh-Barkay *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2005; McCormack *et al.*, 2005; Ossowska, citados por Isenring, 2006: 34).

#### **2.4.4.4. Antídotos**

Para una intoxicación con paraquat no se cuenta con un antídoto. Se han usado varias drogas como glutatión, N-acetil cisteína, selenio, esteroides, superóxido dismutasa, propranolol, ciclofosfamida, riboflavina y otros medicamentos, también se han usado antioxidantes como la vitamina E y la D, pero no hay evidencia clara de beneficio o daño (Cervantes, 2000: 105).

#### **2.4.4.5. Intoxicaciones con plaguicidas**

Las intoxicaciones por el uso de herbicidas se deben al mal uso de los equipos de protección personal (cubre bocas, mascarillas, guantes, etc.) o a la falta de equipo de protección; al uso inadecuado de los equipos de trabajo (bombas de fumigar); deficientes medidas de regulación y la forma de preparación y aplicación (Karam, 2004: 251).

Es difícil contar con diagnósticos médicos en zonas rurales de países en desarrollo, las intoxicaciones son frecuentes, pero no reportadas (Pronczuk de Garbino, 1995, citados por Isenring, 2006: 22). Se desconoce la magnitud de los efectos en la salud de los productores ya que los pocos registros existentes son muy generales por lo que no existen subregistros (London y Myers, 1995 citados por Isenring, 2006: 22).

De acuerdo con Karam (2004: 251) más de 50% de las intoxicaciones agudas se presentan en los países en desarrollo. World Health Organization (WHO) y UNEP 1990 (citados por Isenring, 2006: 22), señalan que a nivel mundial cada año un 3% de los trabajadores agrícolas sufre un incidente de intoxicación con plaguicidas; Karam (2004: 251) afirma, que también son las deficientes condiciones de higiene y seguridad con las cuales son usados; por otro lado Valdez (2000: 5), considera además los niveles de educación bajos, la poca advertencia y la escasa rigidez o ausencia de reglamentación (Valdez, 2000: 5).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que cada año entre 500,000 y 1 millón de personas se intoxican con plaguicidas, de los cuales entre 5,000 y 20,000 mueren, y de éstos el 75% de los que fallecen son trabajadores agrícolas. Madeley (2002: 8) afirma que cerca de 3 millones de casos de intoxicaciones agudas se presentan cada año; así mismo los plaguicidas son causantes de 20,000 muertes accidentales al año y 200,000 suicidios, esto de acuerdo con la OMS. De acuerdo a García (2002: 2) la OMS ha estimado que cada año se producen en el mundo alrededor de un millón de intoxicaciones agudas por exposición a plaguicidas, con una letalidad entre el 0.4 y el 1.9%. El 70% de los casos mortales es por exposición laboral.

Para Centroamérica en el año 2000 se registraron 6,934 intoxicaciones agudas con plaguicidas, de los cuales el 36% de intoxicaciones en la región fueron ocupacionales, seguidas por intoxicaciones accidentales e intencionales (PAHO, 2002, citados por Isenring, 2006: 22).

En relación a los casos de intoxicación en México, en 1996 los estados registrados fueron principalmente Nayarit con muchos casos de intoxicación, seguido por Veracruz, Tabasco, Edo. de México, Oaxaca y el D.F., Baja California Norte, Jalisco y Puebla. En el año 2000 el

estado de Nayarit tiene el mayor número de casos, seguido por Chiapas, Sinaloa, Puebla, Veracruz, Jalisco, Campeche, Baja California Norte, Guanajuato, Estado de México, Oaxaca, D.F y Zacatecas. Igualmente en el 2001 Nayarit presenta más casos de intoxicación, seguido por Chiapas, Jalisco, Sinaloa, Baja California Norte, Veracruz, D.F., Guanajuato, Puebla, Oaxaca, Campeche, México y Tabasco.

#### **2.4.4.6. Intoxicaciones con paraquat**

Se reconoce que el paraquat debería tener mayores evaluaciones por sus potenciales efectos crónicos en la salud y la ausencia de un antídoto pues las intoxicaciones por plaguicidas ya eran muy frecuentes (WHO, 1991, citado por Isenring, 2006: 10); las intoxicaciones con paraquat deben ser atendidas lo más pronto posible y ser tratadas como una emergencia aunque no presentan signos de envenenamiento (IPCS, 1991, Ellenhon *et al.*, 1997 citados por Isenring, 2006: 25).

Es muy frecuente que en otros países (Japón, Malasia, Costa Rica, E.U.A.) se registren casos de intoxicación con paraquat. En México, en el Estado de Yucatán se encontró que durante un año, el 40% de los trabajadores agrícolas requirió de atención médica a causa de afecciones producidas por la exposición (Drucker *et al.*, 1999, citado por Isenring, 2006: 10).

El control de los riesgos por la exposición a paraquat representa un gran problema, al igual que en otros países en desarrollo, en México existen deficiencias estadísticas de salud por ser los más laxos en registros, permiso de uso y niveles de tolerancia y sobre intoxicaciones agudas y crónicas; por lo mismo no hay actualización de cifras en América Latina (UNEP, 1987; PNUMA/OMS, 1992; WHO/UNEP, 1990, citados por Karam *et al.*, 2004: 248).

## CAPÍTULO III. MARCO DE REFERENCIA

En este apartado se describe el contexto de la investigación, respecto a los herbicidas en los niveles mundial y nacional; el *status* del paraquat desde la legislación nacional; las características de la flora (solo de las encontradas en el agrosistema estudiado), así como los aspectos relacionados al cultivo de jícama.

### 3.1. El uso de herbicidas en el contexto mundial

El control químico de arvenses a nivel mundial, se inicia en los años cuarenta, pero a mediados del siglo XX se empezó a generalizar su uso (Sabbatini, 2003: 343). El uso de compuestos para el control de arvenses ya era conocido, en épocas remotas se usaba sal para impedir el crecimiento de la vegetación como estrategia bélica (Gispert, 2002: 241), por ejemplo los romanos aplicaban sal, cenizas o residuos para eliminarlas (Mendiola, 2000: 9). Así mismo a finales del siglo XIX se descubren las soluciones de sulfato de cobre, que destruyen las arvenses (Mendiola, 2000: 9); así lo confirma Rodríguez (2000, citando a Klingman, 1996), refiriéndose que entre 1987 y 1900 Bonnet en Francia, Shultz en Alemania y Bolley en los Estados Unidos, trabajando de forma independiente, usaron soluciones de sales de cobre para el control de arvenses de hoja ancha en cereales, y ya en el siglo XX se utilizaba el ácido sulfúrico en algunos cultivos de cereales (Mendiola, 2000: 9).

Por su parte Gispert (2002: 241) también confirma que el sulfato de cobre, el ácido sulfúrico, entre otros fueron los primeros compuestos aplicados con fines herbicidas y que el desarrollo y uso de herbicidas selectivos surgieron como consecuencia del descubrimiento de las propiedades herbicidas de los reguladores sintéticos del crecimiento, como el 2,4-D y el MCPA -denominados herbicidas auxínicos- durante la segunda guerra mundial (Gispert, 2002: 241); cuando en 1941, Pokorny en Estados Unidos logró la síntesis del 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D), (Rodríguez 2000, citando a Klingman, 1996) y en 1942 Zimmerman y Hitchcock lo reportaron como sustancia reguladora del crecimiento y en 1944, March y Mitchell establecen su selectividad, y Hamner y Tukey lo usaron con éxito en el control de arvenses en condiciones de campo (Rodríguez, 2000).

Del mismo modo Mendiola (2000: 9) confirma el verdadero hito en la historia de los compuestos químicos para este fin, inició con el descubrimiento del 2,4-D en 1944 descubriéndose su actividad herbicida; viéndose incrementados estos procesos al finalizar la segunda Guerra Mundial, cuando la agricultura comienza una época de gran desarrollo, cada vez más productiva, aumentando el uso de herbicidas, insecticidas, la creación de nuevas variedades y otras técnicas agrícolas (Mendiola, 2000:9).

En la década de los años 80, el uso de herbicidas se convierte en una práctica habitual en la producción agraria (Mendiola, 2000: 9), lográndose en los últimos cuarenta años importantes adelantos en el control de arvenses debido al descubrimiento de los herbicidas (Cotero, 1997:11). Actualmente son empleados en la mayoría de los países con actividades agrícolas importantes (Srinivasan, 2003: 2), y se dispone en el mercado mundial de más de 130 materias activas usadas como herbicidas selectivos y aproximadamente treinta como herbicidas no selectivos (Gispert, 2002: 241). Su uso representa un 50% del total de plaguicidas usados a nivel mundial. Otras aproximaciones como Sabbatini (2000: 343) calcula cerca del 50%.

El paraquat es uno de los herbicidas introducidos en el mercado mundial, su uso es muy común en muchos países, principalmente en los países en desarrollo; éste surge en Malasia, cuando el gobierno busca desarrollar un herbicida alternativo para las plantaciones de caucho y de palma de aceite, pues se percibía que el arsenito de sodio usado como herbicida dañaba la corteza del árbol del caucho, lo que reducía su rendimiento; además de contaminar las fuentes de agua, con consecuencias para la población humana. Sus propiedades herbicidas fueron descubiertas a principios de 1950 por el químico Roger Jeater. Después de muchas pruebas y ensayos en 1962 se empezó a comercializar bajo el nombre de gramoxone<sup>®</sup>. Su presentación habitual es en forma líquida y es empleado frecuentemente en una concentración al 20%.

Singenta es la empresa que lo fabrica en su mayoría, las ventas de herbicidas constituyen 38% de las operaciones comerciales de ésta, y su producto más importante es el paraquat, vendido en una gran cantidad de países (Madeley, 2002: 7).

En nuestros días existen en el mercado muchos tipos de herbicidas<sup>8</sup>, clasificados en diversas formas. De acuerdo a Rodríguez (2000), los herbicidas se pueden clasificar según el momento de aplicación:

- Presiembra: (butirato).
- preemergente<sup>9</sup> : (atrazina, alacloro).
- postemergente<sup>10</sup>: (2,4-D, bentazone).

De acuerdo a la selectividad:

- No selectivo o de acción total: utilizados generalmente en barbechos previo a la plantación del cultivo (paraquat).
- Selectivo o específicos que controlan arvenses sin afectar los cultivos (atrazina).

Por su modo de acción<sup>11</sup>:

- De contacto<sup>12</sup>: de acción aguda, actúan localmente, no se movilizan dentro de la planta y requieren cubrir el 100% del área foliar de la maleza (paraquat).
- Sistémico<sup>13</sup>: productos de acción crónica, se movilizan desde el punto de absorción al sitio de acción vía floemática y xilemática, por lo que requieren concentración de la mezcla de aspersión más que cubrimiento (2,4-D, nicosulfurón).
- Según su mecanismo de acción<sup>14</sup>: inhibidores de la fotosíntesis (atrazina), inhibidores de la síntesis de las proteínas (glifosato, nicosulfurón), inhibidores de la división celular (ditiocarbamatos, pendimentalina), inhibidores de la síntesis de los pigmentos

---

<sup>8</sup> Definidos por Sabbatini (2000: 345), como sustancias químicas que ocasionan la muerte de plantas o que inhiben su crecimiento normal.

<sup>9</sup> Pueden ejercer su acción desde el suelo (Sabbatini, 2000: 345).

<sup>10</sup> Pueden ser aplicados sobre la canopia de malezas emergidas (Sabbatini, 2000: 345).

<sup>11</sup> Modo de acción es la secuencia de eventos que ocurren en la planta desde que la sustancia herbicida es absorbida hasta la ocurrencia de la muerte del vegetal (Sabbatini, 2000: 345).

<sup>12</sup> Su movilidad es reducida o nula, ejerciendo su acción solamente en las áreas que alcanza cuando es pulverizado (Sabbatini, 2000: 345).

<sup>13</sup> Una de sus propiedades más relevantes lo constituye su capacidad de transportarse dentro de los sistemas de conducción de las plantas hasta alcanzar el sitio o blanco de acción biológica (Sabbatini, 2000: 345).

<sup>14</sup> Se define mecanismo de acción a la interferencia bioquímica o biofísica primaria impuesta por la presencia de moléculas del herbicida que conduce al efecto letal en el vegetal (Sabbatini, 2000: 345).

fotosintéticos (fluoricloridona), inhibidores de la síntesis de los ácidos grasos (alacloro, metacloro).

- Por la composición química: inorgánicos (arseniato de sodio), orgánicos (herbicidas orgánicos arsenicales, fenoxiacéticos, cloroacetamidas, dinitro anilidas, carbamatos, derivados de urea, uracilos, triazinas, ácidos alifáticos, ácidos arilalifáticos, derivados de fenol, nitrilos sustituidos, biperilios (paraquat), éteres difenilicos, pirinas, piridazinonas, ácidos policíclicos alcanolicos).
- Micoherbicidas son hongos patógenos de plantas que se han desarrollado para controlar arvenses, actuando de la misma forma que los herbicidas químicos (Templeton *et al.*, 1985 citados por Rodríguez, 2000).

La aplicación intensiva de herbicidas causó gran controversia a principios de la década de los noventa, cuando se percibe que las arvenses empiezan a desarrollar resistencia a éstos, Sabbatini (2000: 346) lo ha considerado como un proceso evolutivo, definido como la habilidad hereditaria de una población de arvenses de sobrevivir y reproducirse luego de ser expuesta a una dosis de herbicida a la cual era originalmente susceptible; más sin embargo agrega, algunos arvenses presentan tolerancia<sup>15</sup> a herbicidas, pues son naturalmente resistentes a algunos herbicidas.

Por otro lado Sabbatini (2000: 346), también afirma que el uso continuo de herbicidas en un mismo predio propicia que la presión de selección actúe como un filtro que elimina las plantas susceptibles, dejando que sobrevivan las resistentes; igualmente señala que podría existir resistencia cruzada<sup>16</sup> o resistencia múltiple<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> De acuerdo a Rodríguez (2004), son arvenses tolerantes aquellas que no se controlan con un herbicida determinado.

<sup>16</sup> Sabbatini (2000: 346) señala que existe resistencia cruzada cuando un biotipo ha desarrollado uno o varios mecanismos de resistencia a un herbicida que le permite ser también resistente a otros herbicidas.

<sup>17</sup> La resistencia múltiple se refiere a biotipos que evolutivamente han desarrollado resistencia a varios herbicidas por procesos diferentes de selección (Sabbatini, 2000: 346).

La resistencia de las arvenses a herbicidas, se puede presentar a través de diversos mecanismos como: modificaciones en los sitios de acción –sitios bioquímicos dentro de la planta con los que el herbicida interactúa directamente–, cambios en el metabolismo de los arvenses –proceso bioquímico dentro de éste que generalmente modifica los herbicidas a compuestos menos tóxicos– (Sabbatini, 2000: 348).

Algunos herbicidas muy utilizados en nuestro país presentan un riesgo de originar resistencia, tal es el caso del herbicida, atrazina, trifluralina y paraquat (Sabbatini, 2000: 348). Éste último causa gran expectativa cuando en 1980 se encuentran en Japón las primeras resistencias de arvenses (Ríos, 2005: 4).

### **3.2. La situación de los herbicidas a nivel nacional**

En México se han usado plaguicidas agrícolas desde fines del Siglo XIX; hasta mediados del siglo pasado se utilizaban cerca de 40 compuestos de tipo botánico o inorgánico (Albert, 2005: 2).

La aplicación intensiva de plaguicidas sintéticos se inició en el país hacia 1948, con la introducción del DDT y, posteriormente, de otros plaguicidas organoclorados. Después se agregaron diversos organofosforados, carbamatos y una gran variedad de herbicidas y fungicidas, todo lo cual estuvo relacionando con la llegada de la Revolución Verde (Albert, 2005: 2).

En relación al consumo de plaguicidas, en 1980 se consumieron 2.8 millones de toneladas, y en 1990 de 3.8 millones de toneladas, representando un incremento de 34.5% (Ortega-Cesena *et al.*, 1994, citados por Karam, 2004: 247).

En 1995 el volumen de plaguicidas utilizados ascendió a 54,000 toneladas, de los cuales se aplicaron 25,000 toneladas de ingredientes activos para insecticidas que corresponden a un 47% del total utilizados, para herbicidas se aplicaron 16,000 toneladas, fungicidas 9,000 y otras 4,000 toneladas (Váldez, 2000: 3).

La Asociación Mexicana de la Industria de los Plaguicidas y Fertilizantes (AMIPFAC), señala en 1995 el volumen de plaguicidas utilizados fue de 54,678.96 toneladas, de las cuales: 25,516.71 toneladas de insecticidas, representando el 47%; asimismo 15,719.13 toneladas son herbicidas y representan 29%; 9,124.48 toneladas son fungicidas figurando 17%; finalmente 4, 318.65 toneladas para otros, siendo un 7%.

Actualmente se utilizan en la agricultura 3.5 millones de toneladas de plaguicidas (Bejarano, 2002: 3). Entre los plaguicidas de mayor venta en el país destaca los herbicidas paraquat y glifosato; fungicidas como ancozeb y clorotalonil e insecticidas como metamidofos (Bejarano, 2002: 3). El principal uso de los plaguicidas sintéticos en México fue en el cultivo del algodón que, en esa época, aportaba el 25 % de las divisas del país (Albert, 2005: 3).

Inicialmente, todos los plaguicidas sintéticos se importaban en el país, poco a poco se fue obteniendo la tecnología para fabricar los más sencillos. La industria nacional está formada por empresas pequeñas, cuyos productos son generalmente obsoletos o están en vías de desaparecer del mercado mundial, mientras que en la industria de plaguicidas prevalecen las compañías multinacionales, las cuales dominan más del 80 % del mercado, especialmente de productos tecnológicamente complejos o relativamente recientes (Albert, 2005: 3).

Históricamente el uso de plaguicidas ha estado concentrado en los estados del noroeste del país, en donde prevalece la agricultura dedicada a cultivos de exportación; sin embargo, los estados del sur y centro del país se han ido uniendo poco a poco a esta tendencia (Albert, 2005: 5).

Actualmente las regiones con mayor uso de plaguicidas son: Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México y Puebla-Oaxaca. Se calcula que en ellas se aplica el 80% de total de plaguicidas usados en el país, lo que comprueba que el uso de plaguicidas tiene una fuerte concentración en algunas regiones y algunos cultivos (Albert, 2005: 5).

Aunque esto varía según el cultivo, en términos generales los plaguicidas de mayor uso son los herbicidas, seguidos de insecticidas y fungicidas, de los cuales, los herbicidas más usados son paraquat y glifosato que desde hace años se disputan el primer lugar de ventas (Albert, 2005: 6).

### **3.3. La legislación nacional sobre el uso de paraquat**

De acuerdo a Muñoz (1983: 418), la eficacia de un plaguicida tiene que estar acompañada con la seguridad en su uso. También para quienes consumen los cultivos y, por último para el medio ambiente, en relación a su degradación en el suelo y efectos en los recursos naturales como la flora y la fauna.

Es por ello que el uso de plaguicidas en México, ha sido un tema de discusión de las dependencias sanitarias en los últimos 20 a 30 años. Sin embargo la emisión de leyes y reglamentos ha sido lento, puesto que, aunque los plaguicidas se empezaron a usar intensivamente desde finales de los años cuarenta, los riesgos ambientales se conocieron hasta 1962 (Albert, 2005: 10), pero según Váldez (2000: 18), a principios de los años setenta, se empezó adoptar medidas estrictas para prevenir y controlar la contaminación ambiental.

Aun así el marco legal sobre plaguicidas se ha ido integrando con lentitud, en el cual como bien menciona Albert (2005: 11) se emiten reglamentos y normas para resolver un problema en particular pero se deja intacto el problema principal.

Actualmente en el marco legal solo se encuentran la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), encargada de prevenir y controlar la contaminación del agua, suelo y aire, especificando en un apartado lo relacionado a la aplicación de agroquímicos y su impacto en el medio ambiente (Váldez, 2000: 18).

Asimismo, la Norma de Salud NOM-046-SSA1-1993, que establece el uso adecuado en el manejo de plaguicidas debido a los riesgos e impactos negativos que pueden provocar en la

salud humana; especificaciones acerca del etiquetado, ciertos requisitos sanitarios para su almacenamiento, distribución, así como venta y aplicación (Váldez, 2000: 18).

La única norma específica para la protección de los productores agrícolas es la NOM-003-STPS. Al respecto Albert (2005: 11) enfatiza algunas deficiencias dentro de ésta, como el que la norma se basa en la protección de los jornaleros en las hojas de datos de seguridad de materiales y como consecuencia su difícil acceso en el medio rural y sin considerar que su contenido podría ser confuso, incorrecto o incompleto; de igual forma no incluye la cosecha ni otra actividad en el campo, por lo que los jornaleros quedan expuestos a intoxicaciones al realizar labores no consideradas en la norma y tampoco protege a las mujeres en edad reproductiva (Albert, 2005: 12).

En octubre de 1987, surge en el Estado de Baja California el Comité Estatal de Seguridad para el Manejo y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPAFEST), con el objeto de promover y coordinar las acciones en materia de agroquímicos (Váldez, 2000: 18); como esfuerzos intersecretariales, incluyendo estrategias del sector privado, para facilitar el cumplimiento con las leyes de salud y protección ambiental.

Actualmente la normatividad se sigue reformando en función de las necesidades por preservar la calidad del medio ambiente, pero esto no ha evitado el uso continuo e inadecuado de plaguicidas prohibidos o restringidos por su impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente (Váldez, 2000: 18).

Un ejemplo de ello es el uso de herbicidas que en el Reglamento de Uso y Control de Herbicidas para México, el requisito más común exigido a los aplicadores es que usen productos químicos autorizados por la dependencia.

Lo antes mencionado no justifica que no exista alguna normativa ecológica específica para algún tipo de herbicida como el paraquat, pues a pesar de que éste es usado comúnmente en el país, solo se cuenta con la normativa establecida por la EPA que define los límites máximos permisibles en el medio ambiente.

Con el objeto de apaciguar estos desajustes en el marco legal, México ha firmado convenios como el Código Internacional de Conducta de la FAO, los acuerdos para el manejo adecuado de plaguicidas que se gestaron en la Comisión de Cooperación Ambiental del TLC y, más recientemente, el Convenio de Estocolmo para eliminar los plaguicidas persistentes (Albert, 2005: 12).

### **3.4. Características de la flora en el contexto nacional**

A nivel nacional existe gran diversidad de flora, por lo que en este apartado se describen las características solo de aquellas que se localizaron en el agrosistema estudiado. Estas son:

#### **3.4.1. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E.Hubb**

Este tipo de pasto también se le conoce como melinis repens (Willd.) Zizka, en español pasto rosado o pasto carretero. Respecto a su taxonomía éste pertenece a la clase liliopsida (monocotiledóneas); a la subclase commelinidae y dentro del orden de las cyperales (Perdomo *et al.*, 2005).

Pasto de origen africano se ha venido distribuyendo en Centro y Sudamérica y algunas partes de Europa (regiones cálidas). En México este pasto considerado exótico todavía está en expansión, se encuentra con frecuencia en la mayoría de los Estados del país, entre éstos Puebla (Villaseñor y Espinosa, 1998, citados por Perdomo *et al.*, 2005).

Es una planta perenne en su mayoría, tiene una altura aproximada de 0.7 a 1 m de longitud, sus tallos son erectos o doblados en los nudos y tiene flores en forma de espiguilla (Rzedowski, 2001 y Marzocca, 1976, citados por Perdomo *et al.*, 2005).

Su habitat la describe como arvense y ruderal, se le puede encontrar tanto en orilla de caminos como dentro de los terrenos; actualmente empieza a invadir la vegetación natural, principalmente los matorrales xerófilos. En suelos arenosos es más fácil su permanencia y

propagación. En México su uso es poco productivo, es usado como forraje regular antes de florecer (Perdomo *et al.*, 2005).

### **3.4.2. *Ricinus communis* (L.)**

De acuerdo a Martínez (1979, citado por Mondragón *et al.*, 2005), también se le conoce con el nombre de ricino, higuera del diablo y palmacristi. Es una planta ruderal considerada exótica, se cree que procede de África. En 1998 su distribución se tiene registrada en veintiún estados del país (Villaseñor y Espinosa 1998, citados por Mondragón *et al.*, 2005). En relación a su taxonomía pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), a la subclase rosidae de orden euphorbiales.

