



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRICOLAS

**CAMPUS PUEBLA**

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**SITUACIÓN SOCIO ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LOS  
PRODUCTORES DE ACATZINGO PUEBLA POR EL DERRAME  
DE HIDROCARBURO EN SUS SUELOS AGRÍCOLAS**

**FRANKLIN RIVERA PINEDA**

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**DOCTOR EN CIENCIAS**

PUEBLA, PUEBLA

2011



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

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

CAMPUE-43-2-03

### CAMPUS PUEBLA

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Franklin Rivera Pineda** alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Benito Ramírez Valverde** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **SITUACIÓN SOCIO ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LOS PRODUCTORES DE ACATZINGO PUEBLA POR EL DERRAME DE HIDROCARBURO EN SUS SUELOS AGRÍCOLAS** de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla 29 de noviembre de 2011.

**Franklin Rivera Pineda**

Nombre y Firma

**Dr. Benito Ramírez Valverde**

Vo. Bo. Profesor Consejero o Director de Tesis

Nombre y Firma

La presente tesis titulada: **Situación socio económica y ambiental de los productores de Acatzingo puebla por el derrame de hidrocarburo en sus suelos agrícolas**, realizada por el alumno: **Franklin Rivera Pineda**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

  
DR. BENITO RAMÍREZ VALVERDE

ASESOR:

  
DR. JOSÉ PEDRO JUÁREZ SÁNCHEZ

ASESOR:

  
DRA. BEATRÍZ PÉREZ ARMENDÁRIZ

ASESOR:

  
DR. NESTOR GABRIEL ESTRELLA CHULIM

ASESOR:

  
DR. FRANCISCO ESCOBEDO CASTILLO

ASESOR:

  
DR. GUSTAVO RAMÍREZ VALVERDE

Puebla, Pue., Diciembre de 2011

## RESUMEN GENERAL

En el presente estudio se aborda el siniestro ocurrido en el municipio de Acatzingo, Puebla en enero del año 2002. El derrame afectó aproximadamente 50 ha de cultivo, con efectos socioambientales, económicos y de producción en familias campesinas del municipio. Para conocer su impacto ocho años después, se encuestaron 159 productores con características socioeconómicas y productivas similares, 80 con terrenos afectados por el siniestro y 79 no afectados directamente, con el propósito de comparar respuestas en el tiempo. El promedio de hectáreas para cultivo por productor es de 1.7 ha con una media de 0.5 a 0.9 ha que les fueron contaminadas.

El estudio mostró que 46.3% de los productores afectados opinó que los suelos aún están contaminados pero un 74% de los no afectados consideró que los suelos no están contaminados. La totalidad de los productores afectados opinó que la contaminación de los suelos ocasionó una disminución de su producción y de sus ingresos, afectando sus condiciones de vida.

Producto al derrame se desencadenaron procesos productivos irregulares, impacto en la salud, economía y en la organización familiar.

En el año 2002 y 2010 91.1% de los productores respondieron que hubieron efectos negativos sobre los árboles y animales de la zona, muchos de ellos se perdieron, así mismo en la salud humana, un 90% en ambos años planteó que padecieron enfermedades atribuibles al derrame generado en sus suelos de cultivo.

Con respecto a la indemnización económica, los campesinos afirmaron que el dinero pagado no sustituyó los beneficios que la tierra le dejaría en 8 años que ha durado el problema por el siniestro.

**Palabras clave:** Contaminación de suelos agrícolas, cultivo, campesino, derrame de hidrocarburos, desastre natural, impacto ambiental, ingresos, producción, salud

## GENERAL ABSTRAC

In the present study addresses the casualty in the municipality of Acatzingo, Puebla in January 2002. The spill affected approximately 50 ha of crops, social and environmental effects, economic and production in farm families in the municipality. To understand its impact eight years later, 159 farmers were surveyed with similar socioeconomic characteristics and production, 80 with land affected by the accident and 79 were not directly affected, in order to compare responses over time. The average crop hectares per farmer is 1.7 ha with an average of 0.5 to 0.9 ha that were contaminated.

The study showed that 46.3% of producers said they affected soils are still contaminated, but 74% of the unaffected soils considered uncontaminated. All the producers concerned felt that the soil contamination caused a decline in production and income, affecting their lives. Product spill broke irregular production processes, impact on health, economy and family organization.

In 2002