La higuera es una planta herbácea alta, distribuida en las zonas cálidas de México, mide hasta 6 m de altura, de tallo engrosado y ramificado, con hojas de 10 a 60 cm de diámetro. Es cultivada en algunas regiones, por sus semillas de donde se extrae el aceite de ricino, sus tallos también se utilizan para la fabricación de papel, sus hojas y semillas tienen propiedades medicinales y sirve igualmente como lubricante técnico para la manufactura de jabones y tinturas (Rzedowski y Rzedowski, 2006).

### **3.4.3. *Euphorbia berteroana* Balb.**

Esta planta proviene de Texas, expandiéndose hacia el centro de México de norte a sur. Perteneció a la clase de las magnoliopsidas (dicotiledóneas), a la subclase rosidae, del orden de las euphorbiales (Hanan *et al.*, 2005).

Es catalogada como arvense, al igual que ruderal, pues se le puede encontrar en las orillas de caminos y matorrales perturbados. Planta herbácea anual en su mayoría de vida corta, de hasta 50 cm de altura; de tallos erectos y ramificados; sus hojas de 2 cm de largo. Habita en los matorrales xerófilos y en las selvas bajas caducifolias (Rzedowski y Rzedowski 2004, citados por Hanan *et al.*, 2005).

#### **3.4.4. *Portulaca oleracea* (L.)**

Actualmente se ha comprobado que es una planta originaria de América Latina, ya que existen restos arqueológicos de su existencia desde antes de la llegada de Colón, aunque se sugiere que se considere nativa para México; es por ello que tiene un estatus de exótica antigua (Mondragón *et al.*, 2005).

Se ha distribuido ampliamente en las zonas templadas y tropicales del mundo. Villaseñor y Espinosa (1998, citados por Mondragón *et al.*, 2005), han registrado su existencia en el centro y sur de 22 de los estados del país. En relación a su taxonomía, pertenece a la clase de las magnoliopsidas (dicotiledóneas), a la subclase caryophyllidae, de orden caryophyllales (Mondragón *et al.*, 2005).

De acuerdo a Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Mondragón *et al.*, 2005), es una hierba carnosa, rastrera, con una altura de 5 a 40 cm de largo; sus tallos a veces rojizos, ramificados, con ramas extendidas radialmente.

Por su hábitat, se conoce como planta ruderal y arvense, distribuido en regiones templadas y tropicales; por tipo de suelo persiste en aquellos fértiles, pobres, húmedos, secos, arenosos y arcillosos. Crece en primavera y florece desde mediados de esta estación o principios de verano y se propaga, dispersa y germina, a través de sus semillas. Tiene uso comestible y uso medicinal como diurética, refrescante, purgante, contra enfermedades de la vejiga e hígado y para calmar dolores renales (Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.5. *Anoda cristata* (L.)**

El alache, también se le conoce con el nombre de malva, amapola azul, alachi, amapola de campo, violeta de campo, etc. (Martínez 1979, citado por Mondragón *et al.*, 2005). En su ordenamiento taxonómico, ésta pertenece a la clase de las magnoliopsidas (dicotiledóneas), a la subclase dillenidae y es del orden de las malvales.

Es catalogada como una hierba o subarbusto erecto, decumbente o rastrero de hasta 1 m de altura; tiene tallos con pelos; con hojas variables de forma ovadas de 2 a 9 mm de longitud; con flores lilas o morados aunque algunas veces las hay con flores blancas (Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001, citados por Mondragón *et al.*, 2005).

Se cree que su origen es de Centroamérica y México, Villaseñor y Espinosa (1998, citados por Mondragón *et al.*, 2005), la han encontrado en la mayoría de los estados del país, como Chiapas, Oaxaca, Puebla, Guanajuato, etc. Es identificada como nativa y por vivir tanto en terrenos cultivados como a lo largo de caminos es una planta arvense y ruderal. Por tipo de zona bioclimática, éste persiste en los matorrales subtropicales, bosques tropicales subcaducifolios y bosques de pino encino; y por el tipo de suelos vive en aquellos fértiles y arenosos (Mondragón *et al.*, 2005).

Tiene un ciclo de vida anual y se propaga por semillas, empezando a crecer e mediados de primavera; florece y fructifica de verano hasta finales de otoño. Tiene uso comestible empleando las hojas, uso medicinal en brebajes para combatir la tos (Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.6. *Amaranthus hybridus* (L.)**

Esta planta también se le conoce como bledo (Yucatán), quelite de cochino (Coahuila), quiltonil (Hidalgo y México). Respecto a su taxonomía, éste pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), a la subclase caryophyllidae y al orden de las caryophyllales (Mondragón *et al.*, 2005).

Se cree que es de originaria de América, distribuida en las regiones templadas y tropicales de todo el país. Es una planta monoica, anual de verano, erguida, glabra o pubescente, puede llegar a medir hasta 2 m de altura, aunque generalmente es de 1 m o menor; los tallos tienen rayas longitudinales, a veces rojizas y con frecuencia muy ramificadas (Rzedowski y Rzedowski 2001, citados por Mondragón *et al.*, 2005).

Por el lugar en el que vive es considerada arvense y ruderal, se propaga, dispersa y germina por semillas. Se usa como alimento familiar y como forraje para alimentar animales (Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.7. *Salvia tiliifolia* Vahl.**

Este tipo de planta es originaria de América, se encuentra registrado en casi todo el país. De acuerdo a Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001 (citados por Mondragón, 2005), es una planta herbácea de 20 cm a 1.5 m de altura; tiene tallos con pelos dirigidos hacia atrás o a menudo sin pelos; tiene pequeñas flores con corola azul, se caracteriza por ser una planta olorosa.

Su hábitat son las orillas de caminos, veredas y en los terrenos de cultivo, por lo que se le conoce como ruderal y arvense. Este arvense es usado como alimento para los animales aunque en pequeñas cantidades y como medicina (Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.8. *Crotalaria pumila* Ort.**

También se le conoce como tronadora, hierba del cuervo y sonadora. En relación a su taxonomía, esta planta pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), a la subclase rosidae y al orden de las fabales (Mondragón *et al.*, 2005).

Es originaria de Centroamérica (Guatemala, el Salvador, Bélize y sur de México y las porciones occidentales de Honduras, Nicaragua y Costa rica) y se ha distribuido desde el sur de Estados Unidos hasta Sudamérica (Mondragón *et al.*, 2005).

De acuerdo a Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001 (citados por Mondragón, 2005), es una hierba erguida y ramificada de 30 a 50 cm de altura, cubierto por pelos rectos, agudos y con la base redondeada. Tiene flores en racimos que miden 1 cm de largo, como fruto tiene una legumbre inflada, oblonga de 15 mm de largo por 8 mm de diámetro.

Es considerada una planta ruderal que habita principalmente en selvas tropicales caducifolia, así como bosques de pino encino y bosques tropicales perennifolios y se distribuye en suelos húmedos. Puede tener un ciclo de vida anual o perenne de vida corta. Su principal uso es comestible, se cultiva con fines de autoconsumo y se comercializa en algunas regiones del país (Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.9. *Mitracarpus hirtus* (L.)**

Dentro de los grupos taxonómicos es identificada dentro de la clase de las magnoliopsidas (dicotiledóneas), subclase asteridae y orden rubiales (Hanan *et al.*, 2007). Según Stevens *et al.* (2001, citado por Hanan *et al.*, 2007), tiene su origen en el sur de los Estados Unidos a Brasil. Distribuida como adventicia en África y Asia. Domínguez (2005); Villaseñor y Espinosa (1998, citados por Hanan *et al.*, 2007) la han registrado en 19 estados a lo largo del norte, centro y sur del país.

Esta planta es una hierba anual o perenne, erecta o de ramas ascendentes, cubierta de abundantes pelillos; de hasta 50 cm de alto; hojas opuestas, casi sésiles de hasta 8 cm de largo y 2 cm de ancho (Domínguez, 2005; Shreve y Wiggins, 1964; Stevens *et al.*, 2001, citados por Hanan *et al.*, 2007).

Por su hábitat se le considera ruderal, en el noroeste de México florece de septiembre a marzo (Shreve y Wiggins 1994, citados por Hanan *et al.*, 2007). Otros autores afirman que florece y fructifica todo el año, principalmente de septiembre a diciembre. No se tiene registrado algún tipo de uso para esta planta.

#### **3.4.10. *Bidens odorata* Cav.**

Esta especie de planta es conocida como mozoquelite, acahual, acahual blanco, rosetilla, aceitilla, etc. En las categorías taxonómicas pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae y de orden asterales (Perdomo *et al.*, 2005).

Es nativa de México y Guatemala, registrada en prácticamente todo el país. McVaugh (1984); Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Perdomo *et al.*, 2005), la identifican como hierba anual erecta o ascendente, de hasta 1.5 m de altura, con tallo cuadrangular, escaso o profusamente ramificado, con hojas opuestas.

Es considerada como ruderal y arvense, distribuida en bosques de pino encino, bosques mesófilos, selvas bajas caducifolias y pastizales. Se propaga, dispersa y germina por semilla, su ciclo de vida es anual de verano (Perdomo *et al.*, 2005).

Se usa como forraje para el ganado bovino, lanar, porcino, sola o mezclada con otras arvenses; las hojas se consumen como quelite, se puede utilizar como abono verde; también se utiliza en la medicina (Perdomo *et al.*, 2005).

#### **3.4.11. *Galinsoga parviflora* Cav.**

Se le conoce como estrellita, mercurial y en otros países como Argentina se le conoce como albahaca silvestre o saetilla. Dentro de los grupos taxonómicos de plantas vasculares pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae y de orden asterales.

Es originaria de Sudamérica, pero la variabilidad más grande del género galinsoga y de la especie proviene del sur de México y Centroamérica. Se encuentra distribuida en regiones templadas y tropicales (Perdomo *et al.*, 2007); Villaseñor y Espinosa (1998, citados por Perdomo *et al.*, 2007), señalan existe en la mayoría de los estados del país excepto la península de Yucatán.

Esta planta es erecta y ramificada que mide de 10 a 100 cm de altura, aunque es su mayoría mide de 30 a 50 cm, tiene cabezuelas de 5 a 6 mm de diámetro con flores centrales (tubulares) amarillas y las de las de la periferia (liguladas) blancas, su tallo es cilíndrico y sus hojas desiguales (Perdomo *et al.*, 2007).

Por el lugar donde se le puede hallar se conoce como arvense y ruderal; se propaga, dispersa y germina por semilla y enraizando en los nudos; su ciclo de vida es anual de verano. El único uso hasta ahora registrado es como forraje mezclado con otras plantas silvestres (Perdomo *et al.*, 2007).

#### **3.4.12. *Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.**

Los nombres más comunes de esta planta son palocote, polacote, gigantón, acahual, andán, andani y girasol. Dentro de los grupos taxonómicos pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae y orden asterales.

Es originaria de México, Honduras y El Salvador. Se encuentra registrada en la mayoría de los estados del país como Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, D.F., Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Edo. de México, Michoacán, Puebla, Veracruz, Tabasco, etc., (Villaseñor y Espinosa, 1998, citados por Perdomo *et al.*, 2005).

Se caracteriza por ser una planta erecta y a menudo muy robusta; tiene una altura de hasta 4 metros; sus tallos son cilíndricos, finamente estriado, veloso en toda su extensión; con hojas alternas de 15 cm de largo y 17 cm de ancho; su inflorescencia son cabezuelas solitarias o agrupadas por varias en el extremo de las ramas, sus flores liguladas de 11 a 20 cm, sus corolas amarillas a anaranjadas (Rzedowski y Rzedowski, 2001 citados por Perdomo *et al.*, 2005).

Es una planta anual que por su tipo de hábitat es considerada como arvense y ruderal, está distribuida en zonas de bosque de pino encino y selva baja caducifolia. Se propaga, dispersa y germina a través de sus semillas (Perdomo *et al.*, 2005). Este arvense se utiliza como forraje para animales domésticos, en algunas regiones también es usado con fines ceremoniales y religiosos y como medicinal (Perdomo *et al.*, 2005).

#### **3.4.13. *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.**

Este arvense se le conoce con el nombre de acahualillo, acahual amarillo y acahuale. Su taxonomía la identifica como de clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae y orden asterales (Perdomo *et al.*, 2005).

Respecto a su área de origen éste procede de México y Guatemala aunque autores como Avillaseñor y Espinosa (1998, citados por Perdomo *et al.*, 2005) la registran en 22 estados de nuestro país entre éstos Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, D.F., Puebla, Oaxaca, Tamaulipas, Zacatecas, Veracruz, etc.

Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Perdomo *et al.*, 2005), la caracterizan como una hierba erecta y ramificada de 10 cm hasta 2.5 m de altura; sus tallos a veces son purpúreo, glanduloso pubescente o hispido con pelos de hasta 3 mm de largo; hojas inferiores opuestas, las superiores alternas, ovadas de 12 cm de ancho por 20 cm de largo.

Es una planta anual de verano, considerada arvense y ruderal que habita zonas de bosque de pino encino su propagación, dispersión y germinación es por semillas. Es usada como forraje para los animales. También es melífera y medicinal (Perdomo *et al.*, 2005).

#### **3.4.14. *Dalea reclinata* (Cav.) Willd.**

Dentro de los grupos taxonómicos este tipo de arvense pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase rosidae y orden fabales (Hanan *et al.*, 2005). Es nativa de México, McVaugh (1987, citado por Hanan *et al.*, 2005), la registra en el sur de Chihuahua y centro de Durango, D.F., Estado de México, Michoacán, Morelos, Hidalgo y Puebla.

De acuerdo a Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Hanan, 2005), es una planta herbácea de vida corta con una altura aproximada de 30 cm; sus tallos se encuentran ramificados desde la base, algunas veces con tintes de color morado, con pelos largos y suav

es; tiene hojas alternas de hasta 5 cm de largo, compuestas de 5 a 11 hojitas angostas; con numerosas flores sésiles, dispuestas en espigas densas de hasta 5 cm de largo.

Habita en orillas de caminos, en matorral y pastizal, en ocasiones se le puede encontrar en los cultivos por lo que es identificada como ruderal y arvense respectivamente; se encuentra en zonas de bosque de pino y encino, regularmente en zonas templadas; su ciclo de vida es anual, floreciendo de agosto a diciembre (Hanan *et al.*, 2005). Se usa como forraje para los animales, es ornamental y melífera en algunas regiones.

#### **3.4.15. *Callisia monandra* (Sw.) Schultes & Schultes f.**

Esta planta se conoce como cojite morado, en su taxonomía se caracteriza por pertenecer a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase commelinidae y orden commelinales. Según Hunt (1994, citado por Hanan *et al.*, 2006), es originaria de México y Brasil; específicamente en nuestro país se encuentra registrada en los estados de Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Sonora y Veracruz.

Hunt (1994, Standley y Steyermark, 1952, citados por Hanan *et al.*, 2006), la caracterizan como una hierba anual o perenne de vida corta; de altura hasta 50 cm de largo; tallos recostados sobre el suelo, enraizando en los nudos, ramificados; hojas alternas de hasta 6 cm de largo y hasta 2 cm de ancho, ovadas a angostamente ovadas, etc.; de flores muy pequeñas y tiene frutos que son cápsulas de aproximadamente 1.5 mm de diámetro, con 4 a 6 semillas.

Es identificado como arvense y ruderal, de acuerdo a Hunt (1994, citado por Hanan *et al.*, 2006), habita matorrales o bosques húmedos y orillas de caminos; también en sitios muy húmedos, abiertos, perturbados o cultivados.

Por tipo de zona bioclimática Standley y Steyermark, (1952, citados por Hanan *et al.*, 2006), la registran en bosque de encino; aunque también puede encontrarse en bosques mesófilos. Respecto al uso que se le ha dado Hanan *et al.* (2006), afirma es medicinal por lo que en países como Puerto Rico la usan para enfermedades como úlceras del estómago.

#### **3.4.16. *Mirabilis jalapa* (L.)**

Es común identificarla con el nombre de maravilla, aunque también es conocida como linda tarde, buenas noches, arrebolera (Martínez, 1979, citado por Mondragón *et al.*, 2005). En las categorías taxonómicas, éste pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase caryophyllidae, orden caryophyllales.

Es una planta nativa de América tropical, sin embargo se cree que proceda de México, se ha distribuido al sur de Estado Unidos y Sudamérica. En nuestro país se encuentra en casi todos los estados (Mondragón *et al.*, 2005).

Se caracteriza por ser una hierba perenne, más o menos robusta, muy ramificada, con o sin pelos, de 60 a 1.5 m de altura; sus hojas pecioladas o las superiores subsésiles, ovadas, de 4 a 13 cm de largo por 1 a 8.5 cm de ancho; con numerosas flores aglomeradas, a menudo rodeadas de hojas reducidas; sus lóbulos en flor son largos y diversos colores (Mondragón *et al.*, 2005). Planta identificada como arvense y ruderal que se propaga, dispersa y germina por semilla; tiene un ciclo de vida perenne, florece a fines de verano y en otoño (Mondragón *et al.*, 2005).

Tiene un uso ornamental, aunque también tiene uso medicinal -purgante, anticonceptivo, contra la desinteria, enfermedades del riñón, inflamación del hígado, males estomacales, dermatitis, tos, golpes, heridas, granos y dolor de muelas- (Márquez *et al.*, 1999, citado por Mondragón *et al.*, 2005).

#### **3.4.17. *Cenchrus echinatus* (L.)**

Arvense conocido generalmente como zacate cadillo, huizapol, mozote, cadillo, zacate erizo, olotillo, carretón morado, cadillo tigre, etc. (Pitty y Muñoz, 1993; Rzedowski y Rzedowski, 2004, citados por Hanan *et al.*, 2007). En los grupos taxonómicos pertenece a la clase liliopsida (monocotiledóneas), subclase commelinidae, orden cyperales.

Es originaria de América y en México está presente en muchos estados como Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Morelos, Sinaloa, Yucatán, Puebla, etc. (Villaseñor y Espinosa, 1998, citados por Hanan *et al.*, 2007).

Se caracteriza por ser una hierba erecta; con una altura de 25 a 60 cm; tallos tendidos y ramificados; hojas alternas, vainas con pelos adpresos en los márgenes cerca del ápice; su inflorescencia en racimos densos, espiciformes de 3 a 10 cm de largo. Es ruderal y arvense, vive en lugares como orillas de carreteras, potreros y en los cultivos. Distribuida en zonas de selva baja caducifolia, matorral espinoso y matorral subtropical; por tipo de suelo se le haya en aquellos arenosos. Su ciclo de vida es anual; se propaga, dispersa y germina por semilla y florece en verano. Debido a que tiene espinas, se utiliza como forraje cuando está tierno y en algunas regiones como medicina (Hanan *et al.*, 2007).

#### **3.4.18. *Sanvitalia procumbens* Lam.**

Planta conocida como ojo de gallo, ojo de pollo, ojo de loro, ojo de perico, entre otros. En los grupos taxonómicos pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae, orden asterales. Es nativa de México, Guatemala y Costa Rica. Ha sido identificada en varios estados de nuestro país como Aguascalientes, D.F., Durango Jalisco, Puebla, Morelos, Quintana Roo, Oaxaca, etc. (Villaseñor y Espinosa, 1998, citados por Hanan *et al.*, 2007).

Es una planta rastrera, llega a formar matas, que pueden llegar a tener un tamaño de hasta 80 cm de diámetro, tiene tallos ramificados, hojas opuestas simples, cabezuelas de 1.2 a 2 cm de ancho y 5 a 10 mm de alto (Hanan *et al.*, 2007). Catalogada como arvense y ruderal que vive en regiones de bosque pino encino, matorral xerófilo y selva baja caducifolia. Tiene un ciclo de vida anual, florece de junio a noviembre (Hanan *et al.*, 2007). Se utiliza como medicina y como ornamental en algunas regiones templadas.

#### **3.4.19. *Trifolium amabile* Kunth.**

Arvense llamado trébol o trébol de oveja. Dentro de las categorías taxonómicas pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase rosidae, orden fabales (Hanan *et al.*, 2007).

Tiene su origen en Centroamérica de México a Costa Rica y Sudamérica en Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina. En nuestro país se ha distribuido en varios estados como Coahuila, Nayarit, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas, etc. (Villaseñor y Espinosa 1998, citados por Hanan *et al.*, 2007).

Hierba de ramas de hasta 40 cm de largo, tendidas en el suelo; tallos delgados, cubiertos de finos pelillos; hojas alternas, compuestas de 3 folíolos anchamente obovados; inflorescencias globosas con 8 a 14 flores, éstas de hasta 6 mm de largo de color blanco rosado o morado blanquecina (Macbride, 1943; Rzedowski y Rzedowski, 2001; Standley y Steyermark, 1946; Stevens *et al.*, 2001 citados por Hanan *et al.*, 2007).

Caracterizada como ruderal y arvense, habita en bosques y praderas, orillas de parcelas y en los campos de cultivo. De acuerdo al tipo de zona bioclimática, se distribuye en bosque de pino y encino o en praderas subalpinas (Rzedowski y Rzedowski, 2001, citados por Hanan *et al.*, 2007). Tiene un ciclo de vida perenne, florece y fructifica de agosto a septiembre. Tiene uso medicinal y forrajero (Hanan *et al.*, 2007).

#### **3.4.20. *Senecio salignus* D.C.**

Arvense conocido comúnmente como asomiate amarillo, jarilla, alzumiate y chilca. En los grupos taxonómicos pertenece a la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae, orden asterales (Hanan *et al.*, 2007). Nativa del sur de Arizona hasta El Salvador y Honduras, se ha registrado en México en los estados de Chiapas, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Queretaro, Sonora, Tabasco y Veracruz (Hanan *et al.*, 2007).

Según Nash y Williams (1976); Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Hanan *et al.*, 2007), es un arbustos a menudo muy ramificados, poco frondoso; puede llegar a medir 2.5 m de alto; sus tallos principales parten desde la base; de hojas alternas, sésiles o casi sésiles, angostas que pueden medir hasta 9 cm de largo y 1.5 cm de ancho; inflorescencia compuesta de cabezuelas cada una de ellas formada por flores pequeñas.

Se encuentra distribuida en zonas de bosque de abies, pinus y Quercus, en matorrales xerófilos y praderas alpinas. Tiene un ciclo de vida perene, florece y fructifica de enero a junio, aunque en su mayoría de enero a mayo (Hanan *et al.*, 2007).

Rzedowski y Rzedowski (2001, citados por Hanan *et al.*, 2007), afirman es utilizado como insecticida en almacenes de maíz en Chiapas. También es utilizado como medicina contra fiebres intermitentes y contra el reumatismo, así mismo se aprovecha como ornamental, en los baños de temascal y melífera (visitada por abejas y fuente de néctar).

#### **3.4.21. *Taraxacum officinale* G. H.**

Sus principales nombres son: diente de león, achicoria amarga, amargón, cerraja, moraja, globillo y lechuguilla. Los grupos taxonómicos la ubican dentro de la clase magnoliopsida (dicotiledóneas), subclase asteridae, orden asterales (Perdomo *et al.*, 2005).

Según Muenchner (1955, citado por Perdomo *et al.*, 2005), es nativa de Norteamérica, introducida en Europa y Asia. Distribuida en regiones templadas. En México existe en la mayoría de los estados.

Caracterizada como hierba perenne, de altura aproximada de 10 a 50 cm; tallo erecto, hueco, llevando una sola cabezuela; hojas arrosetadas en la base, oblongas de 2 a 40 cm de largo; con flores de 80 a 250, sus corolas amarillas, de 7 a 15 mm de largo (Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001, citados por Perdomo *et al.*, 2005).

Identificada como arvense y ruderal, distribuida en zonas de bosque de pino encino; es una planta bianual o perenne, se propaga, dispersa y gemina por semilla. Es usada como alimento, como forraje para los animales y también es medicinal (Perdomo *et al.*, 2005).

#### **3.4.22. *Heliopsis annua* Hemsl.**

Arvense que se conoce con frecuencia como cabezona, hierbita amarilla, quelite cabezón y rosa amarilla. En las categorías taxonómicas es identificada como planta de clase magnolipsida (dicotiledóneas), subclase asteridae, orden asterales.

Planta originaria de México se considera endémica, registrada en los estados de Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Queretaro, San Luís Potosí, Sonora y Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998, citados por Hanan *et al.*, 2005).

Muchos autores la describen como una planta erecta, de hasta 60 cm de alto, tallos simples o ramificados, hojas opuestas ovadas a ligeramente triangulares que pueden llegar a medir 8 cm de largo y 5 cm de ancho, cabezuelas generalmente solitarias y a veces agrupadas (Hanan *et al.*, 2005).

Es arvense y ruderal debido a que se puede encontrar en orillas de caminos, en terrenos cultivados y en terrenos en descanso. Tiene un ciclo de vida anual, florece de julio a octubre. No se ha registrado algún uso que pudiera tener esta planta (Hanan *et al.*, 2005).

#### **3.4.23. *Cyperus hermaphroditus***

Arvense conocida como tule, dentro de los grupos taxonómicos pertenece a la clase liliopsida (monocotiledóneas), subclase commelinidae, orden cyperales. Es originaria de América Latina, distribuida en E.U.A, América Central, Antillas y Argentina. Villaseñor y Espinosa (1998, citados por Mondragón *et al.*, 2005), la registran en varios estados de México como Durango, Jalisco, Yucatán, Colima, Puebla, etc.

Planta que se puede encontrar sola o en matas, de 8 a 80 cm de altura aproximadamente, tallo triangular de 1 a 5 mm de grueso, hojas de 6 a 70 cm de longitud y de 3 a 9 mm de ancho, espiguillas solitarias o en grupos, flores por espiguilla, de raíz fibrosa (Rzedowski y Rzedowski, 2001, citados por Mondragón *et al.*, 2005).

Arvense y ruderal que vive en zonas bioclimáticas calientes de América, tiene un ciclo de vida perenne, florece y fructifica de septiembre a noviembre. Su uso es medicinal y forrajero (Mondragón *et al.*, 2005).

### **3.5. Producción de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) a nivel nacional y estatal**

La palabra jícama proviene del náhuatl xicamatl, pertenece al género *Pachyrhizus* (pachy grueso; rhizus: raíz; es decir, planta de raíz gruesa); sus nombres más comunes: jícama, jíquima, yam bean y jacatupé, pertenece a la familia de las fabáceas (INCAP, 2005). Es una hortaliza originaria y cultivada en México y América Central, introducida al sudeste de Asia (Sorensen, 1996 citado por Guzmán *et al.*, 2003). Actualmente se cultiva en países como México, Brasil, Estados Unidos, China, Indonesia, Filipinas y Nigeria (Sorensen, 1996, citado por Mercado 2004:8).

De acuerdo a Guzmán *et al.* (2003), es un cultivo tropical que se cultiva en suelos ligeros o arenosos hasta los 2000 msnm, las temperaturas óptimas de cultivo están entre 18 y 30 °C.

La parte comestible de la jícama es la raíz tuberosa, se cosecha a partir de los 150 a 190 días después de sembrado (Heredia, 1996 citado por Guzmán *et al.*, 2003) y son consumidas comúnmente en forma fresca (cruda), comercializado en países como Estados Unidos, México, Tailandia, China, Ecuador y Bolivia, etc. (Espinoza *et al.*, 1998).

A nivel nacional en México los principales Estados productores de jícama son Nayarit aportando una producción en el año 2002 de 32%, seguido de Michoacán y Guanajuato con 26% de producción respectivamente, representando el 84% del total a nivel nacional,

representando entre 112,000 a 120,000 toneladas por año y la superficie sembrada de aproximadamente 4,200 hectáreas (Mercado, 2004: 9). Para el año 2004 se sembraron 6,450 hectáreas y 169,000 toneladas producidas principalmente en los Estados de Nayarit, Michoacán, Veracruz y Morelos representando el 83% del total (SIACON, 2004, citado por Mercado, 2006:1).

En el Estado de Puebla en el año 2004 se sembraron 255 hectáreas de jícama y se produjeron 5,870 toneladas, los municipios productores Atlixco, Chiautla de Tapia y Huaquechula aunque éste último tiene la mayor superficie sembrada, 110 hectáreas no aporta grandes producciones de jícama 1,320 toneladas; con menor superficie sembrada Chiautla de Tapia 70 hectáreas y Atlixco 75 hectáreas aportan mayor producción 3,500 toneladas y 1,050 toneladas respectivamente (SAGARPA, 2004).

La superficie sembrada aumentó a 298 hectáreas en el año 2005 en los municipios Huaquechula y Atlixco conservaron las mismas superficies sembradas, mientras que Chiautla de Tapia aumentó a 77 hectáreas y se agregó el municipio Huehuetlan el Chico con 36 hectáreas de superficie. Respecto al año anterior en este año se obtuvo mayor producción 7,635 toneladas. Los municipios Chiautla de Tapia y Huehuetlán el Chico aportaron mayor producción 3,465 toneladas y 1,800 toneladas respectivamente (SAGARPA, 2005).

De acuerdo a la SAGARPA (2006), en este año la superficie sembrada de jícama disminuyó a 258 hectáreas, igualmente la producción 5,685 toneladas. Es importante señalar que Atlixco aumentó la superficie de siembra a 85 hectáreas, mientras que Huaquechula redujo a 100 hectáreas, Chiautla de Tapia 67 hectáreas y Huehuetlan el Chico 6 hectáreas. Atlixco y Chiautla de Tapia aportaron mayor producción 1,200 toneladas y 3,015 toneladas respectivamente. Huaquechula y Huehuetlán el Chico redujeron su producción a 1,200 toneladas y 270 toneladas.

## CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

En este capítulo se precisa el procedimiento metodológico que siguió la investigación, en la que se hizo uso de técnicas cuantitativas y cualitativas como se describen aquí, considerando el procedimiento para cada actividad.

### 4.1. El enfoque metodológico

Por tratarse de un estudio que involucra indicadores de las ciencias biológicas y las ciencias sociales, se usaron técnicas cuantitativas y cualitativas. Dentro de las técnicas cuantitativas, se usó el muestreo de vegetación (método de cuadrantes) y la encuesta. Como técnicas cualitativas se usaron la guía de entrevista y la observación directa.

### 4.2. Las técnicas de *investigación*

Las técnicas permiten organizar el proceso de la investigación y proporcionan los medios e instrumentos para llevarla a cabo. Tecla (1993: 64), define una técnica como el conjunto de mecanismos, de maquinas, de sistemas y medios de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir energía y datos; su finalidad es la producción, investigación, etc., (Tecla, 1993: 64). En términos sociológicos la técnica es el conjunto de principios, métodos y medios para el estudio y mejoramientos prácticos de la sociedad (Tecla, 1993: 64).

Las técnicas son muy esenciales en la investigación puesto que tienen funciones básicas como proponer diseños y protocolos, proveer sustentación documental, proponer formas para derivar criterios para el análisis de contenido, elaborar sistemas de clasificación, construir sistemas de medida y proporcionar los instrumentos para los experimentos (Tecla, 1993: 65). Respecto a la recopilación de información Münch (20021: 54), señala los instrumentos son además de las técnicas de investigación documental -fichas bibliográficas y fichas de trabajo-, la encuesta, el cuestionario, la entrevista, el transecto, los tests y las escalas de actitudes; las cuales sirven para medir las variables y deben caracterizarse por ser válidas y confiables.

#### **4.2.1. Técnicas cuantitativas**

Por lo tanto las técnicas cuantitativas son aquellas que permitirán obtener la recolección de datos a través de encuestas o bases estadísticas (Bericat, 1998). En este estudio se utilizaron las siguientes:

##### **4.2.1.1. Muestreo de flora**

Con el objetivo de identificar si existe disminución o pérdida de número de especies de flora y emergencia de nuevas especies en el agrosistema jícamo, se hizo la comparación de tres sistemas (Figura 4.1):

Se realizó la comparación de tres sistemas:

1. Un sistema jícamo donde se haya eliminado las arvenses a través de control manual, sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años.
2. Un sistema jícamo donde se haya aplicado paraquat.
3. Un sistema natural donde no se haya aplicado paraquat por aproximadamente de 4 a 5 años.

Para llevar a cabo la cuantificación de flora en los sistemas, se optó por aplicar el método de cuadrantes, que consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas (Mostacedo *et al.*, 2000:10).

Broker *et al.* (1997) menciona que el método de cuadrantes consiste en elegir el área manejable de tamaño conocido, donde se muestran todos los individuos dentro de ella. Este procedimiento es repetido en varios cuadrantes para obtener una adecuada representación de la comunidad.



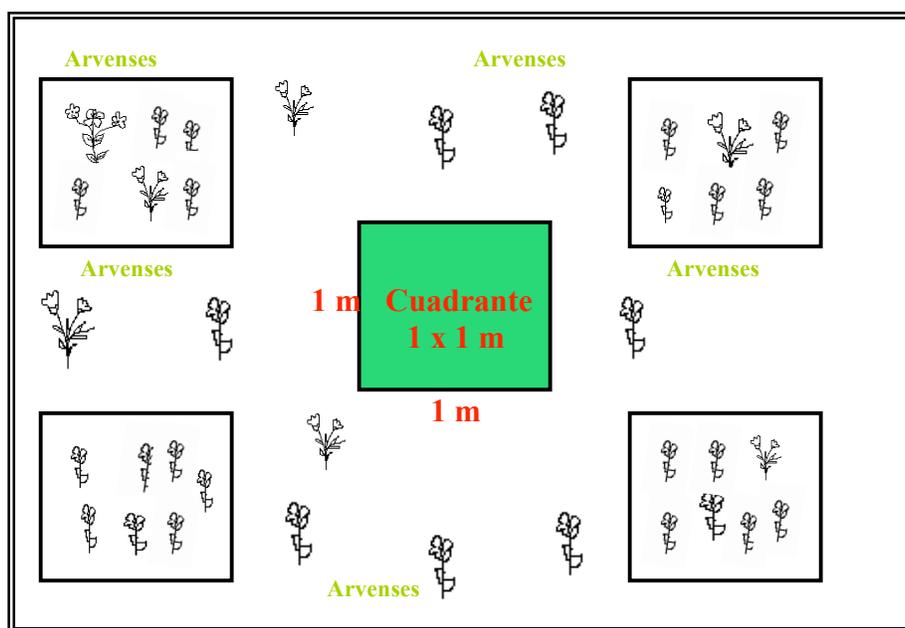
**Figura 4.1** Arvenses en el grosistema jícama en la Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.  
Foto: Marín, 2007.

El método de cuadrantes, se utiliza principalmente para cuantificar poblaciones de flora, en áreas de las cuales se conoce su extensión; es económico, puede ser adaptado a distintos casos y tiene una base estadística. Sólo se requiere que sea conocido el área o volumen donde se cuantifiquen especies, factores o elementos y que tales organismos u objetos sean relativamente inmóviles, al menos en el proceso de cuantificación (Silva *et al.*, 2005: 149-150).

Se acostumbra asignar el nombre de cuadrantes para superficies cuadradas pequeñas como 1 X 1 metro, o menos, y parcelas para superficies mayores (Ramírez, 2000: 88). El tamaño del cuadrante está relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo, no obstante, también depende de la forma de vida y la densidad de los individuos. Por ejemplo para muestrear vegetación herbácea, el tamaño del cuadrante puede ser de 1 m<sup>2</sup> (1x1m), igualmente este mismo tamaño se utiliza para muestrear las plántulas de especies arbóreas. Para muestrear arbustos, el tamaño puede ser de 4 m<sup>2</sup> (2x2m) o 16 m<sup>2</sup> (4x4m) y para árboles, 25 m<sup>2</sup> (5x5m) o 100m<sup>2</sup> (Mostacedo *et al.*, 2000: 12).

Para lograr el objetivo antes mencionado, se seleccionaron los sitios de muestreo de acuerdo a las características requeridas, considerando 1 hectárea como referencia para los tres sistemas, excepto para el sistema jícama donde se haya eliminado las arvenses a través de control manual, sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años, ya que solo se contaba con 0.5 hectáreas de terreno.

Se utilizó un cuadrante de 1 x 1 metro y de acuerdo a las características de los sitios de muestreo se optó por realizar un muestreo aleatorio, pues se consideró un área homogénea; además este tipo de muestreo es apropiado para análisis estadísticos. Posteriormente se arrojó al azar cuatro veces el cuadrante en cada área de muestreo<sup>18</sup>(Figura 4.2).



**Figura 4.2 Representación del método de cuadrantes.**

Fuente: Elaboración propia a partir de Broker *et al.*, 1997; Mostacedo *et al.*, 2000:10 y Silva *et al.*, 2005: 149.

#### 4.2.1.2. Encuesta

La encuesta se define como un método sistemático que recolecta información de un grupo seleccionado de personas mediante preguntas, con un propósito descriptivo y/o correlacional-

<sup>18</sup> Excepto para el sistema jícama donde se haya eliminado los arvenses a través de control manual, sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años, ya que solo se contaba con 0.5 ha de terreno.

causal, en la cual la encuesta descriptiva caracteriza a la población en función de las variables seleccionadas y la encuesta correlacional-causal busca caracterizar relaciones entre variables en una población (Sampieri *et al.*, 2006: 2).

Generalmente la herramienta de recolección de datos es el cuestionario, consisten en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir y puede aplicarse de diferentes formas: de manera individual, en grupos pequeños o medianos, enviado por correo tradicional, electrónico o mensajería, aplicado por entrevista telefónica o mediante entrevista cara a cara (Sampieri *et al.*, 2006: 3).

Para la aplicación de las encuestas, se realizó un muestreo; en el estudio se consideraron los 90 productores de jícama en la temporada de cultivo del año 2007. Los criterios de selección fueron aquellos productores de jícama que hayan aplicado el herbicida paraquat en el ciclo de cultivo de ese año y que en años anteriores también lo hayan usado considerando por lo menos dos años de uso en el cultivo.

Selección de la muestra:

N = Tamaño de población total

n = Tamaño de muestra

d = Presición

Z = Probabilidad de que N se distribuye normalmente, con media cero y varianza unitaria

p y q = se utilizó el método de varianza máxima, por tanto p=0.5 y q=0.5

$$n = \frac{(NZ^2 p * q)}{(Nd^2 + Z^2 p * q)}$$

Sustituyendo datos:

N = 90

n = ?

d = 13.7% = 0.137

p = 0.5

q = 0.5

Z = 90% (error de 10%)

$$Z = \frac{90}{2} = 45 \therefore \frac{45}{100} = 0.45 \quad \text{Para 0.45, el valor de Z en las tablas es 1.7}$$

$$n = \left[ \frac{(90)(1.7)^2(0.5)(0.5)}{(90)(0.137)^2 + (1.7)^2(0.5)(0.5)} \right]$$

$$n = 26.96$$

∴

$$n \approx 27$$

Es importante señalar que no obstante, el tamaño de muestra fue de 27 productores, se realizaron 24 encuestas, debido a la baja participación y a la renuencia de 3 de ellos. Las 24 encuestas se aplicaron con el objetivo de identificar si ha habido resistencia de arvenses, así como surgimiento o disminución y pérdida de arvenses; también para conocer si ha habido casos de enfermedades, intoxicación o muerte por el uso del herbicida, corroborándose con visitas a Centros de Salud, clínicas y consultorios particulares (los cuestionarios aplicados se presentan en el apartado de anexos).

#### 4.2.2. Técnicas cualitativas

La metodología cualitativa puede considerarse como una teoría de análisis que se basa en la investigación que produce datos descriptivos para proceder con su interpretación: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable (Baylina, 1997: 125) y la recolección de datos se realiza a través de técnicas: verbales -entrevistas en profundidad y semiestructuradas-, narraciones, grupos de discusión y observacionales (Bericat, 1998). En este estudio se aplicó la entrevista y la observación directa, como se describe a continuación.

##### 4.2.2.1. Entrevista

La entrevista es el arte de escuchar y captar información y de acuerdo a sus objetivos y al procedimiento utilizado para realizar las entrevistas pueden ser: entrevista dirigida o

estructurada y entrevista no estructurada -focalizada, clínica y libre- (Münch, 2001: 63). Existe el tipo de estructura explícita que conoce tanto al emisor como el receptor y la estructura implícita o invisible que es manejada y conocida sólo por el emisor, aunque no siempre es así (Tecla, 1993: 88).

La entrevista debe ajustarse a la situación ideal, su presencia no debe influir en la impresión que tiene el entrevistado de una pregunta ni en su respuesta; debe ser un medio neutro por el que se transmiten las preguntas y las respuestas (Babbie, 2000: 243).

En el estudio la entrevista fue dirigida a 6 informantes clave que se caracterizan por conocer el agrosistema jícama, ya sea por que son o fueron productores de jícama desde hace muchos años, por tanto conocen como fue el origen del cultivo en la localidad y como ha sido el proceso de transición en la cual se han introducido insumos externos como los herbicidas, así mismo conocen o han aplicado el paraquat y han practicado otros métodos de control de arvenses. Del mismo modo son personas que han trabajado en el control manual de arvenses y por tanto conocen los diferentes tipos y características de las especies arvenses en el agrosistema (Figura 4.3).



**Figura 4.3 Entrevista a un productor de jícama de La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

Foto: Marín, 2007.

#### 4.2.2.2. Observación directa

Los métodos de investigación también son conocidos como observación participante, observación directa o estudio de campo. El campo de la observación está ligado a la conducta eficiente -relación de los individuos con los objetos- y la conducta social -relación entre personas-. (Tecla, 1993: 79).

La observación puede clasificarse en diferentes tipos: de acuerdo al lugar donde se realiza, respecto a la participación del observador, de acuerdo a los medios utilizados, en relación al número de observadores y de acuerdo al tipo de fenómeno (Münch, 2001:50). Tiene la finalidad de corroborar los datos que ha tomado de otros, -testimonio oral o escrito de personas que han tenido contacto directamente con los datos- (Tecla,1993:83).

En el estudio se aplicó la observación directa, pues se realizaron recorridos exploratorios en la zona de estudio, se conocieron las distintas formas de organización para la siembra del cultivo (en terreno propio, como mediero y siembra a renta); entre otros aspectos se determinó que el herbicida paraquat era aplicado frecuentemente en el cultivo de jícama, posteriormente se observó que este cultivo era común en la región a estudiar, se obtuvo el dato de 102.25 hectáreas de superficie sembrada durante el año 2007.

La observación directa en la zona de estudio tuvo como finalidad corroborar aspectos en relación a los efectos secundarios negativos en las arvenses, en la salud de los productores; la biodiversidad de arvenses, las distintas formas de manejo y los costos para su control.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS

### 5.1. La región de estudio

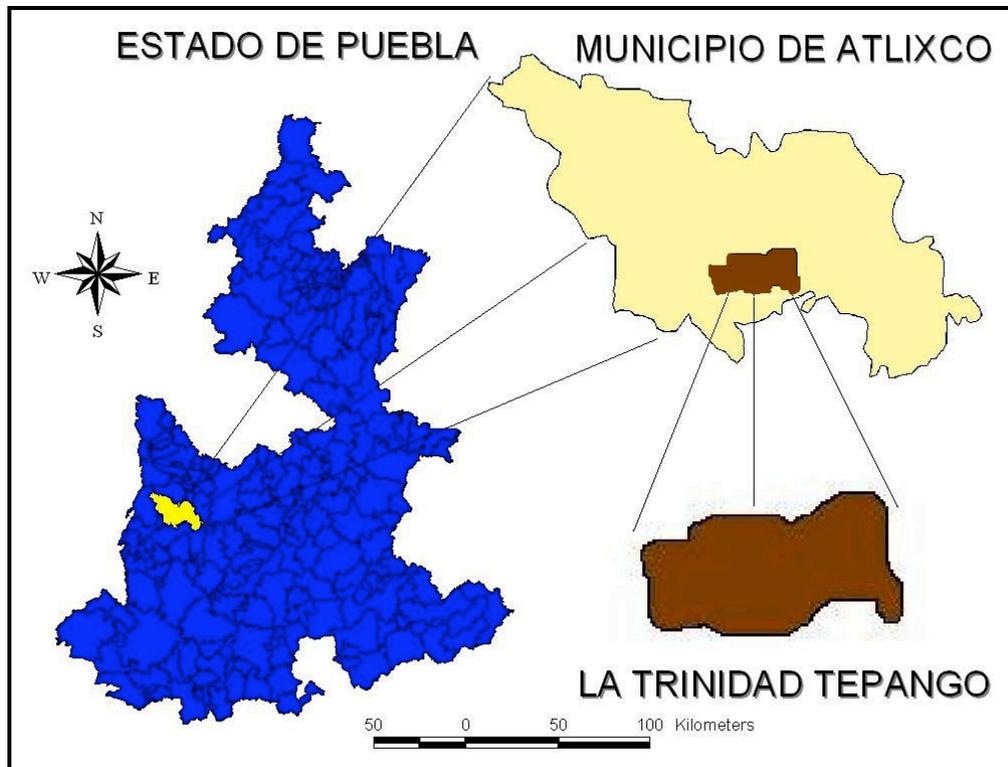
La región de Atlixco presenta condiciones favorables para la agricultura; la calidad de los suelos, el clima favorable y las condiciones apropiadas para el cultivo de riego favorecieron una tendencia temprana a la agricultura intensiva orientada al mercado (Günther, 1988, citado por Ocampo, 1994: 94).

Se localiza en la parte centro-oeste del estado de Puebla, entre las coordenadas geográficas 18° 54' de latitud norte y 90° 41' de longitud este (Palacios, 1982: 294). Ésta se ubica en la región hidrológica del Balsas (RH18), en la cuenca del río Atoyac y en la subcuenca del río Nexapa (INEGI, 1994; INEGI, 2001, citados por Ocampo, 2004: 16). La subcuenca del río Nexapa esta formada por los ríos Huilapa y Xalapesco, que recogen los deshielos del volcán Popocatepetl (Figura 5.1). La altitud promedio de la región es de 1,880 metros sobre el nivel del mar. La precipitación anual es de 840.7 milímetros con una distribución irregular durante el año, presentada entre los meses de junio a septiembre, el resto del año es más seco (Ocampo, 2004).

La temperatura media anual es de 18.0 °C, la temperatura mínima es de 7.3 °C, se presenta en el mes de diciembre, la máxima promedio es de 28.3 °C, siendo el mes de mayo el más cálido. La precipitación y la temperatura de la región junto con otros factores definen dos tipos de clima: 1) en la parte norte se presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media; 2) en la parte centro sur se presenta un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (CNA, 2003).

Respecto al tipo de suelos, dadas las condiciones de la región predominan los suelos de origen fluvial, destacándose los fluviosoles, cambisoles y regosoles. Los primeros son suelos de sedimentos aluviales, poco desarrollados, de textura diversa profundas; los cambisoles, son

suelos tepetatosos, los regosoles son suelos profundos (SARH-CP, 1987, citado por Ocampo, 2004: 18).



**Figura 5.1 Ubicación de la zona de estudio.**  
Fuente: Elaboración a partir de INEGI, carta topográfica E14B52.

### 5.1.1. El contexto de estudio: La Trinidad Tepango

La Trinidad Tepango es una pequeña localidad que pertenece al municipio de Atlixco; cuenta con 3,800 habitantes, ubicada sobre la carretera a Izucar de Matamoros en la parte sur de la ciudad de Atlixco a 5 kilómetros de ésta. Se caracteriza por tener un clima templado, sus suelos en su mayoría son arcillo-arenosos, de textura mediana a gruesa, clasificados como feozems haplicos y fluvisoles eutricos (CONABIO, 1997). La principal actividad productiva es la agricultura, que en su mayor parte es de riego y en menor medida de temporal. La Trinidad Tepango también se ve favorecida para el cultivo de diversas hortalizas y flores, puesto que posee óptimas condiciones de clima y suelo para la agricultura.

#### **5.1.1.1. Abastecimiento de agua para el riego**

En la localidad existen dos modalidades de manejo del cultivo de jícama: el de temporal y el de riego. Para extraer el agua, se han perforado 17 pozos profundos. De estos 17 pozos, 2 son de 6 pulgadas y extraen de 35 a 40 litros por segundo.

En relación al costo del agua, este se cobra por hora y depende de la cantidad de agua que extraiga cada pozo. Para el caso de pozos de 6 pulgadas el costo es de \$10.00 por hora, para socios y no socios es de \$25.00 por hora. Para pozos de 8 pulgadas, el costo es de \$20.00 por hora y para los no socios de \$35.00 por hora.

El mantenimiento se realiza cada mes y se invierte aproximadamente \$7,000.00 por mes, el cual es solventado por los mismos usuarios. La localidad, también se abastece en menor cantidad del agua rodada proveniente de manantiales de la localidad de San Baltazar Atlimeyaya. Cada habitante tiene derecho a su aprovechamiento y por lo que todos realizan el mantenimiento de acequias y caminos cada 3 meses. Lo anterior muestra que abastecerse de agua para la producción agrícola hasta el momento no representa problema.

#### **5.1.1.2. Patrón de cultivos**

Como se ha mencionado anteriormente, las buenas condiciones de clima y suelo que tiene la localidad, aunado al suficiente abastecimiento de agua de los pozos de riego y el agua de lluvia (temporal) han propiciado que las prácticas agrícolas estén presentes desde tiempos atrás. Actualmente hay una gran diversidad de cultivos, algunos muy antiguos como el cacahuate que ha venido mermando su siembra y la jícama que se ha sembrado aun cuando su cultivo ha resultado poco rentable y los básicos maíz y frijol; sin embargo con el paso de los años se han estado introduciendo otros cultivos que han adquirido mayor importancia entre estos el cultivo de flores (gladiola, rosas, crisantemos, etc.); los cultivos aromáticos (telimón, albahaca, epazote, etc.); las hortalizas calabaza, tomate verde, frijol ejotero, etc. Estos cultivos sembrados en un mismo año, forman parte del patrón de cultivos en la localidad, adquieren

gran importancia pues tienen diversos usos y aplicaciones (medicinales, ornamentales y rituales), si bien en su mayoría alimenticios (Cuadro 5. 1).

### **5.1.1.3. Introducción al cultivo de jícama**

El cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) en la localidad de la Trinidad Tepango, tuvo su origen hace aproximadamente 40 años; pues a finales de la década de los sesenta llegaron productores originarios del municipio de Huaquechula, quienes en calidad de arrendatarios y posteriormente medieros, iniciaron el cultivo de jícama en terrenos de los campesinos de la misma localidad; aunque en un principio trasladaron la mano de obra hacia la comunidad.

El conocimiento adquirido, a través de la práctica se fue difundiendo entre los mismos productores de la localidad, lo que originó se aventuraran a sembrar ellos mismos sin mediar. Así surgen los primeros productores de jícama originarios de la localidad. Las excelentes condiciones del suelo permitieron obtener fructíferas cosechas de jícama, lo que permitía que sus ventas se hicieran hasta la ciudad de México. Esta misma situación se repetía en otras localidades cercanas como La Soledad Morelos y Coyula.

Las bondades que podían percibirse, solo duraron unos años, pues a finales de los años 80, empezaron a introducirse fertilizantes y plaguicidas; y aunque han incrementado los rendimientos también han afectado al cultivo de jícama.

## **5.2. Características del productor entrevistado**

La población de estudio fue de 90 productores de jícama de los cuales se les aplicó la encuesta a 24, quienes cumplían los criterios requeridos por ser aquellos que sembraron jícama en el año 2007, usaron paraquat en el cultivo y por lo menos llevan dos años aplicándolo en este cultivo.

**Cuadro 5. 1 Patrón de cultivos de La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

NOMBRE COMÚN DEL CULTIVO	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS Y APLICACIONES
<b>Básicos</b>		
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Alimentación
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Alimentación
<b>Hortalizas</b>		
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Alimentación
Calabacita	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Alimentación
Col	<i>Brassica oleracea</i> L.	Alimentación
Tomate verde	<i>Physalis ixocarpa</i> L.	Alimentación Medicinal
Huauzontle	<i>Chenopodium nuttaliae</i>	Alimentación
Frijol ejotero	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Alimentación
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Alimentación
Rábano	<i>Raphanus sativus</i> L.	Alimentación
Frijol (alubia)	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Alimentación
<b>Leguminosas</b>		
Cacahuate		Alimentación
Jícama	<i>Pachyrhizus erosus</i> L.	Alimentación
<b>Aromáticas</b>		
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.)	Alimentación
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Alimentación
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Alimentación Medicinal
Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i> L.	Alimentación Medicinal
Telimón		
<b>Forrajes</b>		
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	Alimento de ganado
Cañuela	<i>Zea mays</i>	Alimento de ganado
<b>Flores</b>		
Gladiola	<i>Gladiolus gandavensis</i> Van Houtte	Ornamental
Rosal	<i>Rosa</i> sp.	Ornamental
Statice	<i>Limonium</i> spp.	Ornamental
Polares		Ornamental
Juanitas		Ornamental
Crisantemo amarillo	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Ornamental
Crisantemo blanco	<i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.	Ornamental
Cempasúchil	<i>Tapetes erecta</i> L.	Ornamental Ritual: ofrenda de día de muertos.
Terciopelo	<i>Celosia cristata</i> L.	Ornamental Ritual: ofrenda de día de muertos.
Perrito		Ornamental Ritual: ofrenda de día de muertos.
Nube	<i>Gypsophila elegans</i> Bieb.	Ornamental

Fuente: Elaboración propia, a partir de Ocampo, 2004: 225 (citando a Bianchini *et al.*, 1981, Hernández *et al.*, 1988, Blanco *et al.*, 1991); Martínez, 2006: 268 e información de campo.

Respecto a su edad, es importante mencionar la edad mínima de los productores fue de 28 años, también se entrevistó a productores con una edad máxima de 74 y el promedio de edad fue de 50.66 años. El 96% de los productores entrevistados fueron hombres, sólo una mujer. Respecto a la escolaridad todos los productores saben leer y escribir, pues la mayoría de ellos 75% estudió entre 4 y 6 años (primaria), siendo el promedio de 4.54 años de estudio.

### **5.3. El uso del paraquat**

#### **5.3.1. Usos del herbicida paraquat**

El 100% de los productores de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) entrevistados controlan las arvenses aplicando el herbicida paraquat; aunque generalmente éste tiene diferentes nombres comerciales, sólo lo conocen con dos nombres: gramoxone<sup>®</sup> y dragoxone<sup>®</sup>; del cual 12 productores lo conocen como gramoxone<sup>®</sup> y aplican únicamente este herbicida, 3 productores lo conocen como dragoxone<sup>®</sup> y gramoxone<sup>®</sup> y sólo uno de ellos lo conoce como dragoxone<sup>®</sup>; respecto a la presentación del herbicida la mayoría lo aplica en forma líquida, aunque 4% de ellos también lo han aplicado en sólido (granulado). El ingrediente activo paraquat es aplicado por el 71% de los productores en dos presentaciones y adquirido con distintos nombres, no obstante el 29% de ellos también opta por aplicar otro herbicida como el flex<sup>®</sup> (Cuadro 5. 2).

Para aplicar paraquat en el cultivo de jícama, los productores consideran varios aspectos: la experiencia, los recursos económicos y en general su percepción respecto al producto, puesto que algunos lo consideran un herbicida potente y optan por aplicarlo solo, otros lo mezclan con un adherente o simplemente lo aplican en otra presentación (sólido) (Figura 5.2). Una descripción más detallada del tipo de aplicación que realizan y las diferencias en porcentajes y número de productores respecto a ello se muestra en el cuadro V.1 del anexo. El momento de aplicación es importante por tratarse de un herbicida de contacto; la mayoría de los productores (96%) lo aplican a los ocho días después de la siembra de jícama, excepto para un caso en el que se aplica antes de la siembra del cultivo, dado que la presentación es sólido (granulado) y así lo requiere.

**Cuadro 5. 2 Nombre(s) y tipo(s) de herbicida(s) que aplican los productores en el cultivo de jícama en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

<b>NOMBRE</b>	<b>No. DE PRODUCTORES</b>	<b>%</b>
Gramoxone	12	50.0
Gramoxone granulado	1	4.0
Dragoxone	1	4.0
Gramoxone y Dragoxone	3	13.0
Gramoxone y Flex	7	29.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Es claro que el momento de aplicación depende de la presentación del herbicida. En el cuadro V. 2 del anexo se presentan las formas de aplicación del paraquat y el porcentaje y número de productores que optan por una u otra forma.

El uso de herbicidas es muy común en la localidad, entre estos el paraquat ha persistido, en promedio 6 años. La mayoría de los productores (66.70%) ha usado paraquat entre 1 y 5 años; el 25 % de los productores lo ha usado entre 6 y 10 años y un pequeño porcentaje (8.3 %) lo ha usado entre 11 y 15 años.

El uso de paraquat para el control de arvenses ha sido una alternativa para los productores, ya que su acción por contacto actúa sobre cualquier planta presente en el agrosistema jícama. La interacción que han tenido en el agrosistema les permite conocer la diversidad de especies que existen y con ello las arvenses que controla el herbicida.



**Figura. 5.2** Uso de paraquat. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.  
Foto: Marín, 2007.

Ellos tienen diferentes percepciones; según su opinión el 16.4% considera que el quintonil (*Amaranthus hybridus* L.) comúnmente es controlado por el paraquat. El 14.6% opinó que controla el mozoquelite (*Bidens odorata* Cav.), el 11.2% controla el polocote (*Tithonia tubiformis* -Jacq- Cass.), el 4.3% el pasto huichapol (*Cenchrus echinatus* L.), el 8.6% el pasto sacaomite y el 8.6% la escobilla (*sida acuta*) (Cuadro 5.3).

### **5.3.2. Suministro de paraquat**

Todos los productores de jícama de la localidad acuden a establecimientos comerciales para comprar el herbicida y habitualmente lo compran conforme lo van ocupando; este herbicida escasea mucho en las tiendas de la localidad por lo que lo compran en la ciudad de Atlixco. El 46% acude solo a establecimientos en la ciudad de Atlixco, el 38% lo adquiere en dos lugares: la misma ciudad y en su localidad y los restantes acuden a otro lugar como el Estado de Morelos; una descripción más detallada de la opinión de los productores sobre el lugar donde lo compran y el porcentaje que representa una u otra opción respecto a los lugares más acudidos se encuentra en el cuadro V. 3 del anexo.

Debido a que los productores compran el herbicida conforme lo ocupan, adquieren en promedio 2.68 litros por ciclo de cultivo.

**Cuadro 5. 3 Arvenses que controla el paraquat en el cultivo de jícama, según opinión de los productores de La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

Tipo de arvense	No. de percepciones	%
Verdolaga ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)	12	10.3
Pasto ancho, (zacaomite)	10	8.6
Escobilla	10	8.6
Polocote ( <i>Tithonia tubiformis</i> )	13	11.2
Quintonil ( <i>Amaranthus hybridus</i> L.)	19	16.4
Flor blanca	9	7.7
Mozoquelite ( <i>Bidens odorata</i> )	17	14.6
Coquillo ( <i>Cyperus hermaphroditus</i> )	9	7.7
Achual ( <i>Simsia amplexicaulis</i> )	10	8.6
Pasto huichapol ( <i>Cenchrus echinatus</i> L.)	5	4.3
Chicalote ( <i>A Ochroleuca</i> )	1	1.0
Flor amarilla	1	1.0
<b>Total de percepciones</b>	<b>116</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Aunque mencionan que es económico, su precio varía en las diferentes casas comerciales de la ciudad de Atlixco y los lugares donde lo adquieren desde \$70.00 a \$105.00. Los productores tienen diferentes percepciones en relación a su precio y uso, el 29.20% afirman ser un herbicida barato y efectivo para el combate de arvenses y un 20.80% lo adquieren por ser económico, mientras el 12.5% lo compra por ser efectivo. Así mismo, otros opinan que se los han recomendado para el cultivo. Entre estos y otros factores llevan al productor a elegir usar paraquat en el cultivo de jícama (Cuadro 5. 4).

### 5.3.3. Aplicación del paraquat

Es evidente que la dosis del herbicida a aplicar depende de diversos factores como la superficie del terreno, la densidad y el tipo de arvenses presentes, etc.

**Cuadro 5. 4 Motivos por los cuales los productores de La Trinidad Tepango compran el herbicida paraquat.**

Opción	No. de productores	%
Es el más barato	5	20.80
Ha comprobado que es el más efectivo	3	12.5
Fue el que le recomendaron para el cultivo	2	8.30
Es el más barato y ha comprobado que es más efectivo	7	29.20
Se lo recomendaron para el cultivo y ha comprobado que es efectivo	2	8.30
Por que le recomendaron para el cultivo y es el más económico	2	8.30
Es el más económico y no le hace daño el suelo	1	4.20
Se lo recomendaron otros productores y es el más económico	1	4.20
Es el más económico, más efectivo y no daña el suelo	1	4.20
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Aunque la mayoría de los productores (71%) sólo lo disuelven en agua (200 litros), o algunos lo aplican mezclado con un adherente (25%) para fijar mejor el herbicida a la planta (cuadro V. 1 del anexo), la dosis varía; esto lo afirma el 79.17% de los productores que aplica entre 1.0 y 1.5 litros de herbicida y en menor porcentaje (8.33%) aplica de 1.6 a 2.0 litros (Cuadro 5.5).

**Cuadro 5. 5 Rango de dosis de paraquat aplicado en 1.0 ha. de cultivo de jícama.**

Litros	No. de productores	%
0 – 0.9	3	12.51
1.0 – 1.5	19	79.17
1.6 – 2.0	2	8.33
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

#### **5.3.4. Equipo de protección personal para su aplicación**

El uso de equipo de protección personal durante la preparación y aplicación de paraquat varía de acuerdo a determinados factores que ellos consideran desde su percepción; es por ello que el tipo de protección personal es diferente, el 50% de los productores entrevistados utilizan equipo de protección personal, aunque no lo hacen íntegramente, pues el 33.33% solo usa protección en los pies (botas) y el 16.70% de ellos se protege solo de no inhalarlo o ingerirlo (cubre bocas); y algunos sólo usan cubre bocas, guantes y además en menor proporción, en el cuadro V. 4 del anexo se describe el tipo de protección personal que determinados productores usan y el porcentaje que representan respecto al total de los que se protegen al aplicar paraquat.

Los productores que creen innecesario el uso de algún equipo de protección personal, parten de la idea que es un herbicida de confianza, pues el 58.33% lo llevan usando por años y no han padecido algún malestar en la preparación y aplicación. Un 16.70% le toman poca importancia argumentado que las prisas y la falta de tiempo no les permite acordarse se usar protección. Existen diferentes causas que finalmente los lleva a considerarlo no dañino para su salud, incomodidad al usar el equipo de protección (guantes). En el Cuadro 5. 6 se exponen las distintas causas que argumentan los productores.

Respecto al tiempo que llevan utilizando equipo de protección personal, el 41.70% de los productores lo han usado desde hace 5 años. Un 33.30% afirma utilizarlo desde hace 2 años, otro 16.70% afirman haberlo utilizado desde que empezó a adquirirlo. El 67.0% mencionan que el uso de equipo de protección ha sido por iniciativa propia, leyendo las instrucciones de uso en la etiqueta del herbicida y un 33.0% comenta que es recomendación de los mismos productores.

#### **5.3.5. Capacitación para su uso**

Hasta el momento en que se realizó la fase de campo, no se había dado capacitación para el uso de paraquat, así lo afirma el 96% de los productores, sólo un 4.0% señala que ha recibido

capacitación para su uso en el cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) y ésta ha provenido de una casa comercial donde se compró el herbicida, dicha capacitación fue entre una y tres veces hace 8 años.

**Cuadro 5. 6 Causas por las que no utilizan equipo de protección algunos productores al aplicar paraquat en los cultivos de jícama en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

<b>Causa</b>	<b>No. de productores</b>	<b>%</b>
Exceso de confianza	7	30.0
Consideran que este herbicida no es peligroso en comparación con otros	1	4.0
Incomodidad al usar el equipo de protección y confianza en el herbicida	1	4.0
La falta de tiempo hace que se olvide del equipo de protección	2	8.0
Exceso de confianza y considera que este herbicida no es peligroso en comparación a otros	1	4.0
Utilizan equipo de protección personal	12	50
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

#### **5.4. Formas y análisis económico de control de arvenses**

En el siguiente apartado se presentan las diferentes formas de control de arvenses y un análisis económico de cada método utilizado.

##### **5.4.1. Control de arvenses aplicando paraquat**

El uso de paraquat es considerado como una de las formas de control de arvenses más económica para los productores. Consideran que el precio del herbicida es bajo, la mano de obra para su aplicación es mínima y la forma de acción en la planta es rápida en comparación de otros métodos usados como el control manual u otros tipos de herbicidas aplicados, o la combinación de estas formas.

El paraquat es un herbicida preemergente, que se aplica de 8 a 15 días después de la siembra de jícama. Para 1.0 hectárea de terreno se requiere de 1.0 litro de paraquat disuelto en un tonel con 200 litros de agua y lo aplican en unas horas, de preferencia en la mañana y sin viento. Generalmente se requieren de 2 jornales para su aplicación, el pago se realiza por cada tonel aplicado (\$180.00) las características del terreno no influyen en el costo pues es igual para uno con mayor o menor densidad de arvenses; el costo del herbicida (\$90.00) y el costo del agua (\$0.0175/tonel) suman un total de \$270.0175 (Cuadro 5.7), lo cual confirma la percepción de los productores el uso de paraquat para el control de arvenses es económico, es factible para su aplicación y de fácil acción en la planta.

**Cuadro 5. 7 Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida paraquat.**

Características del terreno	Costo del herbicida <sup>1</sup>	Costo de aplicación por tonel <sup>2</sup>	Núm. de jornales	Días para concluir aplicación	Costo del agua <sup>3</sup>	COSTO TOTAL DE CONTROL DE ARVENSES/HA.
<i>Para un terreno con menor o mayor densidad de arvenses</i>	\$90.00	\$180.00 (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales)	2	1	0.0175	\$270.0175

<sup>1</sup>Se aplica 1 litro de paraquat por hectárea de terreno.

<sup>2</sup>En un tonel con 200 litros de agua, se disuelve de 1 litro de paraquat por hectárea.

<sup>3</sup>Se considera el costo de 200 litros de agua.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Nota:** Para determinar el costo del agua utilizado, primero se obtuvo un promedio de la capacidad de extracción de los pozos de agua en l/s, en base a lo obtenido se realizó una relación del tiempo que lleva extraer 200 l de agua por hora; posteriormente se obtuvo un promedio del costo de agua por hora y finalmente se calculó el costo de extraer los 200 l.

#### **5.4.2. Control de arvenses contratando mano de obra**

Algunos productores de jícama, tienen otras percepciones respecto al uso intensivo de herbicidas como paraquat, pues si bien los herbicidas facilitan y economizan el control de arvenses, pero a su vez afectan los recursos naturales a corto o a largo plazo; en efecto ellos optan por contratar mano de obra para su control, que a diferencia de la forma de control de arvenses con paraquat lo consideran menos dañino para el agrosistema, si bien saben es un método poco rentable por los altos costos para realizarlo.

Para esta forma de control se consideran importantes las características del terreno (con mayor o menor densidad de arvenses) de eso depende el número de jornales a contratar y el número de días para concluirlo; su salario puede variar según se les lleve comida o no, y aunado a esto el número de días en terminar el deshierbe; por ejemplo a los trabajadores que no les ofrecen comida tienen un salario más completo y los que si les ofrecen una comida se les descuenta; se pueden requerir de 5 jornales para trabajar por 3 días, hasta 8 jornales que trabajen 6 días para 1.0 hectáreas. El costo total será diferente para esta forma de control variando entre \$1,875.00 y \$6,918.00 que a diferencia del control químico éste resulta más costoso realizarlo constantemente (Cuadro 5. 8).

#### **5.4.3. Control de arvenses aplicando paraquat y contratando mano de obra**

Durante el ciclo de cultivo de jícama los predios pueden presentar alta densidad de arvenses, haciéndolos más demandantes de mano de obra y muy costosos para llevar a cabo su control. Generalmente los terrenos con mucha densidad de arvenses son aquellos que habían estado sin cultivar varios años, o los terrenos sembrados en temporada de lluvias; estas condiciones favorecen la propagación de poblaciones y su crecimiento.

Ante esta situación los productores optan por combinar algunos métodos como aplicar paraquat únicamente en arvenses con alturas de 10 a 15 cm., antes de que nazca la planta de jícama y complementar con mano de obra para aquellas arvenses que logran persistir y tienen más altura, o aquellos que emergen nuevamente.

El control de arvenses con mano de obra eleva el costo total en comparación al control químico, pero si se considera un costo extra por la introducción de mano de obra, resulta aún más elevado, sumado a otros factores que intervienen (tipo de terreno, salario con o sin comida, etc.); por lo que los productores de jícama se ven en la necesidad de combinar ambos métodos ante problemas de arvenses que han desarrollado resistencia al herbicida y la emergencia de otros que no existían en el agrosistema jícama.

En el Cuadro 5.9 se analiza la diferencia entre las distintas formas de control. Como se observa, el control con paraquat tiene un costo de \$270.0175 por hectárea, mientras la combinación del control con paraquat y control manual sin comida varía entre \$2,145.0175 y \$6,270.0175 por hectárea y considerando comida el costo por hectárea está entre \$2,430.0175 y \$7,188.0175. Esto explica la toma de decisión de cada productor.

**Cuadro 5. 8 Costo de control de arvenses cuando se ocupa mano de obra.**

Forma de pago	Características de terreno	Núm. de jornales	Salario (jornal/día)	Costo de comida por día	Costo de bebida por día	Días para concluir el deshierbe	Costo del deshierbe por día	COSTO TOTAL DE DESHIERBE /HA. <sup>1</sup>
Sin comida	<i>Menor densidad de arvenses</i>	5	\$125.00	-----	-----	3	\$625.00	\$1,875.00
	<i>Mayor densidad de arvenses</i>	8	\$125.00	-----	-----	6	\$1000.00	\$6,000.00
Con comida	<i>Menor densidad de arvenses</i>	5	\$105.00	\$145.00	\$50.00	3	\$720.00	\$2,160.00
	<i>Mayor densidad de arvenses</i>	8	\$105.00	\$225.00	\$88.00	6	\$1,153.00	\$6,918.00

<sup>1</sup> El costo total del deshierbe, está en función de los días ocupados para concluir el deshierbe, el cual dependerá si el tiene mucha o poca hierba.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

#### 5.4.4. Control de arvenses aplicando paraquat mezclado con un adherente

Los productores de jícama consideran que para una mayor efectividad en el uso de paraquat y no complementar con algún otro método de control cuando vuelvan a emerger los arvenses, es importante mezclarlo con algún adherente para fijar mejor el herbicida a la planta y desecar la arvense sin haber riesgo de no fijarse.

**Cuadro 5. 9 Costo de control de arvenses cuando se aplica paraquat y se contrata mano de obra.**

Forma de combatir arvenses	Forma de pago	Características de terreno	Costo de herbicida	Costo de aplicación por tonel	Núm. de jornales	Salario (jornal/ día)	Costo del agua	Costo de comida por día	Costo de bebida por día	Días en concluir la eliminación de arvenses	Costo de eliminación de arvenses por día	COSTO TOTAL DE ELIMINACIÓN DE ARVENSES/HA. <sup>1</sup>
Aplicando paraquat	-----	<i>Pocas arvenses</i>	\$90.00	\$180.00 (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales)	2	\$90.00	0.0175	-----	-----	1	\$270.0175	\$270.0175
		<i>Muchas arvenses</i>	\$90.00									
Ocupando jornales	Sin comida	<i>Pocas arvenses</i>	-----	-----	5	\$125.00	-----	-----	-----	3	\$625.00	\$1,875.00
		<i>Muchas arvenses</i>	-----	-----	8	\$125.00	-----	-----	-----	6	\$1000.00	\$6,000.00
		<i>Pocas arvenses</i>	-----	-----	5	\$105.00	-----	\$145.00	\$50.00	\$50.00	3	\$720.00
COSTO TOTAL		<i>Muchas arvenses</i>	-----	-----	8	\$105.00	-----	\$225.00	\$88.00	6	\$1,153.00	\$6,918.00
		CUANDO SE APLICA PARAQUAT Y SE CONTRATA MANO DE OBRA SIN COMIDA										
		CUANDO SE APLICA PARAQUAT Y SE CONTRATA MANO DE OBRA CON COMIDA										
											Terreno con pocas arvenses	\$2,145.0175
											Terreno con muchas arvenses	\$6,270.0175
											Terreno con pocas arvenses	\$2,430.0175
											Terreno con muchas arvenses	\$7,188.0175

<sup>1</sup>El costo total del deshierbe, está en función de los días ocupados para concluir el deshierbe, el cual dependerá si tiene mayor o menor densidad de arvenses. Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Los adherentes como soporte para desecar completamente las arvenses son poco comunes en la localidad, lo usan los productores que llevan años sembrando el cultivo y tienen experiencia en la forma de aplicación.

La incorporación de algún adherente a la solución de paraquat, implica un costo más al total para su control, pero a diferencia del control con mano de obra, la combinación del adherente con paraquat sigue siendo menos elevado, ya que el adherente tiene un precio bajo y el costo total no resulta tan alto \$345.0175 en relación a las otras formas de control (Cuadro 5. 10).

**Cuadro 5. 10 Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida paraquat, mezclado con un adherente.**

Características del terreno	Costo del herbicida <sup>1</sup>	Costo del adherente	Costo de aplicación por tonel <sup>2</sup>	Núm. de jornales	Días en concluir la aplicación	Salario por jornal	Costo del agua <sup>3</sup>	COSTO TOTAL DE CONTROL DE ARVENSES/HA.
<i>Terreno con pocas o muchas arvenses</i>	<b>\$90.00</b>	<b>\$75.00</b>	<b>\$180.00</b> (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales)	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>\$90.00</b>	<b>0.0175</b>	<b>\$345.0175</b>

<sup>1</sup>Se aplica 1 litro de paraquat por cada hectárea de terreno.

<sup>2</sup>En un tonel con 200 litros de agua, se disuelve de 1 litro de paraquat por hectárea.

<sup>3</sup>Se considera el costo de 200 litros de agua.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

#### **5.4.5. Control de arvenses aplicando el herbicida paraquat y el herbicida flex<sup>®</sup>**

Del total de productores que sembraron jícama, sólo a un 8% de ellos les resulta más práctico usar herbicidas más de una sola vez durante todo el ciclo de cultivo; reconocen que el paraquat es económico y efectivo, pero dadas las condiciones de su forma de acción, de ser usado antes de germinar la planta de jícama y ante la emergencia de arvenses o los que han desarrollado resistencia y persisten en el agrosistema los exige buscar otras alternativas más prácticas y económicas entre todos los métodos ya descritos.

Uno de ellos es el uso del herbicida flex<sup>®</sup> señalan que su acción de selectividad les permite aplicarlo aún cuando está la planta de jícama y reconocen que tiene un precio elevado, pero lo consideran más económico comparado con el control manual o la combinación de éste con la aplicación de algún herbicida. El costo total de arvenses con la combinación de estos herbicidas durante el ciclo de cultivo es de \$906.035 como se describe en el Cuadro 5. 11.

**Cuadro 5. 11 Costo de control de arvenses/hectárea cuando se aplica paraquat y flex<sup>®</sup>.**

<b>RECURSOS CONSIDERADOS</b>	<b>TERRENO CON MENOR O MAYOR DENSIDAD DE ARVENSES</b>
Costo del herbicida paraquat	<b>\$90.00</b>
Costo del herbicida flex <sup>®</sup>	<b>\$456.00</b>
Costo de aplicación de paraquat por tonel	<b>\$180.00</b> (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales por 1 día)
Costo de aplicación de flex <sup>®</sup> por tonel	<b>\$180.00</b> (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales por un día)
Costo del agua utilizada en la aplicación de paraquat	<b>\$0.0175</b>
Costo del agua utilizada en la aplicación de flex <sup>®</sup>	<b>\$0.0175</b>
<b>COSTO TOTAL DE CONTROL DE ARVENSES</b>	<b>\$906.035</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

#### **5.4.6. Control de arvenses aplicando el herbicida flex<sup>®</sup>**

Ante diferentes motivos y circunstancias, los productores de jícama, deciden usar el herbicida flex como la alternativa idónea para el control de arvenses, una de ellas es su autorización para aplicarlo en el cultivo de jícama, para otros aunque reconocen tiene un costo elevado en comparación del paraquat, es su practicidad y efectividad por ser un herbicida selectivo que puede ser utilizado en cualquier etapa del cultivo.

El costo del herbicida es de \$456.00; para su aplicación se requieren de 2 jornales que concluyen la aplicación en un solo día (horas), el salario de los jornales está en función del número de toneles aplicados al cultivo de jícama, ya que se les paga \$180.00 por tonel de

solución. Para este caso las características del terreno (terreno con mucha o poca densidad de arvenses) no influyen en el salario de los jornales.

A pesar de que algunos productores reconocen tiene un alto precio, es su segunda opción al no usar paraquat debido a que es un herbicida de aplicación preemergente y además su control todavía les resulta factible \$636.0175 respecto a otros métodos como control manual o la combinación de los otros métodos con éste (Cuadro 5.12).

**Cuadro 5. 12 Costo de control de arvenses cuando se aplica el herbicida flex®.**

Características del terreno	Costo del herbicida <sup>1</sup>	Costo de aplicación por tonel <sup>2</sup>	Núm. de jornales	Días en concluir la aplicación	Costo del agua <sup>3</sup>	COSTO TOTAL DE CONTROL DE ARVENSES
<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i>	\$456.00	\$180.00 (\$90.00 por jornal, se emplean 2 jornales)	2	1	\$0.0175	\$636.0175
<i>Terreno con mayor densidad de arvenses</i>						

<sup>1</sup>Se aplica 1 litro de paraquat por hectárea de terreno.

<sup>2</sup>En un tonel con 200 litro de agua, se disuelve de 1 litro de paraquat por hectárea.

<sup>3</sup>Se considera el costo de 200 litros de agua.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Los productores optan por éste último y sus combinaciones, pues estos métodos de control de arvenses, representan las diversas alternativas que han surgido en la localidad, ante los cambios que han experimentado en el agrosistema jícamo que los ha conducido a que apliquen uno u otro método o la combinación de ellos, como disyuntivos por los diversos factores que han intervenido, por la introducción de insumos externos como el paraquat con efectos secundarios en el agrosistema jícamo y en la salud de los productores.

A pesar de que el uso de herbicidas resulta más económico que contratar mano de obra, algunos productores prefieren seguir conservando esta práctica; sin embargo algunos deciden usar paraquat sólo o mezclado con un adherente. El herbicida flex® es otra opción que tienen y finalmente la combinación de éstos. Los costos de cada método son altos o bajos según el

método a elegir como se presenta en el Cuadro 5.13. Las diferencias de costos entre las diferentes formas de control se muestran en la Figura 5.3.

## **5.5. Análisis económico del agrosistema jícama**

En el siguiente apartado se describe el proceso de producción del cultivo de jícama y se describe el análisis económico que representa para su producción.

### **5.5.1. Proceso de producción del cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.)**

La jícama es uno de los cultivos tradicionales de la localidad, no obstante su proceso de siembra es laborioso y costoso. La percepción de los productores respecto a su proceso de producción es muy amplia, consideran importante analizar las características del suelo puesto que por las condiciones de suelo arenoso que exige el cultivo, trabajar en terrenos pedregosos o con mucha densidad de arvenses como los predios descansados o no trabajados por años son difíciles para su labranza y tienen un costo elevado.

Así mismo, analizar el tipo de cultivo que hubo anteriormente es básico para quienes afirman que éste le pudiere ser favorable a la jícama como fertilizante, residuos de rastrojo de sembrados de milpa o de zacate (cuerdilla) por ejemplo. El tipo y tamaño de semilla de jícama es variado, por lo que se emplean de 18 a 20 almudes (4 litros) para 1.0 hectárea de terreno.

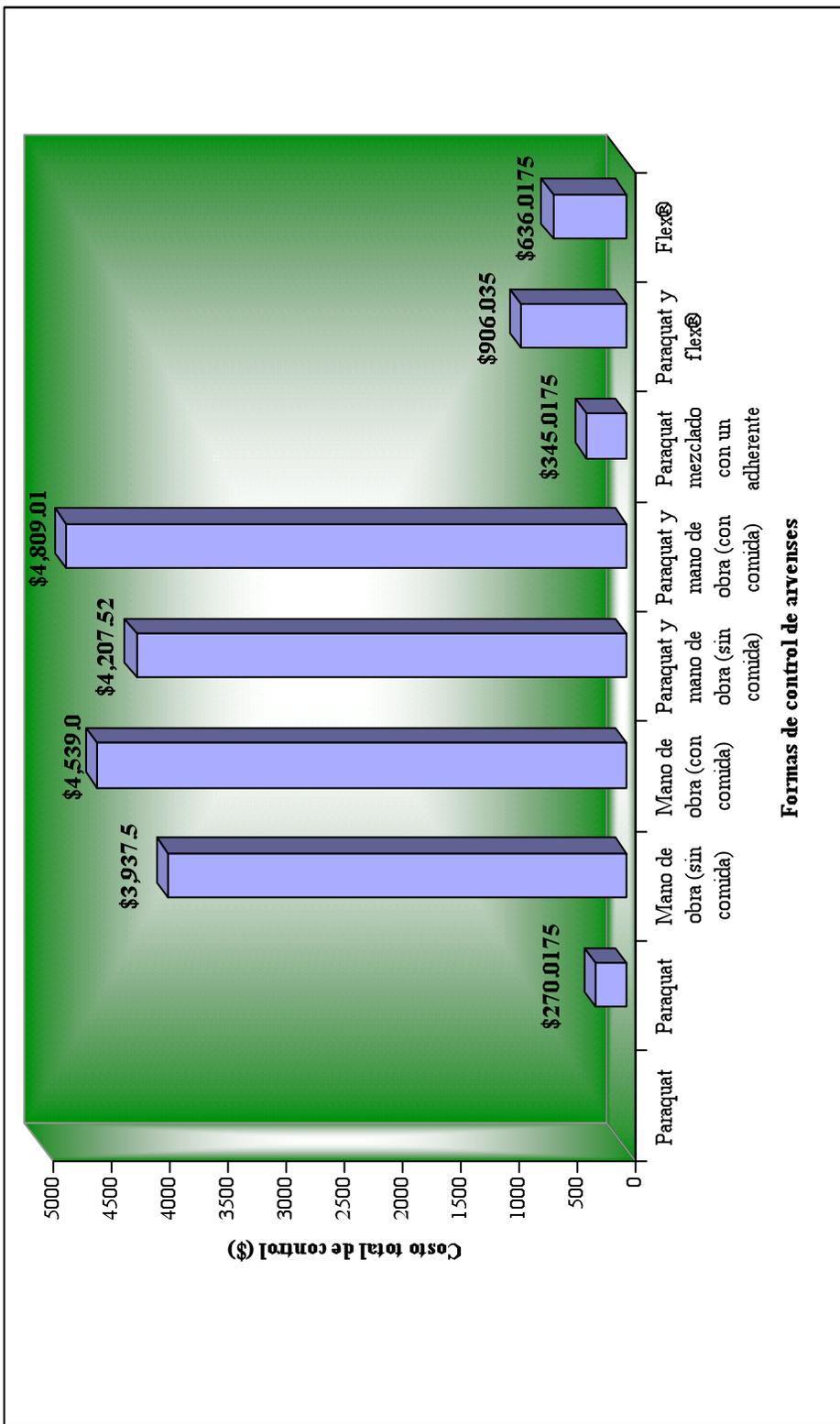
#### **5.5.1.1. Preparación del terreno**

En la preparación del terreno los productores crean las condiciones adecuadas para la siembra de jícama. La primera actividad es el barbecho; se realiza en unas horas y dependerá de las condiciones en que se encuentre el predio (densidad de arvenses, suelo pedregoso, arcilloso, etc.); el trabajo se hace con tractor o yunta; posteriormente se realiza la rastreada o picada también con tractor o yunta, después se efectúa la bordeada, igual que las otras etapas con tractor o yunta.

**Cuadro 5. 13 Comparación de costos cuando aplican herbicidas y cuando se ocupa jornales para el control de arvenses en el cultivo de jícama en 1 ha de terreno.**

<b>FORMA CONTROL DE ARVENSES EN 1.0 HA.</b>		<b>COSTO TOTAL</b>
<b>CUANDO SE APLICA PARAQUAT</b>		<i>Terreno con menor o mayor densidad de arvenses</i> <b>\$270.0175</b>
<b>CUANDO SE OCUPA MANO DE OBRA</b>	<b>Sin comida</b>	<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i> <b>\$1,875.00</b>
		<i>Terreno con mayor densidad de arvenses</i> <b>\$6,000.00</b>
	<b>Con comida</b>	<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i> <b>\$2,160.00</b>
		<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i> <b>\$6,918.00</b>
<b>CUANDO SE APLICA PARAQUAT Y SE OCUPA MANO DE OBRA</b>	<b>Sin comida</b>	<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i> <b>\$2,145.0175</b>
		<i>Terreno con mayor densidad de arvenses</i> <b>\$6,270.0175</b>
	<b>Con comida</b>	<i>Terreno con menor densidad de arvenses</i> <b>\$2,430.0175</b>
		<i>Terreno con mayor densidad de arvenses</i> <b>\$7,188.0175</b>
<b>CUANDO SE APLICA PARAQUAT MEZCLADO CON UN ADHERENTE</b>		<i>Terreno con menor o mayor densidad de arvenses</i> <b>\$345.0175</b>
<b>CUANDO SE APLICA PARAQUAT Y FLEX®</b>		<i>Terreno con menor o mayor densidad de arvenses</i> <b>\$906.035</b>
<b>CUANDO SE APLICA EL HERBICIDA FLEX®</b>		<i>Terreno con menor o mayor densidad de arvenses</i> <b>\$636.0175</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.



**Figura 5.3** Comparación de costos cuando se aplica herbicidas y cuando se ocupa jornales para el control de arvenses en el cultivo de jicama en 1.0 ha de terreno.

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En la preparación se considera aplicar un primer riego de seis a siete horas, contratando un jornal y dependiendo del clima presente puede haber de dos a tres riegos más. El suelo queda apropiado para sembrarlo con una última rastreada o picada ya sea con tractor o yunta.

#### **5.5.1.2. Proceso de siembra de la jícama**

Antes de empezar el proceso se surca en el terreno, para terminar la siembra en un mismo día, se contratan alrededor de catorce a veinte jornales, cada uno siembra entre ocho y nueve surcos. En la mayoría de los casos se da una comida y su salario por día.

#### **5.5.1.3. Proceso para el desarrollo de la planta de jícama**

Después de la siembra de jícama, es importante aplicar un primer riego de seis horas cuando es un suelo arcilloso y de ocho horas cuando es arenoso. Posteriormente se realiza una rastreada o picada con una yunta o con tractor, aunque en algunos casos pueden ser dos rastreadas de acuerdo a las características del terreno.

Existen diversas formas de control de arvenses en el cultivo de jícama uno de ellos y el más conocido es el control manual, generalmente se contratan de cuatro a seis jornales por día, el control se realiza en tres días.

Otra forma de control es aplicando algún herbicida como paraquat -gramoxone<sup>®</sup>, dragoxone<sup>®</sup>, quemoxone<sup>®</sup> - o flex<sup>®</sup>. Para su aplicación se contratan de uno a dos jornales y su sueldo esta en función del número de toneles aplicar, para el herbicida paraquat se emplea un tonel (1.0 litro disuelto en 200 litros de agua) por hectárea. Existen otras combinaciones para el control de arvenses como el empleo de herbicidas y el control manual; el uso de dos tipos de herbicidas uno de contacto (gramoxone<sup>®</sup>) y un selectivo (flex<sup>®</sup>).

Seguido de las prácticas de control de arvenses algunos productores acostumbran cortar la flor de la planta de jícama y su guía para mejor desarrollo de la jícama; aplican azufre para

prevenir algunas enfermedades como la cenicilla<sup>19</sup>, aunque el tipo de plaga dependerá de la forma en que se cultive como la cantidad de riegos que se realicen y su aplicación en tiempo ya que mencionan los productores, es mejor el riego de noche o madrugada, igualmente importante son las características del suelo si esta descansado o no y finalmente la aplicación necesaria de un segundo o tercer riego hasta que la planta alcance una altura de 15 a 20 centímetros. Considerar estas prácticas evitará mala calidad del cultivo de jícama (jícama rayada, con papa o granos, deforme, podrida, partida o marchita).

#### **5.5.1.4. Proceso de cosecha de jícama**

Después de 6 meses de sembrada la jícama, posteriormente viene la cosecha, generalmente se realiza en tres días y en algunos casos cuando merma el precio de la jícama la cosecha no se realiza, por lo tanto se espera a que aumente su costo y así poder hacer la segunda o tercera.

Para llevar a cabo la cosecha de jícama, se necesita un jornalero que realice el volteo y de 6 a 11 jornaleros para llenar las arpillas o costales, con frecuencia cada uno puede llenar hasta quince por día.

Una de las prácticas más comunes de la comercialización de jícama es su venta en arpillas llevándola directamente a la ciudad de Atlixco y otras ciudades cercanas. En otros casos cuando hay mucha demanda de jícama, el comerciante acude directamente a comprar a la parcela (Figura 5.4) y ya no permite que el productor llegue hasta la ciudad de Atlixco por lo que el productor no hace gastos de transporte.

Respecto al costo de la jícama, éste va estar en función del número de arpillas o costales y su precio individual depende de la calidad y tamaño: extragrande (25 cm. de ancho), primera (18 cm.), segunda (15 cm.) y tercera (menor de 15 cm.).

---

<sup>19</sup> La cenicilla es una enfermedad que se refleja en las hojas, éstas toman un color blanco por la parte de abajo y en la parte de encima toma un color amarillo con manchas negras, provocando que las guías se sequen y empiecen a desprenderse las hojas.



**Figura 5.4 Cosecha de jícama en la localidad de La Trinidad Tepango, ciclo de cultivo primavera-verano 2007.**  
Foto: Marín, 2007.

Los productores consideran que fue poco rentable su cultivo cuando cosecharon menos de ochenta bultos por hectárea, rentable cuando obtuvieron de ochenta a cien bultos y muy rentable cuando llegan a obtener hasta doscientos bultos.

Otra forma de comercialización es la venta por huerta de jícama, aquí el costo de mano de obra lo cubre el comerciante, por lo que el productor recibe cierta cantidad de dinero por la huerta y va estar en función de la calidad y de la demanda que tenga en el mercado.

El costo para cada etapa del proceso de cultivo de jícama es muy importante para el productor, ya que empiezan a incrementar o disminuir desde el momento en que se decide trabajar en un terreno propio o rentado, del cual para éste último el precio varía según si es de riego o de temporal; aunado a esto el precio de la semilla que oscila en aproximadamente \$130.00 por 72 litros de semilla de jícama. Posteriormente la preparación del terreno que implica primeramente hacer un barbecho, aunque para algunos productores que cuentan con un tractor o yunta o lo realizan ellos mismos no lo consideran un costo más; no obstante para quienes no es así el costo incrementa más; el barbecho se cobra a \$625.00, para una rastreada o picada

\$575.00, una bordeada \$450.00, un primer riego \$257.50 y una segunda rastreada o picada \$400.00. Es primordial mencionar que los costos de éstos últimos van disminuyendo conforme se facilita el trabajo o se requiere de menos horas de riego.

El proceso de siembra también es una de las etapas más costosas, se contratan 2 jornales para hacer los surcos con un salario de \$150.00 cada uno. Se utilizan de 14 a 17 jornales para la siembra con un salario de \$150.00 incluida la comida para concluir la siembra en un solo día. Para el desarrollo de la planta se requiere igualmente de un segundo riego, una rastreada o picada, aplicación de un tercer riego y aplicar algún método para el control de arvenses que es la etapa que ocasiona un aumento mayor del costo total de producción. Finalmente para la cosecha de jícama existen formas diferentes como la venta por huerta de jícama, la venta directa al comerciante por arpilla de jícama o la cosecha por el mismo productor que implica costo de materia prima (precio de arpillas o costales y lía), costo para el volteo de jícama (yunteros y jornales para la cosecha).

Es claro que intervienen varios factores que hacen de éste un cultivo con costos totales de producción muy variables y por consiguiente la percepción desigual de los productores respecto si es o no rentable. Por tal motivo es imprescindible tomar la decisión correcta sobre qué tipo de método de control de arvenses aplicar, pues éste ha influido crucialmente en el costo total de producción, ya que el método a elegir puede aumentar o disminuir el costo total según sea el método (control de arvenses con paraquat, con mano de obra, con otro método o una combinación de ellos). Como bien lo afirma Jarma *et al.* (2004), en los últimos años el costo para el control de arvenses ha influido mucho, esto a raíz del desarrollo de resistencia que han adquirido las arvenses, lo cual ha sido un problema progresivo que debería considerarse para reducir los costos de producción. Igualmente los costos indirectos en el entorno ecológico por los efectos secundarios generados a corto y a largo plazo que difícilmente lo consideran los productores al momento de optar por usar herbicidas como paraquat, siendo evidente resulte complicado visualizar holísticamente estos factores y más aún ante varias limitantes siendo la económica una de las principales. En el Cuadro 5.14 se presenta el análisis económico para 1.0 hectárea de jícama.

**Cuadro 5.14 Análisis de costo total del proceso de cultivo de jícama en 1.0 ha. Octubre 2007.  
LaTrinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

<b>1. Modalidad del terreno</b>		<b>COSTO</b>
Terreno propio		\$0.00
Renta de terreno	Temporal	\$2,000.00 a \$3,000.00
	Riego	\$4,500.00 a \$6,000.00
<b>Cantidad de semilla de jícama</b>		
Cantidad de almudes (1 almud equivale a 4 litros)	16 a 20	\$130.00
<b>2. Preparación del terreno</b>		
2.1 Barbecho		
Número de jornales	1	\$625.00
Instrumento o maquina	Tractor o yunta	
Tiempo en que se realiza el barbecho	Un día	
2.2 Rastreada o picada		
Número de jornales	1	\$575.00
Instrumento o maquina	Tractor o yunta	
Tiempo en que se realiza el rastreo	Un día	
2.3 Bordeada		
Número de jornales	1	\$450.00
Instrumento o maquina	Tractor o yunta	
Tiempo en que se realiza el bordeo	Un día	
2.4 Aplicación del primer riego		
Número de horas de riego	6 a 8	\$17.50 / hr.
Número de jornales para el riego	1	\$135.00
2.5 Rastreada o picada		
Número de jornales	1	\$400.00
Instrumento o maquina	Tractor o yunta	
Tiempo en que se realiza la rastreada	Un día	
<b>3. Proceso de siembra de la jícama</b>		
3.1 Surcado del terreno		
Número de jornales	2	\$300.00
Instrumento o maquina	Yunta	
Tiempo en que se realiza el surcado	Un día	
3.2 Siembra de la jícama		
Número de jornales para la siembra	14 a 17	\$150.00 c/u con una comida
Forma de siembra	Manual	
Tiempo en que se realiza la siembra	Un día	
<b>4. Proceso para el desarrollo de la planta</b>		
4.1 Aplicación del primer riego después de la siembra		
Número de horas de riego	De 6 a 8	\$17.50 /hr.
Número de jornales para el riego	1	\$135.00
4.2 Rastreada o picada		
Número de rastreadas	2	\$50.00 / día
Número de jornales	1 jornal / día	
Instrumento o maquina	Tractor o yunta	
Tiempo en que se realiza la rastreada	Un día	

**Cuadro 5. 14 Continuación**

4.3 Control de arvenses		
4.3.1 Aplicando paraquat		\$270.0175
4.3.2 Contratando mano de obra para el control de arvenses		\$4,238.25
4.3.3 Aplicando paraquat y contratando mano de obra		\$4,508.265
4.3.4 Aplicando paraquat mezclado con un adherente		\$345.0175
4.3.5 Aplicando paraquat y flex <sup>®</sup>		\$906.035
4.3.5 Aplicando flex <sup>®</sup>		\$636.0175
4.4 Aplicación de un segundo y tercer riego después de la siembra		
Número de horas de riego	De 6 a 7 hr.	\$17.50 / hr.
Número de jornales para cada riego	1	\$150.00
<b>5. Cosecha de jícama</b>		
5.1 Cosecha de jícama en arpillá o costal por el mismo productor		
5.1.1 Costo de materia prima		
Precio de la arpillá		\$3.75
Precio del costal		\$12.00
Precio de la lía		\$20.00
Número de arpillás o costales		100
5.1.2 Volteo de jícama		
Número de jornales o yunteros		1
Días de trabajo		3
Salario		\$150.00
Número de jornales para cosechar		6
Días de trabajo		3
Salario		\$20.00/arpillá
5.1.3 Precio de jícama		
Arpillá		\$107.50
Costal		\$135.00
5.2 Venta directa al comerciante por arpillá de jícama		
Precio de compra al productor por arpillá de jícama		\$100.00
5.3 Venta de jícama por huerta		
Huerta de jícama de primera o de calidad y con mucha demanda		\$40,000.00
Huerta de jícama de segunda con mucha demanda		\$30,000.00
Huerta de jícama de tercera con mucha demanda		\$17,500.00
Huerta de jícama de tercera con poca demanda		\$10,000.00
<b>6. Transporte de jícama</b>		
6.1 Costo del flete a lugares cercanos como la Ciudad de Atlixco, Puebla, Cholula, etc.		
Transporte de 40 a 80 arpillás		\$80.00 a \$200.00
Transporte de más de 80 arpillás		Mayor a \$300.00
6.2 Costo del flete a lugares más lejanos como la Ciudad de México		
Transporte de 40 a 100 bultos		\$1600.00
Transporte de más de 100 bultos (se cobra por bulto)		\$2020.00
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE JÍCAMA</b>	Control con paraquat	<b>\$11,484.76</b>
	Control con mano de obra	<b>\$15,453.00</b>
	Control con paraquat y contratando mano de obra	<b>\$15,723.00</b>
	Control con paraquat mezclado con un adherente	<b>\$11,559.76</b>
	Control con paraquat y flex	<b>\$12,120.78</b>
	Control con flex <sup>®</sup>	<b>\$11,850.76</b>

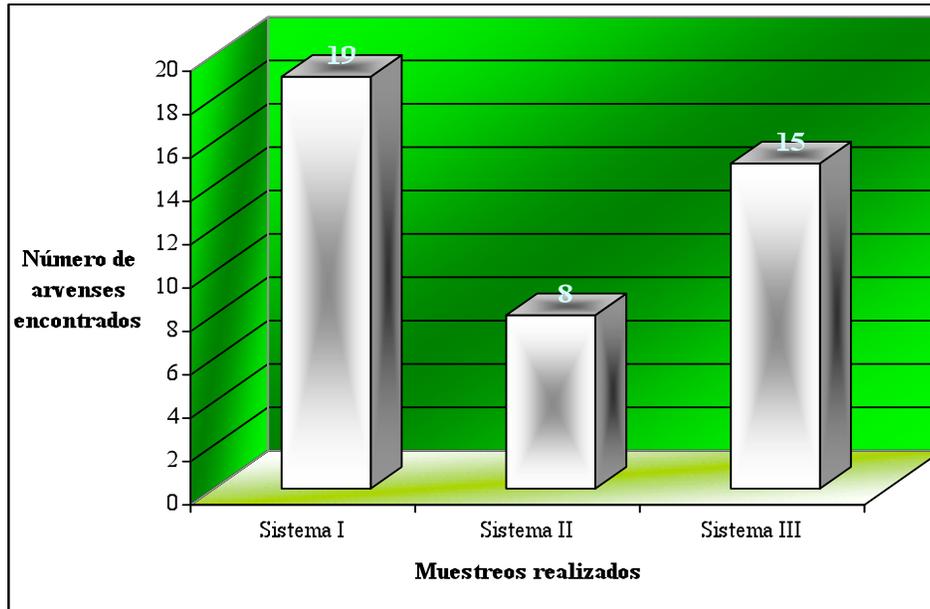
Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Nota:** El cálculo se realizó con base a las actividades de cosecha que comúnmente realizan la mayoría de los productores entrevistados, el cultivo de jícama realizado en un terreno o predio propio; se realizan los procesos de: preparación del terreno, proceso de siembra, proceso para el desarrollo de la planta (métodos para el control de arvenses). El cálculo total se presenta para cada uno de los métodos de control de arvenses aplicados por los productores.

## 5.6. Efectos secundarios en la flora, por el uso de paraquat

De acuerdo al método de cuadrantes, los resultados de su aplicación para los tres sistemas son los siguientes:

En el sistema jícama donde se eliminó las arvenses a través de control manual sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años (Sistema I), se encontraron 19 tipos; en el sistema jícama donde se aplicó paraquat (Sistema II), se encontraron 8 variedades de arvenses y en el sistema natural (Sistema III) donde no se aplicó paraquat por aproximadamente 4 a 5 años se encontraron 15 especies de arvenses (Figura 5.5).



**Figura 5.5 Resultados de arvenses encontrados al aplicar el método de cuadrantes en cada uno de los sistemas muestreados. La Trinidad Tepango, Atlixco, Puebla.**

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Para el caso específico del sistema I: sistema jícama donde se eliminó las arvenses a través de control manual sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años; se realizaron dos muestreos con el cuadrante, para una superficie de 1.0 hectárea de terreno de jícama. Se obtuvieron diferentes tipos de arvenses, la densidad influyó que en las dos muestras se repitieran algunas como polocote (*Thitonia tubiformis* -Jacq- Cass.), mozoquelite (*Bidens*

*odorata* Cav.), diente de león (*Taraxacum officinale* G.H.), no obstante son solo 19 diferentes arvenses que los identifican por su nombre común o vulgar (Cuadro 5.15).

**Cuadro 5. 15 Sistema jícama donde se eliminó las arvenses a través de control manual, sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años. La Trinidad Tepango, Pue.**

SISTEMA I			
Muestra 1		Muestra 2	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
1. Pasto ancho, zacaomite		1. Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.
2. Hierba de manzanilla	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	2. Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.
3. Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.	3. Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> G.H.
4. Polacote	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.	4. Polacote	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.
5. Quintonil	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	5. Alache	<i>Anoda cristata</i> L.
6. Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> G.H.	6. Escobilla	<i>Sida acuta</i>
7. Pasto o zacate de trigo	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	7. Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.
8. Pasto		8. Lirio acuático	<i>Dallista monandra</i>
9. Azumiate	<i>Senecio salignus</i> DC	9. Achía, sonajillo	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl.
10. Coquillo	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq) Standl.	10. Acahual	<i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.
11. Trébol	<i>Trifolium amabile</i> Kunth.	11. Ceredonia	<i>Euphorbia berteroaana</i> Balb.
12. Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.		

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

La superficie muestreada en el sistema II fue de 2.0 hectáreas, por lo tanto se realizaron 4 muestreos; se observó en cada muestreo realizado y en general en todos, el número de arvenses identificados disminuyó, ya que en la primera muestra realizada se encontraron 7 plantas como: cacahuatillo (*Mitracarpus hirtus* L.), ojo de gallo (*Samvitalia procumbens* Lam.) pasto huichapol (*Cenchrus echinatus* L., en este sentido y en menor número se encontraron respectivamente en las demás muestras. En general las arvenses antes mencionadas se repiten, lo cual explica las escasas 8 variedades de plantas encontradas en este sistema donde se aplicó paraquat (Cuadro 5. 16).

En el sistema III (sistema natural donde no se aplicó paraquat por aproximadamente 4 a 5 años), igualmente por tratarse de una superficie de 2.0 hectáreas se realizaron 4 muestreos de los cuales a diferencia del sistema II, en éste se encontraron numerosas y variadas especies de arvenses aunque en su mayor parte predominaron las variedades de pasto. Las plantas arvenses que regularmente se encontraron en cada muestra son: pasto huichapol (*Cenchrus echinatus* L.), pasto cuerdilla, pasto de trigo (*Rhynchelytrum repens* -Willd.- C.E.Hubb.), pasto ancho y polacote (*Tithonia tubiformis* –Jacq- Cass.) (Cuadro 5.17).

### **5.6.1. Disminución o pérdida de arvenses**

La aplicación del método de cuadrantes nos indica que en sistemas donde se aplica paraquat han disminuido algunos tipos de especies de arvenses, ya que en el sistema donde se aplicó paraquat se encontraron 8 variedades que a diferencia del sistema jícama donde se eliminaron las arvenses a través de control manual sin haber aplicado paraquat ni otro herbicida por aproximadamente 4 a 5 años, se encontraron 19 variedades de arvenses y en el sistema natural donde no se aplicó paraquat por aproximadamente 4 a 5 años se encontraron 15 variedades.

Esto también lo asevera el 8% de los productores entrevistados que consideran que sí ha habido disminución o pérdida de arvenses, coinciden en que los arvenses como chicalote (*Argemone Ochroleuca* Sweet.), toloache (*Datura quercifolia* Kunth.) y duraznillo (*Amelanchier denticulata* –Kunth- K. Koch) son los que han disminuido, empezándose a percibir hace 4 años. En este sentido se confirma lo señalado por Gliessman (2002: 5) que la exposición continua de las arvenses a los herbicidas provoca una disminución de la población o la pérdida de especies que existen en el agrosistema. Como bien menciona Sans (2007: 47) la mayor regularidad e intensidad del control químico de arvenses, así como la menor rotación de cultivos, se refleja en comunidades arvenses dominadas por pocas especies. En el cuadro V. 5 del anexo se muestra el número de productores que perciben alguna disminución o pérdida de arvenses; los nombres de las arvenses que afirman los productores han mermado se presentan en el cuadro V. 6 del anexo.

Cuadro 5. 16 Sistema jícama donde se aplicó paraquat. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.

SISTEMA II									
Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4			
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
1. Cacahuatillo	<i>Mitracarpus hirtus</i> L.	1. Pasto ancho, zacaomite		1. Pasto ancho, zacaomite		1. Ceredonia	<i>Euphorbia berteriana</i> Balb.		
2. Ojo de gallo	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	2. Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.	2. Cacahuatillo	<i>Mitracarpus hirtus</i> L.	2. Pasto huichapol	<i>Enchris echinatus</i> L.		
3. Pasto ancho, zacaomite		3. Ojo de gallo	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.						
4. Cacahuatillo	<i>Mitracarpus hirtus</i> L.								
5. Acahual	<i>Simsia amplexicaulis</i> Cav.								
6. Cacahuatillo	<i>Mitracarpus hirtus</i> L.								
7. Pasto Huichapol	<i>Enchris echinatus</i> L.								

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Cuadro 5. 17 Sistema natural donde no se aplicó paraquat por aproximadamente 4 a 5 años. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.

SISTEMA III									
Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4			
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
1. Higuierilla	<i>Ricinus communis</i> L.	1. Polacote	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.	1. Pasto ancho		1. Pasto o zacate de trigo	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.		
2. Pasto huichapol	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	2. Pasto cuerdilla		2. Pasto cuerdilla		2. Hierba de manzanilla	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.		
3. Pasto o zacate de trigo	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	3. Hierba con flor morada	<i>Dalea reclinata</i> (Cav.) Willd.			3. Pasto carrillo	<i>Panicum reptans</i>		
4. Polacote	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.					4. Garbancillo	<i>Trifolium amabile</i> Kunth		
5. Maravilla	<i>Mirabilis jalapa</i> L.					5. Huamuchil			
6. Cabezona	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.								
7. Chipili	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.								
8. Ojo de gallo	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.								
9. Pasto cuerdilla									

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

En este sentido es importante señalar que 42% de los productores afirman que existen arvenses que no afectan el cultivo de jícama, sin embargo, se ven afectadas al aplicar paraquat, pues tienen algún uso que en su mayoría (90%) es para consumo alimenticio. Entre estas arvenses cabe mencionar verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), alache (*Anoda cristata* L.) y quintonil (*Amaranthus hybridus* L.), observándose en promedio hace 5.5 años (Cuadro del anexo V. 7).

### 5.6.2. Resistencia de arvenses

Respecto a la identificación de arvenses que han desarrollado resistencia al herbicida paraquat en el agrosistema jícama, un 50% de los productores entrevistados coinciden en que existen arvenses resistentes al paraquat; se han encontrado entre 1 y 3 plantas resistentes, el 39% de ellos coincide en afirmar que el coquillo (*Cyperus hermaphroditus* –Jacq- Standl.) ha desarrollado resistencia; así mismo el 11.0%, considera también han adquirido resistencia arvenses como: pasto huichapol (*Cenchrus echinatus* L.), quelite cenizo (*Chenopodium nuttaliae*) y mozoquelite (*Bidens odorata* Cav.) (Cuadro 5. 18). El desarrollo de resistencia de las arvenses a los herbicidas es un efecto provocado por la utilización de los mismos herbicidas durante mucho tiempo, lo que trae como consecuencia su tolerancia a ellos (Jarma *et al.*, 2004). Del mismo modo Christoffers (1999) agrega: el desarrollo de resistencia se presenta a través de la presión de selección propiciado por el uso frecuente de uno o más herbicidas con la misma forma de acción o ruta de degradación metabólica.

Así mismo se menciona que estas plantas han desarrollado resistencia desde hace 4 años aproximadamente, por tal motivo el 67% de los productores ha incrementado la dosis de paraquat en 0.82 litros en promedio. La mayoría de ellos señala que incrementó la dosis hace 3 años en promedio, en arvenses resistentes como coquillo (*Cyperus hermaphroditus* -Jacq- Standl.), pasto huichapol (*Cenchrus echinatus* L.), quelite cenizo (*Chenopodium nuttaliae*) y quintonil (*Amaranthus hybridus* L.).

**Cuadro 5. 18 Arvenses resistentes a paraquat en el sistema jícama en La Trinidad Tepango, según opinión de los productores.**

<b>Tipo de arvense</b>	<b>No. de percepciones</b>	<b>%</b>
Pasto huichapol ( <i>Cenchrus echinatus</i> L.)	2	11.0
Malva	1	5.6
Quelite cenizo ( <i>Chenopodium nuttaliae</i> )	2	11.0
Flor de manzanilla ( <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	1	5.6
Coquillo ( <i>Cyperus hermaphroditus</i> –Jacq- Standl.)	7	39
Alache ( <i>Anoda cristata</i> L.)	1	5.6
Quintonil ( <i>Amaranthus hybridus</i> L.)	1	5.6
Mozoquelite ( <i>Bidens odorata</i> Cav.)	2	11.0
Quelite de trigo	1	5.6
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

### 5.6.3. Presencia de nuevas especies

Respecto a la presencia de nuevas arvenses desde que se empezó aplicar paraquat, sólo el 12.5% de los productores entrevistados considera que ha habido nuevas arvenses como coquillo (*Cyperus hermaphroditus*) y ojo de liebre, éstos han surgido desde hace 3 años. En este sentido y en general los efectos secundarios generados en las arvenses por el uso continuo, intensivo e indiscriminado de herbicidas provocan un desequilibrio en los agrosistemas, pues si bien las arvenses interactúan con éste para controlar la erosión, mantener la humedad, incrementar la materia orgánica y nitrógeno en el suelo, así como la preservación de fauna, por tanto un cambio en el agrosistema afecta todos los subsistemas de éste (Altieri, 1998, citado por Silva *et al.*, 2003).

## 5.7. Diversidad de flora en el agrosistema jícama

En el agrosistema jícama existe una gran diversidad de arvenses, donde la interacción entre éstos y otros elementos externos logran su equilibrio, no obstante a veces, bajo determinadas

circunstancias y determinados factores no es así. Sin embargo en los dos agrosistemas jícama y el sistema natural muestreados con el método de cuadrantes, se encontró una amplia variedad de especies arvenses y los usos que le dan a casi todas estas plantas son muy importantes, tienen entre uno y cinco diferentes usos. Aunque en su mayoría tienen beneficios alimenticios, como forraje y medicinales, es primordial destacar determinados usos que son en menor escala perceptibles, tal es el caso de los beneficios ornamentales, rituales, melíferos, domésticos o insecticidas que los proporcionan determinadas arvenses; es cierto que son muchos los beneficios que proporciona la presencia de arvenses en el agrosistema jícama, sin embargo son sólo algunas plantas las más aprovechadas por ellos, como ejemplos están la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), quintonil (*Amaranthus hybridus* L.), alache (*Anoda cristata* L.), acahual (*Simsia amplexicaulis*), mozoquelite (*Bidens odorata* Cav.), azumiate (*Senecio salignus* D.C.) y diente de león (*Taraxacum officinale* G.H.) (Cuadro 5.19). Como se mencionó anteriormente la intensificación de las prácticas agrícolas, principalmente por el uso de herbicidas ha provocado la disminución de especies arvenses, que se traduce en una disminución de diversidad de flora, ya que se simplifica el sistema agrícola y lo que también provoca la disminución de arvenses con fines alimenticios, medicinales, ornamentales, etc. (Vandermeer y Perfecto 1995, citados por Silva *et al.*, 2003).

## **5.8. Efectos del paraquat en la salud de los productores de la localidad**

La mayor parte de los productores (79%) no han percibido algún efecto en su salud desde que empezaron a utilizar paraquat u otro tipo de plaguicida, sólo el 21% afirma lo contrario (Cuadro V. 8 del anexo).

El uso de insecticidas ha sido la principal causa de 60% de intoxicaciones o malestares y el herbicida paraquat ha sido causante de 20% de ellos; los tipos de plaguicidas con el que se padeció el malestar o intoxicación son descritos en el cuadro V. 9 del anexo. El nombre del plaguicida con el cual padecieron alguna intoxicación o malestar son: lannate<sup>®</sup>, gramoxone<sup>®</sup>, foley<sup>®</sup>, curacrón<sup>®</sup> y furadán<sup>®</sup> (Cuadro 5.20)

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS DE LAS PLANTAS ARVENSES
--------------	-------------------	------------------------------

Pasto ancho, Zacaomite		Forraje
Hierba de manzanilla	<i>Galinsoga parviflora</i>	Forraje
Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Forraje, medicinal, melífera y fertilizante orgánico
Polocote	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq) Cass.	Forraje, medicinal, ornamental y ceremonial
Quintonil	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Forraje y alimento
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> G.H.	Forraje, alimento y medicinal
Pasto de trigo		Forraje
Azumiate	<i>Senecio salignus</i> DC	Medicinal, insecticida, melífera y ornamental
Coquillo, tlalisquite	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Forraje y medicinal
Trébol	<i>Trifolium</i>	
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Alimento y medicinal
Alache	<i>Anoda cristata</i> L.	Forraje, alimento, medicinal y ornamental
Escobilla	<i>Sida acuta</i>	Doméstico
Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Medicinal
Lirio acuático	<i>Callisia monandra</i>	Medicinal
Achía, sonajillo	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl.	Forraje, alimento y medicinal
Achual	<i>Simsia amplexicaulis</i>	Forraje, melífera y medicinal
Ceredonia	<i>Euphorbia berteroana</i>	Medicinal
Cacahuatillo	<i>Mitracarpus hirtus</i>	
Ojo de gallo	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Medicinal
Pasto huichapol	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Forraje y medicinal
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.	Medicinal
Pasto o zacate largo	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Forraje
Maravilla	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Medicinal y ornamental
Cabezona	<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.	
Chipili	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	Forraje y alimento
Pasto cuerdilla		Forraje
Hierba con flor morada	<i>Dalea reclinata</i>	Forrajera, ornamental y melífera
Pasto carricillo		Forraje
Garbancillo	<i>Trifolium amabile</i> Kunth	Como forraje y medicinal
Huamuchil		Alimento

**Cuadro 5. 19 Usos de las arvenses en La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

Fuente: Elaboración propia a partir de Rzedowski, 2004 e información de campo.

Los malestares que se presentaron por el uso de paraquat fueron comezón y despellejamiento en la palma de las manos al tener contacto, el 20% de los productores afectados por el paraquat nunca recibió atención médica desde que empezó a presentar efectos secundarios (3 años en promedio). Lo anterior lo confirma Madeley (2002: 12) al señalar que los efectos agudos en la piel son irritación moderada, ulceraciones, despellejamiento, necrosis, dermatitis en las manos y ampollas. En el cuadro V. 10 del anexo se señala información más completa de los malestares que han presentado los productores.

**Cuadro 5. 20 Nombre del plaguicida con los que han padecido malestar e intoxicaciones los productores. La Trinidad Tepango, Atlixco Pue.**

Nombre	Núm. de productores	%
Lannate®	1	4.0
Gramoxone®	1	4.0
Foley®	1	4.0
Curacrón®	1	4.0
Furadán®	1	4.0
Productores que no padecieron malestar o intoxicación	19	80.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Debido a que los efectos en la salud de los productores por el uso de paraquat son a largo plazo, ellos no lo consideran un herbicida dañino; por lo tanto las medidas de atención tomadas en su mayoría son: tomar leche, tomar jugo de limón o no consumir nada (Cuadro 5. 21).

Es indiscutible que muchos productores conocen uno o varios remedios caseros para contrarrestar alguna intoxicación, pero cuando existen altos niveles de intoxicación o sobredosis de remedios caseros, se ven obligados a acudir a clínicas, Centros de Salud u Hospitales ya sea de la localidad o de la Ciudad de Atlixco según las circunstancias.

En el cuadro V. 11 del anexo se presenta el número de productores que han acudido a recibir atención médica y los que no lo han hecho. Es importante mencionar que de los casos de intoxicación confirmados por los productores, ninguno de ellos ha acudido a recibir atención médica en Clínicas o Centros de Salud públicos (Cuadro 5. 22).

**Cuadro 5. 21 Medidas de atención tomadas por los productores durante la ingestión o contacto con el plaguicida. La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

Opción	No. de productores	%
Leche	2	8.0
Jugo de limón	1	4.0
Nada	2	8.0
Productores que no padecieron malestar o intoxicación	19	80
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Se realizaron 6 entrevistas a los responsables de programas de salud, de las cuales la existencia de registros de casos de intoxicación o muerte por el uso y manejo del herbicida paraquat son nulos. En el Centro de Salud de la localidad sólo se tienen registrados 16 casos de intoxicación con plaguicidas desde agosto de 2007 a marzo 2008; los datos de intoxicaciones no son específicas, el responsable del Centro de Salud argumenta que sólo atiende casos de intoxicación leve y no se realiza un historial de caso por ser pacientes que llegan solo una vez y por lo tanto no regresan. Señala los casos más graves de intoxicaciones no los atienden, no cuentan con todos los medicamentos y tratamientos necesarios, es por ello que acuden a clínicas u hospitales de la Ciudad de Atlixco. De la misma forma en consultorios particulares de la localidad señalan no llevar un control de registro, por lo que desconocen cuantos casos de intoxicación han atendido desde años atrás, puntualizan afirmando que es difícil tener un control, pues son muy pocos los casos atendidos y si en los Centros de Salud y Hospitales no cuentan con ello, menos en consultorios pequeños.

Lo mismo sucede en el Centro de Salud, clínicas y hospitales de la Ciudad de Atlixco, no existen registros específicos de casos de intoxicaciones o muertes por plaguicidas, ni mucho menos casos de intoxicaciones por el herbicida paraquat. En los Centros de Salud puntualizan que no pueden tener un control muy específico de los diferentes casos de intoxicación por algún plaguicida, no realizan un historial por que solo acuden una vez y son anotados en las hojas de registro diario, indicando únicamente que se atendió un caso de intoxicación.

Argumentan que sólo tienen este tipo de registros y que cada tres años les recogen expedientes por lo que no cuentan con expedientes de años atrás. En clínicas particulares igualmente se señala que no llevan control de casos de intoxicación o muerte de algún plaguicida, salvo en una clínica que tenían control, pero con datos contradictorios; en las hojas de registro diario donde se anotaba una intoxicación con fertilizantes y en el historial lo registraban con el nombre de un plaguicida. Así mismo cuentan con registro de máximo cinco años atrás, el de años anteriores los van desechando.

Respecto a los tratamientos aplicados o medicamentos suministrados, otras clínicas señalan que solicitan se les lleve el frasco de plaguicida con el que se sufrió la intoxicación y en base a éste llaman a una casa comercial para preguntar que tratamiento aplicar para contrarrestar la intoxicación con base al nombre del plaguicida.

**Cuadro 5. 22 Tipo de atención médica que han recibido los productores (en caso de recibirla). La Trinidad Tepango, Atlixco, Pue.**

Opción	No. de productores	%
Público	0	0
Privada	1	4
No recibió	23	96
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

Lo antes mencionado es un ejemplo claro de que en México existe poca información sobre daños a la salud humana relacionados con el uso de plaguicidas, como lo menciona Albert (2005:8), agregando además que los existentes son superficiales e insuficientes.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Para la realización de este estudio se prosiguió a realizar una metodología, en la cual se consideraron las técnicas más adecuadas para llevar a cabo el logro de cada objetivo planteado en la investigación. La aplicación de la metodología y en general todo el proceso de la investigación, nos permite hacer las siguientes aseveraciones, en relación a los resultados, objetivos e hipótesis planteados.

### **Sobre los resultados:**

Los resultados nos permiten afirmar que existen diversos métodos para el control de arvenses en el cultivo de jícama y éstos han surgido a raíz de los problemas presentados en el agrosistema. El costo económico para su control ha influido de manera crucial en optar por el uso de paraquat y a pesar de que todavía no ha sido autorizado para este cultivo, es uno de los herbicidas elegidos por los productores por ser de menor costo, y por tanto, el más económico de los métodos aplicados, pero a raíz de los efectos secundarios que ha generado su uso continuo, masivo e indiscriminado, han optado por la combinación de este herbicida con el control con mano de obra, combinación con adherentes o con otro herbicida.

El costo económico que resulta de cada una de las formas de control de arvenses, reflejan un sistema jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) poco sustentable económicamente, no obstante en principio el uso de paraquat resulta rentable, a raíz de los efectos secundarios que empieza a generar, propician más dependencia de éste y de otros métodos de control que figuran en altos costos.

La aplicación del método de cuadrantes en las arvenses presentes de cada uno de los tres sistemas muestreados, nos demuestra que ha habido disminución de determinadas especies en el sistema jícama donde se aplicó paraquat; los productores lo confirman al señalar que sí ha habido disminución, lo cual también coincide con los tipos de arvenses encontradas en el muestreo. Igualmente han desarrollado resistencia al herbicida ciertas arvenses y en menor medida han emergido otras en el agrosistema jícama. Estos efectos secundarios que origina el

uso de paraquat en las arvenses, ha propiciado que el agrosistema jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) tampoco sea sustentable ecológicamente.

Lo antes mencionado nos muestra que el sistema está en deterioro y aunque todavía se conservan métodos tradicionales como el control de arvenses en forma manual, el uso de paraquat ha estado en aumento. La gravedad que implica su uso se encuentra en los beneficios que aportan cada una de las arvenses presentes en el agrosistema jícama, el riesgo de desaparecer especies que en su mayoría tienen importantes propiedades alimenticias y medicinales. Sin embargo y a pesar de ello, los productores se encuentran en la disyuntiva de buscar la elección métodos de control de arvenses ajustadas a las limitaciones que pudieren encontrarse y antes que nada consideran su economía como una de las principales, lo cual se ve reflejado en su mayoría, en las formas de manejo inadecuadas para su control.

En este sentido también es importante concretar que los problemas de salud a los que se exponen los productores son graves, pues el exceso de confianza y la falta de capacitación para no usarlo han propiciado que se sigan arriesgando y lo apliquen sin equipo de protección personal adecuado, o lo que es peor, sin ello. Los efectos crónicos que provoca principalmente este herbicida explican la confianza que en gran medida tienen, al no considerarlo peligroso para su salud y comparar los efectos agudos de otros plaguicidas. Por lo anterior es importante mencionar que el uso de paraquat no es recomendable para los productores, si bien, resulta difícil la percepción de los productores respecto a los efectos crónicos que tiene en la salud el herbicida.

Por tanto, los resultados nos permite afirmar que los efectos secundarios económicos, ecológicos y sociales que origina el uso de paraquat propician un sistema de producción de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) poco sustentable para los productores de la localidad de La Trinidad Tepango.

## **Sobre los objetivos e hipótesis:**

Respecto a los objetivos específicos, podemos afirmar que sí se logró el primer objetivo. Se analizaron las distintas formas de manejo de arvenses, el costo total para cada una de ellas considerando en cada una todos los recursos involucrados y finalmente haciéndose una comparación entre éstas.

La aplicación de entrevistas y encuestas a productores, nos permite afirmar que hay determinadas especies que han disminuido en el agrosistema jícamo, esto se confirma con el muestreo de flora que coincide con el número de arvenses y el tipo de especie; asimismo, hay algunas plantas arvenses que han desarrollado resistencia y sólo una que ha emergido como nueva en el agrosistema, por lo tanto también se logró el segundo objetivo específico.

Con la metodología aplicada también se comprobó que existe una diversidad de especies arvenses en el agrosistema jícamo con diferentes usos y aplicaciones para cada una, siendo benéficas para los productores en su mayor parte, ya que tienen usos alimenticios y medicinales, por lo tanto se cumplió el tercer objetivo específico. No obstante el cuarto objetivo no se cumplió en su totalidad por la ausencia de registros sobre casos de enfermedades, intoxicaciones o muerte por uso de paraquat en los Centros de Salud y en las clínicas particulares. La información obtenida fue en gran parte superficial, pues sólo se consiguió información general de registros de casos de intoxicaciones por uso de plaguicidas, con antigüedades de 5 años. La aplicación de las entrevistas y encuestas nos ayudó a identificar que ha habido problemas de salud por su uso, pero la mayoría de los productores les resulta difícil percibirlos por ser un herbicida con efectos crónicos en la salud.

En síntesis, se cumplió el objetivo general respecto a los efectos ecológicos y económicos; se logró un acercamiento a los problemas de salud.

Respecto a la prueba de las hipótesis, en su mayoría sí se probaron, no obstante en la primera hipótesis se plantea que existen diferentes métodos de control de arvenses aplicados por los productores, pues han aparecido nuevas especies y algunas han desarrollado resistencia.

Si bien es cierto existen diferentes métodos de control, pero éstos no han surgido principalmente por el uso continuo, masivo e indiscriminado de paraquat, por tanto los ha llevado a buscar todas estas formas de control de arvenses como alternativa a los efectos secundarios que ha generado y como alternativas por el alto costo que implican otros métodos de control, por tanto, la primera hipótesis resultó válida.

La segunda hipótesis, resultó válida, ya que se prueba que ha habido emergencia de biotipos de arvenses y el desarrollo de resistencia de determinadas arvenses al paraquat: se manifiesta por diversos factores como las propiedades físicoquímicas del paraquat, el uso continuo que conlleva a un mismo modo de acción sobre la planta y por el uso intensivo e indiscriminado del herbicida en el agrosistema.

En este sentido la tercera hipótesis es válida, pues existen diversas especies de arvenses en el cultivo de jícama con importantes propiedades alimenticias y medicinales que se encuentran en riesgo, debido al uso del herbicida que ha provocado la disminución de algunas de ellas.

Finalmente la cuarta hipótesis se ha probado; en general la falta de capacitación sobre el manejo seguro de herbicidas, aunado el desconocimiento de los efectos crónicos en la salud que causa el herbicida, propician la confianza en su aplicación y aunque no se encontraron registros de casos de enfermedades o intoxicaciones, los productores afirman han percibido sólo efectos agudos. Esta hipótesis también resultó válida.

## CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las siguientes recomendaciones, planteadas de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio y considerando los factores ecológicos, económicos y sociales que pudieren intervenir como limitantes en la ejecución de alguna recomendación, además de considerar factores externos a la localidad que igualmente intervinieren en la factibilidad de llevarlas a cabo.

Las diversas formas de control de arvenses en el sistema de producción jícamas (*Pachyrhizus erosus* L.) hacen poco sustentable al agrosistema; existe un uso intensivo, masivo e indiscriminado de insumos externos como paraquat y aunado a esto la no autorización para su uso en el cultivo. Por tal motivo y considerando los principios del enfoque agroecológico, así como las experiencias en su aplicación en otros lugares, se pueden realizar las siguientes acciones en la localidad.

### **Sobre el manejo de arvenses:**

Se plantea que las diversas formas de control de arvenses presentes en la localidad como: control con mano de obra, control con uso de paraquat, la combinación de control con mano de obra y paraquat, control con paraquat mezclado con un adherente y la combinación de paraquat con el herbicida flex<sup>®</sup>, deberían pasar por un proceso de transición dirigidos hacia un manejo integrado de arvenses con un enfoque agroecológico, con la finalidad de hacer sustentable el agrosistema, puesto que los sistemas más sustentables se caracterizan por tener mayor diversidad de arvenses, ya que actúan como base para impedir la erosión en el agrosistema; retienen mayor humedad en suelo lo que implica mayor diversidad de cultivos y menor uso de agua; las arvenses aportan materia orgánica que servirá como nutrientes al suelo, lo que disminuirá el uso de fertilizantes químicos y en general otros beneficios más directos para los productores como: alimento familiar, forraje para alimentar a los animales, melífera, ornamental y ritual y como medicina, pues la mayoría de las arvenses posee diferentes propiedades curativas.

Para que el agrosistema jícama transite hacia la sustentabilidad, nos apoyamos del enfoque agroecológico que considera importante conservar las prácticas tradicionales por ser más favorables al ambiente; analiza holísticamente el entorno y considera importante que haya un equilibrio entre los aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales.

Entre los métodos recomendados se encuentran: realizar rotaciones de cultivos en el agrosistema lo cual facilitaría el control de arvenses al impedir su infestación; realizar asociaciones en el cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) con otros cultivos (policultivos), lo cual impediría la propagación de arvenses en el cultivo y los nutrientes serán aprovechados por los cultivos asociados, además del comensalismo que existirá entre éstos; conservar la permanencia de arvenses en las zanjas del terreno de tal forma que sólo se aplique paja (mulch) entre éstos para impedir la propagación de arvenses; seleccionar la variedad semilla de jícama mejor adaptada al tipo de suelo, ya que germinará rápidamente en comparación con las arvenses; si se tiene la oportunidad de elegir entre qué temporada sembrar optar por la siembra en primavera, pues en verano existe mayor densidad y propagación de arvenses; así mismo el control manual de arvenses y la combinación de los métodos antes señalados.

Incentivar en el uso de estos métodos tradicionales de control de arvenses en la localidad, permitirá lograr un equilibrio en los ciclos ecológicos, de igual forma representará un bajo costo para su control; además asegurará la ausencia de riesgos en la salud de los productores y jornaleros. Por tal motivo es importante rescatar estas prácticas tradicionales y otras que sean favorables a la conservación de los recursos naturales o hacia la disminución de los efectos adversos en la salud.

### **Sobre la concientización:**

Se precisa cambiar o reforzar la percepción de los productores y jornaleros, hacia el uso de insumos externos como el herbicida paraquat, pues en su mayoría consideran que existe un riesgo mínimo o en algunos casos no lo consideran riesgoso su uso, llevándolos a que en ocasiones no tomen la suficiente prudencia en el uso de equipo de protección personal. También es necesario reforzar su conocimiento o informarlos que el uso de este herbicida y

otros pueden dañar a largo plazo sus recursos naturales dentro del agrosistema y en el ambiente repercutiéndoles en su economía. Pues desde su percepción, el paraquat ha sido económicamente rentable, por tanto les es difícil comprender que existen efectos secundarios en su salud o en el agrosistema que a largo plazo el costo resultaría mayor si se continúan con prácticas poco sustentables.

### **Sobre la generación de información:**

Del mismo modo, es importante aumentar la cantidad y calidad de información con respecto a los efectos secundarios que genera el uso de éste y otros herbicidas. Los programas y estrategias que se formulen deben ser efectivos para el logro de los objetivos económicos y sociales que son necesarios actualmente, así mismo la calidad de la información aumentará si las investigaciones se realizan para el contexto nacional, ya que la información se ajustará a la realidad ambiental, económica y social. Se requiere realizar estudios e investigaciones necesarias para generar un sistema de producción sustentable donde no se utilice paraquat y otros agroquímicos.

Aunque no se consideraron en el estudio los siguientes aspectos, por no aplicar de acuerdo a las condiciones de uso del paraquat y a las características; también se recomienda realizar más estudios sobre los efectos del herbicida en el suelo, en el agua y en la salud de la población. La contaminación del agua superficial es un grave problema en lugares donde se riega con esta agua, por lo que resulta muy tóxico para especies acuáticas; no obstante el transporte hacia el agua subterránea es poco probable, pues los suelos de la localidad son arcillo-arenosos por tanto los residuos pueden fijarse bien al suelo, a diferencia de suelos arenosos donde puede moverse fácilmente hacia el subsuelo y contaminar los acuíferos. Sin embargo, el uso continuo y masivo de paraquat puede propiciar la saturación de residuos, pues no son inactivados por completo, por tanto el cultivo los podría adsorber lo que implicaría consecuentes daños en la salud de los consumidores.

## **Sobre la capacitación:**

De igual forma sugerir o recomendar dentro de los programas de capacitación, el manejo integrado de arvenses con un enfoque agroecológico, proporcionar información sobre las ventajas del uso de métodos de control de arvenses con métodos más sustentables; proporcionar información básica para el uso de herbicidas, donde ellos conozcan las consecuencias en sus recursos naturales y en su salud por el mal uso de éstos, pues muchos productores y jornaleros desconocen la existencia de opciones viables. Así mismo proporcionar información sobre los métodos alternativos y las ventajas del uso de éstos, pues para ellos son desconocidos o no son tan evidentes. Finalmente proporcionarles a través de los programas de capacitación información sobre el uso de equipo de protección personal, durante la preparación y aplicación en los cultivos.

## CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFIA

- Albert L. A. 2005. **Panorama de los plaguicidas en México**. Revista toxicológica en línea. Retel.17 p.
- Alemaný C. y Sevilla G. E. 2006. **¿Vuelve la extensión rural?: reflexiones y propuestas agroecológicas vinculadas al retorno y fortalecimiento de la extensión rural en Latinoamérica**. 18 p.
- Altieri, M. y Nicholls C. I. 2000. **Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable**. Primera edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 250 p.
- Azurdia C. 2004. **Sistemas de seguridad convencional en la importación de productos vegetales y animales**. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala. 34p.
- Babbie E. 2000. **Fundamentos de la investigación social**. Internacional Thomson Editores. S.A. de C.V. México, D. F. 473 p.
- Baylina M. 1997. **Metodología cualitativa y estudios de geografía y género**. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona España. pp. 123-138.
- Bericat, E. 1998. **La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social. Significado y medida**. Barcelona: Ariel.
- Bocco G.; Velázquez A. y Torres A. 2000. **Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México**. Revista de Ciencia y Tecnología de América. Interciencia. 2: 64-70.
- Bonilla y F. N.; Silva G. S. E.; Velasco H. y González D. J. 2005. **Metodología de extracción ácida en sistema abierto y cerrado para determinar metales pesados en sedimentos, por espectrofotometría de absorción atómica**. En Tornero C. M. A.; Silva G. S. E.; Pérez, A. R. y Bonilla F. N. Agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable. Publicación especial de la BUAP. pp. 1-20.
- Bruce M. 1999. **La gestión de los recursos y el medio ambiente**. Ediciones Mundi-Prensa. 290 p.
- Becerra M. A. 1998. **Conservación de suelos y desarrollo sustentable, ¿utopía o posibilidad en México?**. Revista TERRA. Núm.16. 174p.
- Bruckmeier K. y Tovey H. 2007. **Dinámicas del conocimiento, identidad territorial y desarrollo rural sustentable en la unión europea**. Revista Opera. 07: 85-106.

- Cáceres, D. 2003. **Agricultura orgánica versus agricultura industrial. Su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria.** Revista agroalimentaria. 16: 29-39.
- CDC. 2003. **Emergencias causadas por agentes químicos. Hoja informativa.** Centro para el control y la prevención de enfermedades CDC. Datos sobre el paraquat. Departamento de salud y servicios humanos. 4 p.
- Ceña D. F. 1994. **Planteamientos económicos del desarrollo rural: perspectiva histórica.** Revista de estudios agro-sociales. 169:12-52.
- CEPAL. 2001. **Revalorar la agricultura y el desarrollo rural para la sustentabilidad.** Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. 85 p.
- CEPIS. 2001. **Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales.** Organización Panamericana de la Salud (OPS), División de Salud y Ambiente Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS). 27 p.
- Cervantes M. R. 2000. **Diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas por plaguicidas.** Proyecto PLAGBOL 2000-2005. La Paz Bolivia. 168 p.
- Christoffers, M. J. 1999. **Genetic aspects of herbicide-resistant weed management.** Weed Technol. 13:647-652.
- CONABIO. 1998. **Red mundial de información sobre biodiversidad, de CONABIO, México.**
- Comisión Nacional de Agua. 2003. **Observatorio meteorológico de la ciudad de Puebla.** (Informes estadísticos).
- Cotero, G. Marco A. 1997. **Resistencia de malezas a herbicidas.** Reunión Regional FAO. Resúmenes de los informes presentados por los países. Jaboticabal, Unesp, Brasil. 20p.
- Delgado H. E. 2002. **Agricultura sostenible e investigación agrícola en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA.** Revista facultad agronómica. 19:219-229.
- Departamento de salud de New Jersey. 1999. **Hoja informativa sobre sustancias peligrosas.** 6 p.
- Espinoza F.; Sorensen M.; Argenti P. y Díaz Y. 1998. **Jícama y nupe: dos leguminosas tuberosas con futuro en Venezuela.** FONAIAP Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- FAO. 1995. **Temas de sostenibilidad en políticas de desarrollo agrícola y rural.** Manual del capacitador. Vol. 1.

- Figueroa P. L. 2003. **Dinámica poblacional de *spoladea recurvalis* (f.) (*lepidoptera:pyralidae*) y sus relaciones tritróficas con variaciones en la densidad poblacional de la peseta, *trianthema portulacastrum* (l.)**. Tesis de maestría. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. 98 p.
- García A. M.; Ramírez A. y Lacasaña M. 2002. **Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores**. Gaceta sanitaria. 3:236-240.
- García D. Riera P.; Brännlund R. y Kriström B. 2005. **Manual de economía ambiental y de los recursos naturales**. Editorial Thomson. 355 p.
- García, E.; Toledo, V. y Martínez, J. 2008. **Apropiación de la naturaleza por una comunidad maya yucateca: un análisis económico ecológico**. Revista Iberoamericana de economía ecológica. Vol. 7. pp. 27-42.
- García T. y Fernández Q. 1991. **Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación**. Ediciones Mundi Prensa. 352 p.
- Giaccio. G. 2007. **La Agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales. Chacra experimental integrada Barrow**. Buenos Aires. Argentina. 22p.
- Gispert C. 2002. **Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería**. 1ra Edición. Editorial OCÉANO/CENTRUM. Barcelona España. 1032 p.
- Gliessman S. R. 2001. **Agroecología: procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible**. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Gliessman S. R. 2002. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. 359 p.
- Gligo V. N. 1986. **Agricultura y medio ambiente en América Latina**. Editorial Universitaria Centroamericana (EDUCA) y Sociedad Interamericana de Planificación (SIAP), Colección AULA. 50 p.
- Gligo V. N. 2006. **Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después**. Serie Medio ambiente y desarrollo CEPAL. Santiago de Chile. 109 p.
- Gómez O. D. 1999. **Evaluación del impacto ambiental**. Editorial Mundi-Prensa. 701 p.
- González M. D.2005. **Curso de autoinstrucción en diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones por plaguicidas**.
- Goni R. y Goin. F. 2006. **Marco conceptual para la definición del desarrollo sustentable**. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. 02:191-198.

- Grajales C. F.; García A. S. M.; Bernal V. M. E. 2005. **Efecto de la aplicación de glifosato en la flora y microflora y microflora asociada a arvenses en el cultivo de café (*Coffea arabica* L) en el municipio de Sta. Rosa de Cabal, Departamento de Risaralba.** Revista ideas ambientales. 2: 1-18.
- Guzmán A.; Burciaga C.; García C. y Bautista M. 2003. **Composición química del tubérculo de jícama durante el desarrollo hasta tiempo de cosecha.** Revista de salud pública y nutrición (RESPYN). Edición especial. Num. 3.
- Gutiérrez R. N. 2005. **El diagnóstico nutrimental de cultivos como herramienta de sustentabilidad.** En Tornero C. M. A.; Silva G. S. E.; Pérez, A. R. y Bonilla F. N. Agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable. Publicación especial de la BUAP. pp.75-88
- Hagen, E. 1962. **On the Theory of Social Change, Homewood (IL): Dorsey Press.**
- Hanan A. M.; Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio P. 2005. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.
- Hanan A.M.; Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio L. 2006. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.
- Hanan A. M.; Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio P. 2007. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.
- INCAP. 2005. Jícama (*pachyrhizus erosus*): ficha de la planta de la semana. **Inforjardín. Patagonia, Argentina.**
- INEGI. 1996. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. **Uso de suelo y vegetación.**
- Isenring R. 2006. **Paraquat. Riesgos inaceptables para la salud de los usuarios.** Red de acción de plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL). Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional de Costa Rica. 93 p.
- Jarma A.; Angulo A.; Jaramillo J. y Hernández J. 2004. **Efecto alelopático de extractos de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) y coquito (*Cyperus rotundus* L.) sobre malezas y cultivos anuales.** Revista de temas agrarios. Vol.9. 2:23-31
- Jiménez D. R. 2002. **Agricultura sostenible para satisfacer el reto medioambiental de la producción agrícola. Aspectos medioambientales de la Agricultura.** 16 p.
- Karam, M. A.; Ramírez, G.; Bustamante, M. L. P. y Galván, J. M. 2004. **Plaguicidas y la salud de la población.** Revista CIENCIA Ergo Sum. 03:246-254.

- Kay, C. Sin año. **Paradigmas del desarrollo rural en América Latina**. Institute of Social Studies, La Haya. 70 p.
- Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parkjer, C. 1996. **Manejo de malezas para países en desarrollo**. Estudio FAO producción y protección vegetal- 120.
- Loomis, J.B. 1993. Integrated public lands management. **Principles and applications to national forests, parks, wildlife refuges, and BLM lands**. Columbia University Press. 105 p.
- López G. J. A.; Martínez N. Carlos.; Moreno M. L.; Navarrete M. P. 1992. **Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Acción de los plaguicidas sobre el hombre y el medio ambiente**. 149 p.
- Madeley J. 2002. **Paraquat. El controvertido herbicida de Syngenta**. Berne Declaration Swedish Society for Nature Conservation Pesticide Action Network UK Pesticide Action Network Asia Pacific Foro Emaús. 30 p.
- Martínez C. R. 2006. **Alternativas para un desarrollo sustentable**. Revista Intercedes. 7:1-16.
- Martínez J.; Carlín F.; Loza J. y Aguirre J. 2006. **Patrones de cultivo en huertos comerciales minifundistas irrigados de Mexquitic, San Luis Potosí, México**. Revista Agrociencia. 10: 257-268.
- Martínez S. R.; Vázquez M. L. L. y Juárez B. F. 2005. **La agricultura, la fotoprotección y el manejo integrado de plagas**. En Aragón G. A.; López O. J. F. y Tapia R. A. M. Manejo agroecológico de sistemas. Publicación BUAP. pp. 39 – 62.
- Masera O.; Astier M. y López S. 2000. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales**. El marco de evaluación del MESMIS. Mundi-Prensa México.
- Méndez G. T.; Rodríguez D. L. y Palacios M. S. 2000. **Impacto del riego con aguas contaminadas, evaluando a través de la presencia de metales pesados en suelos**. Revista Terra. Vol. 18. 4: 277-288.
- Mendiola, U. M.A. 2000. **Visión general sobre las malas hierbas**. En Logroño (eds), Investigación humanística y científica en La Rioja: homenaje a Julio Luis Fernández Sevilla y Mayela Balmaseda Aróspide. España: Instituto de Estudios Riojanos. pp. 381-390.
- Mercado S. E. 2004. **Cultivos no tradicionales y su potencial de exportación como frutos minimamente procesados en México**. Proyecto XI.22 Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. Universidad Autónoma de Querétaro. 38 p.

- Mercado E.; Amador L. y Aquino E. 2006. **Efecto de la relación área / volumen y tratamientos térmicos ligeros en la calidad de jícama minimamente procesada.** I Simposio Ibero-Americano de Vegetales Frescos Cortados, San Pedro Brazil. 7 p.
- Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio P. 2005. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.
- Mostacedo B. y Todd S. F. 2000. **Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.** Proyecto de manejo forestal sostenible (BOLFOR). Sta. Cruz, Bolivia. 87 p.
- Munich G. L. y Ángeles M. E. 2001. **Métodos y Técnicas de Investigación.** Editorial Trillas. México, D.F. 166 p.
- Muñoz G. R. 1983. **Políticas de uso de plaguicidas en México: Los productores.** Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes, A.C., México, D. F. pp. 417-421.
- Natenzon, C. E. y Tito G. 2001. **Medio ambiente y pequeños productores. Conceptos básicos y operativos.** Ministerio de Economía Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Dirección de Desarrollo Agropecuario PROINDER. 84 p.
- N. J. Department of health and senior services. 1999. **Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Paraquat.** 6 p.
- Ocampo F. I. 1994. **Importancia social y económica de la producción hortícola, en un sistema de pequeña irrigación con aguas contaminadas, el caso del canal de Santa Lucia, Atlixco, Puebla.** Tesis de maestría en ciencias, Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. CEICADAR. Colegio de Postgraduados. Puebla. México. 286 p.
- Ocampo F. I. 2004. **Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego, el caso del canal de San Félix, Atlixco, México.** Tesis de Doctorado. Programa de Doctorado en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural sostenible. Universidad de Córdoba, España. 579 p.
- Palacios, E. J. 1982. **Puebla. Su territorio y sus habitantes.** Tomo I. Junta de mejoramiento moral, cívico y material del municipio de Puebla. 2da. Edición. 328 p.
- Perdomo R. F.; Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio P. 2005. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.
- Perdomo R. F.; Mondragón J.; Vibrans H. y Tenorio P. 2007. **Malezas de México.** Fichas informativas digitales.

- Pierre, G. 2005. **¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable.** Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura. 219p.
- Plaza, G. A. y Pedraza, M. 2007. **Recognition and ecological characterization of weeds associated with culture of cape gooseberry.** Revista agronomía colombiana. 2:306-313.
- Porcuna J. L.; Arnau J.; Jiménez A.; Ocon C. y Zacaes V. 2000. **Agroecología, agricultura ecológica y sostenibilidad: un trío de moda?** Servicio de Sanidad Vegetal. Silla. España: Valencia.
- Regidor, J. G. 1987. **Innovación tecnológica en la agricultura y acumulación de capital: un análisis crítico de la revolución verde.** Revista de estudios agro-sociales. 142:7-30.
- Reigart, J. R. y Roberts J. R. 1999. **Reconocimiento y manejo de los envenenamiento por pesticidas.** 5ta. Edición. Certification and Worker Affairs Division Office of Pesticide Programs U.S Environmental Protection Agency. Washington. U. S. A. 252 p.
- Ríos A. 2005. **Resistencia de Malezas a Herbicidas.** Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA, Sociedad Rural de Río Negro. 10 p.
- Rivera P. J. 2004. **Manejo Integrado de arvenses en café con criterios de sostenibilidad.** Universidad Nacional Experimental del Tachira, San Cristóbal, Venezuela. 23p.
- Rodríguez T. E. 2000. **Protección y sanidad vegetal.** En H. Fontana y C. González. (eds.), Maíz en Venezuela. Venezuela: Fundación Polar. pp. 322 - 344.
- Ruiz, R. O. 2006. **Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina.** Revista Interciencia. 2:140-145.
- Rzedowski, J. 2006. **Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.** 1ra. Edición digital. 505 p.
- Sabbatini, M.R.; Irigoyen, J.H. y Vernavá, M.N. 2000. **Estrategias para el manejo integrado de malezas: problemática, resistencia a herbicidas y aportes de la biotecnología.** En V. Echenique, C. Rubinstein y L. Mroginski. (eds.) Biotecnología y Mejoramiento Vegetal Argentina: Consejo Argentino para la información y el Desarrollo de la Biotecnología. pp.343–353.
- Sachs W. 2001. **Recursos.** Diccionario del Desarrollo. Una guía del conocimiento como poder. México: ediciones Galileo, S.A de C.V. pp. 353-371
- SAGARPA.2004. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.** SIAP-SIACAP. Estado de Puebla. Cíclicos y Perennes. Modalidad Riego y Temporal.

- SAGARPA.2005. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola**. SIAP-SIACAP. Estado de Puebla. Cíclicos y Perennes. Modalidad Riego y Temporal.
- SAGARPA.2006. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola**. SIAP-SIACAP. Estado de Puebla. Cíclicos y Perennes. Modalidad Riego y Temporal.
- Salazar G., L. F. 2003. **Manejo integrado de arvenses: práctica más eficiente para prevenir la erosión de los suelos de la región cafetera colombiana**. Revista electrónica de ecoportal.net. Ambiente y sociedad. Núm. 131.
- Sampieri H. R.; Collado F. C. y Baptista L. P. 2006. **Metodología de la investigación**. 4ta. edición. Mc graw hill. 705 p.
- Sans F. X. 2007. **Ecosistemas. Agroecología**. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Núm.1. 1p.
- Seoáñez C. M. 1996. **El gran diccionario del medio ambiente y de la contaminación**. Definiciones en Español con Traducción de los Términos al Francés y al inglés. 2da edición. Edición Mundi-Prensa. 807 p.
- Sevilla G. E. 2000. **Agroecología y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latinoamérica**. 28 p.
- Shiva, V. 2001. **Recursos**. En Galileo (eds). Diccionario del Desarrollo. Una guía del conocimiento como poder. México, S.A de C.V. pp. 353-373.
- Silva A. Marisa; Castro, R. A. E.; Cortés L. J. L.; Ishihara I. M. 2003. **Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México**. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). 70: 65-73.
- Silva G. S. E.; Lara G. J. D.; Pérez A. R. y Toxtle T. J. S. 2005. **Método de cuadrantes para el muestreo de tiraderos a cielo abierto, ubicados entre parcelas agrícolas**. En Aragón G. A.; López O. J. F. y Tapia R. A. M. Manejo agroecológico de sistemas. Publicación BUAP. pp. 139-154.
- Socorro, C. A.; Padrón P. W.; Pretel O. R. y Parets S. E. 2005. **Modelo alternativo para la racionalidad agrícola**. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS). 321 p.
- Srinivasan, P. 2003. **Paraquat. Un colaborador único para la agricultura y el desarrollo sustentable**. Nueva Delhi, India. 80 p.
- Stoorvogel J.; Jaramillo R.; Merino R. y Kosten S. 2003. **Plaguicidas en el medio ambiente**. En Abya-Yala (eds). Los plaguicidas. Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. (pp. 49-70.). Ecuador: Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (UNIAP).

- Tapia. P. N. 2002. **Agroecología y agricultura campesina sostenible en los Andes bolivianos**. El caso de ayllu majasaya-Mujlli, departamento de Cochabamba, Bolivia. 373 p.
- Tecla J. A. 1993. **Teorías, métodos y técnicas en la investigación social**. 14ª. Edición Ampliada. Ediciones Taller Abierto. 210 p.
- Trigo, E. J. 1995. **Agricultura, cambio tecnológico y medio ambiente en América Latina: Una perspectiva para el año 2020**. Instituto Internacional sobre políticas alimentarias. 25 p.
- Tudela, F. 2004. **Los síndromes de sostenibilidad del desarrollo. El caso de México**. Proyecto “Evaluación de la sostenibilidad en América Latina y el Caribe”. 73 p.
- Tyler M. Jr. 2004. **Ciencia ambiental. Preservemos la tierra**. 5ª edición. Cengage Learning Editores. 460 p.
- Valdez, S. B.; García D. E. I.; Cobo R. J. M. y López P. G. 2000. **Impacto de los plaguicidas en la salud de los habitantes del Valle de Mexicali, México**. Revista de ecología latinoamericana. 3:15-21.
- Viñuela, E.y Jacas J. 1993. **Los enemigos naturales de las plagas y los plaguicidas**. Hojas divulgadoras 2/93.MPA Madrid. 24 p.
- W.W.F. 2002. **Biodiversidad. El Estado del medio ambiente y medidas normativas**. World Wildlife Fun. (W.W.F.). pp. 120-149.
- Zinck, J.A.; Berroterán, J.L.; Farshad A.; Moameni A.; Wokabi S. y Van Ransti, E. 2005. **La sustentabilidad agrícola: un análisis jerárquico**. Instituto Nacional de Ecología, México. Gaceta ecológica. 76:53-72.
- Zugasti, Guadarrama. 2007. **Agroecología en el siglo XXI: confrontando nuevos y viejos paradigmas de producción agrícola**. Revista agroecología Brasil. Vol.2. pp. 204-207.
- Zumaquero R. J. L. y Zumaquero P. O. 2005. **Consideraciones económico-ambientales en el manejo agroecológico de sistemas de cultivo**. En Aragón G. A.; López O. J. F. y Tapia R. A. M. Manejo agroecológico de sistemas. Publicación BUAP. pp. 1 - 20.

## ANEXOS

**Cuadro V. 1 Formas de aplicar el herbicida paraquat.**

Tipo de aplicación	No. de productores	%
Sólo	17	71.0
Mezclado con una solución líquida	6	25.0
Mezclado con una solución sólida	1	4.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 2 Momento de aplicación del paraquat.**

Periodo	No. de productores	%
Preemergente	23	96.0
Antes de la siembra de jícama	1	4.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 3. Ubicación del establecimiento donde los productores compran paraquat.**

Opción	No. de productores	%
La misma localidad	1	4.0
Atlixco	11	46.0
Morelos	1	4.0
La misma localidad y en Atlixco	9	38.0
La misma localidad, en Atlixco y en Morelos	1	4.0
Atlixco y en Morelos	1	4.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 4 Tipo de protección personal utilizado por los productores cuando preparan y aplican paraquat.**

Opción	No. de productores	%
Botas	4	16.6
Cubrebocas	2	8.3
Cubrebocas y botas	3	12.5
Botas, gafas y cubrebocas	1	4.2
Cubrebocas, botas y guantes	1	4.2
Cubrebocas, botas y plástico para cubrirse la ropa	1	4.2
Productores que no usan equipo de protección personal	12	50
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 5 Percepción de los productores respecto a la disminución o pérdida de arvenses.**

Opción	No. de productores	%
Si (1)	2	8.0
No (2)	22	92.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 6 Percepción de los productores respecto a la disminución o desaparición de arvenses.**

Tipo de arvense	No. De productores	%
Chicalote, toloache y duraznillo	1	4.0
Chicalote y toloache	1	4.0
Opinan que no	<b>22</b>	<b>92.0</b>
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 7 Arvenses que han sido afectados por el uso de paraquat en el cultivo de jícama, según percepción de los productores.**

Tipo de arvense	No. de productores	%
Verdolaga	10	42.0
Alache	3	12.0
Quintonil	1	4.0
Ninguno	10	42.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 8 Productores que han padecido un malestar o intoxicación, con paraquat u otro plaguicida.**

Opción	No. de productores	%
Si (1)	5	21
No (2)	19	79
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 9 Tipo de plaguicida con el que se padeció el malestar o intoxicación.**

Opción	No. de productores	%
Herbicida	1	4.0
Insecticida	3	12.0
Insecticida y nematicida	1	4.0
Productores que no padecieron malestar o intoxicación	19	80
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 10 Tipo de malestar que han presentado los productores.**

<b>Opción</b>	<b>No. de productores</b>	<b>%</b>
Mareos	2	8.0
Comezón y despellejamiento en la palma de las manos	1	4.0
Nauseas	1	4.0
Vómitos, mareos y nauseas	1	4.0
Productores que no padecieron malestar o intoxicación	19	80.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

**Cuadro V. 11 Productores que recibieron atención médica.**

<b>Opción</b>	<b>No. de productores</b>	<b>%</b>
Si (1)	1	4.0
No (2)	4	17.0
Productores que no padecieron malestar o intoxicación	19	79.0
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

## CUESTIONARIO PARA EL PRODUCTOR

El presente cuestionario tiene el objetivo de recabar información en relación a los herbicidas usados por los productores de jicama en la localidad de la Trinidad Tepango, así mismo se desea conocer qué efectos en la salud se han presentado. La finalidad es recopilar conocimiento y experiencias de los productores y con ello proporcionar información sobre los efectos que han tenido el uso de herbicidas sobre los recursos naturales de la localidad. La información será utilizada única y exclusivamente con fines académicos, por lo que se solicita al productor su autorización para entrevistarlo y obtener la información sobre el tema referido. Agradecemos su apoyo.

### DATOS GENERALES:

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

No. de cuestionario \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Municipio: Atlixco

Localidad: Trinidad Tepango

Nombre del entrevistador \_\_\_\_\_

### CARACTERISTICAS DEL PRODUCTOR ENTREVISTADO:

01. Edad \_\_\_\_\_ Años

02. Sexo (M) (F)

03. Escolaridad (años de estudio) \_\_\_\_\_

04. Sabe leer y escribir (SÍ) (NO)

### I.- APLICACIÓN DEL HERBICIDA “PARAQUAT”

1. Aplica algún herbicida para combatir las malas hierbas en el cultivo de jicama?
  - a) Si
  - b) No
2. Cuál es el nombre del herbicida que utiliza para combatir las malas hierbas en el cultivo de jicama?
  - a) Gramoxone
  - b) Gramonol
  - c) Gramocil

- d) Goldquat
- e) Esgram
- f) Dextrone
- g) Crisquat
- h) Cekuquat
- i) Otro \_\_\_\_\_

3. En qué cantidades (dosis) aplica el herbicida para combatir las mala hierbas? (Dosis: cantidad de herbicida en litros de agua/ha).

---



---

4. Cómo aplica el herbicida y cuál es su nombre?

- a) Solo
- b) Mezclado con una solución líquida de:

Con otro herbicida    Insecticida    Fungicida    Fertilizante foliar    Otro \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- c) Mezclado con un sólido:

Con otro herbicida    Insecticida    Fungicida    Fertilizante foliar    Otro \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

5. En qué momento aplica el herbicida?

- a) Antes de la siembra de jicama
- b) Cuando todavía no nace la planta de jicama
- c) Cuando ya creció la planta de jicama
- d) Otro \_\_\_\_\_

6. En qué periodo lo aplica?

---



---

7. Desde cuando los aplica?

---



---

## II.- PLANTAS QUE CONTROLA

8. Qué tipo de malezas combate el herbicida gramoxone?

- a) Verdolaga
- b) Pasto
- c) Escobilla

d) Otro \_\_\_\_\_

9. Cuando usa el gramoxone para combatir las malezas en los cultivos de jícama, ha notado la disminución o pérdida de malas hierbas?

a) Si

b) No

10. Cuáles malas hierbas han disminuido o desaparecido?

---

---

11. Cuándo tiempo tiene que notó la pérdida de mala(s) hierba(s)?

a) Desde hace 10 años

b) Hace 5 años

c) Hace 3 años

d) Hace 1 año

12. Existen malezas que usted considere que no afectan el cultivo de jícama?

a) Si

b) No

13. Estas malezas se ven afectadas al aplicar el gramoxone?

a) Si

b) No

14. Tienen para usted algún uso las plantas afectadas?

a) Si

b) No

15. Qué uso les ha dado?

---

---

16. Cuáles plantas han sido afectadas?

---

---

17. Cuándo se vieron afectadas estas plantas por el uso del herbicida, desde hace 10 años hasta la presente?

---

---

a) Desde hace 10 años

b) Hace 5 años

c) Hace 3 años

d) Hace 1 año

18. Existen malas hierbas que han desarrollado resistencia a la aplicación del herbicida gramoxone u otro herbicida?
- a) Si
  - b) No
19. Cuáles tipos de plantas son resistentes al herbicida?
- 
- 
20. Cuándo empezó a presentar resistencia este tipo de especie(s) de planta(s), en los últimos 10 años?
- a) Desde hace 10 años
  - b) Hace 5 años
  - c) Hace 3 años
  - d) Hace 1 año
21. Ha incrementado la dosis del herbicida para combatir las malas hierbas?
- a) Si
  - b) No
22. En qué cantidades a incrementado la dosis del herbicida?
- a) La mitad de dosis que antes se aplicaba
  - b) El doble de dosis que antes se aplicaba
  - c) Otro \_\_\_\_\_
23. Cuándo empezó a incrementar la dosis del herbicida, considerando desde hace 10 años hasta ahora?
- a) Desde hace 10 años
  - b) Hace 5 años
  - c) Hace 3 años
  - d) Hace 1 año
24. Cuáles tipos de especies de planta(s) necesitan altas dosis del herbicida?
- 
- 
25. Han surgido nuevas malezas desde que se ha utilizado el herbicida durante el ciclo de cultivo de jicama?
- a) Si
  - b) No
26. Cuáles malas hierbas han surgido?
- 
- 
27. Desde los últimos 10 años, cuándo surgió la maleza?

- a) Desde hace 10 años
- b) Hace 5 años
- c) Hace 3 años
- d) Hace 1 año

### III.- SUMINISTRO DE AGROQUÍMICOS

28. Acude a establecimientos de agroquímicos para comprar el herbicida que utiliza para combatir las malezas en los cultivos de jicama?

- a) Si
- b) No\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

29. En donde se encuentra ubicado el establecimiento comercial?

- a) En la misma localidad
- b) En Atlixco
- c) Puebla
- d) Otro lugar \_\_\_\_\_

30. En qué cantidades compra el herbicida?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

31. Cuál es el precio del herbicida que compra?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

32. Por qué compra ese tipo de herbicida?

- a) Por que es el más barato
- b) Por que ha comprobado que es el más efectivo
- c) Por que fue el que le recomendaron para la el cultivo\_\_¿Quién? \_\_\_\_\_
- d) Otro \_\_\_\_\_

### IV.- CAPACITACIÓN

33. Ha recibido capacitación para el uso del herbicida?

- a) Si
- b) No

34. Si la respuesta es si. Quién le dio la capacitación?
- a) De una casa comercial
  - b) Un técnico de una institución de gobierno.
  - c) Un técnico de una universidad
  - d) Otro \_\_\_\_\_
35. Cuántas veces ha sido capacitado para el uso del herbicida?
- a) Entre 1 y 3
  - b) Entre 4 y 5
  - c) Entre 6 y 7
  - d) Más de 7
  - e) Otro \_\_\_\_\_
36. Cuando empezó a recibir dicha capacitación?
- a) Desde hace un mes
  - b) Hace 1 año
  - c) Hace 2 años
  - d) Desde hace 4 años
  - e) Otro \_\_\_\_\_

#### V.- EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

37. Utiliza protección cuando prepara y aplica el herbicida?
- a) Si
  - b) No
38. Que tipo de protección utiliza cuando prepara y aplica el herbicida?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
39. En caso de no protegerse. Por qué no utiliza protección?
- a) Por exceso de confianza
  - b) Por falta de asesoramiento en el uso de equipo de protección
  - c) Por que no cuenta con el equipo de protección adecuado por falta de recursos.
  - d) Otro \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
40. Qué tiempo lleva utilizando ese tipo de protección?
- a) Hace 1 año
  - b) Hace 2 años
  - c) Desde hace 4 años
  - d) Desde que empezó a utilizar ese tipo de herbicida

e) Otro \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

41. Quién lo asesoró para que se proteja al aplicar el herbicida?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### VI.- EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

42. Ha padecido de algún malestar o intoxicación, al tener contacto con algún herbicida, insecticida, funguicida u otro plaguicida por ingestión, inhalación o absorción?

- a) Si
- b) No

43.Cuál es el tipo de plaguicida con el que padeció algún malestar o intoxicación?

- a) Herbicida
- b) Insecticida
- c) Funguicida
- d) Otro \_\_\_\_\_

44.Cuál es el nombre?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

45. Qué tipo de malestar ha sufrido al tener contacto con el herbicida?

- a) Dolor de estomago
- b) Vomito
- c) Dolor de cabeza
- d) Alergia
- e) Diarrea
- f) Otro \_\_\_\_\_

46. Para qué cultivo usó este plaguicida cuando sufrió el malestar o intoxicación?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

47. En caso de ingestión o contacto al momento qué remedios o medidas de atención ha tomado?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

48. En caso de recibir atención medica, a qué tipo de atención acude?

- a) Publico
- b) Privado

**49.** Cual es el nombre del centro de atención?

- a) Casa de salud
- b) IMSS
- c) ISSSTE
- d) Otro \_\_\_\_\_

**50.** En donde se encuentra ubicado el centro de atención?

---

---

**51.** Qué servicios de atención ha recibido?

---

---

**52.** Cuando padeció el malestar o intoxicación?

- a) Desde hace un mes
- b) Hace 1 año
- c) Hace 2 años
- d) Desde hace 4 años
- e) Otro \_\_\_\_\_

## CUESTIONARIO PARA RESPONSABLES DE PROGRAMA DE SALUD

El presente cuestionario tiene el objetivo de recabar información en relación a los casos de enfermedades, intoxicaciones, etc., registrados en las instituciones de salud, atribuidos al uso de herbicidas, insecticidas, etc., por los productores de jícama en la localidad de la Trinidad Tepango. La finalidad es recopilar información sobre los efectos presentados en la salud por el contacto con plaguicidas. La información será utilizada única y exclusivamente con fines académicos, por lo que se solicita al responsable del programa de salud su autorización para entrevistarlo y obtener la información sobre el tema referido. Agradecemos su apoyo.

### DATOS GENERALES:

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

No. de cuestionario \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Lugar \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistador \_\_\_\_\_

### CARACTERISTICAS DEL RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE SALUD:

1. Edad \_\_\_\_\_ Años

2. Sexo (M) (F)

3. Escolaridad (años de estudio) \_\_\_\_\_

### EFFECTOS EN LA SALUD DEL HUMANO

1. Ha habido casos de enfermedades, intoxicación o muerte por el uso del herbicida gramoxone u otro herbicida, en los últimos 10 años?

f) Si

g) No

2. Cuántos casos de enfermedades, intoxicaciones o muertes se tienen registrados?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Qué tipo de casos se tienen registrados?

a) Enfermedad

b) Intoxicación

c) Muerte

4. Cuántos tipos de enfermedades, intoxicaciones y muerte se tienen registrados

<b>Tipo</b>	<b>No. de casos</b>
a) Enfermedades	_____
b) Intoxicaciones	_____
c) Muertes	_____

5. En qué forma se tuvo contacto con el herbicida gramoxone u otro herbicida?

<b>Tipo</b>	<b>Forma y No. de casos</b>		
	Inhalación	Absorción	Ingestión
a) Enfermedades	_____	_____	_____
b) Intoxicaciones	_____	_____	_____
c) Muertes	_____	_____	_____

6. Por qué se tuvo ese tipo de contacto?

- a) Por no contar con el equipo de protección adecuado
- b) Por accidente
- c) Por exceso de confianza
- d) Por falta de asesoramiento en el uso de equipo de protección
- e) Por desconocimiento de los efectos
- f) Otro

7. Cuántos casos se registraron y en qué año?

<b>Año de registro</b>	<b>Enfermedades</b>	<b>Intoxicaciones</b>	<b>Muertes</b>
	<b>No. de casos</b>	<b>No. de casos</b>	<b>No. de casos</b>
2007	_____	_____	_____
2006	_____	_____	_____
2005	_____	_____	_____
2004	_____	_____	_____
2003	_____	_____	_____
2002	_____	_____	_____
2001	_____	_____	_____
2000	_____	_____	_____
1999	_____	_____	_____
1998	_____	_____	_____
1997	_____	_____	_____

8. Ha habido casos de enfermedades, intoxicación o muerte por el uso de otros tipos de plaguicidas como: insecticidas, funguicidas, etc.?

- a) Si
- b) No

9. Cual(es) es el tipo(s) de plaguicida(s) que ha causado dicha enfermedad, intoxicación o muerte?

- a) Insecticida
- b) Funguicida
- c) Otro \_\_\_\_\_

10. Cual es su nombre?

**Nombre**

- a) Insecticida \_\_\_\_\_
- b) Funguicida \_\_\_\_\_
- c) Otro \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11. Cuántos casos de enfermedades, intoxicaciones o muertes se tienen registrados?

---

---

12. Qué tipo de casos se tienen registrados?

- a) Enfermedad
- b) Intoxicación
- c) Muerte

13. Cuántos tipos de enfermedades, intoxicaciones y muertes se tienen registrados?

**Tipo**

**No. de casos**

- a) Enfermedades \_\_\_\_\_
- b) Intoxicaciones \_\_\_\_\_
- c) Muertes \_\_\_\_\_

14. En qué forma y cuantos casos se tienen registrados, por contacto con el insecticida, funguicida u otro plaguicida?

**Tipo**

**Forma y No. de casos**

Inhalación Absorción Ingestión

- a) Enfermedades \_\_\_\_\_
- b) Intoxicaciones \_\_\_\_\_
- c) Muertes \_\_\_\_\_

15. Por qué se tuvo ese tipo de contacto?

- a) Por no contar con el equipo de protección adecuado
- b) Por accidente
- c) Por exceso de confianza
- d) Por falta de asesoramiento en el uso de equipo de protección
- e) Por desconocimiento de los efectos

f) Otro

16. Cuántos caso se registraron y en qué año?

<b>Año de registro</b>	<b>Enfermedades</b>	<b>Intoxicaciones</b>	<b>Muertes</b>
	<b>No. de casos</b>	<b>No. de casos</b>	<b>No. de casos</b>
2007	_____	_____	_____
2006	_____	_____	_____
2005	_____	_____	_____
2004	_____	_____	_____
2003	_____	_____	_____
2002	_____	_____	_____
2001	_____	_____	_____
2000	_____	_____	_____
1999	_____	_____	_____
1998	_____	_____	_____
1997	_____	_____	_____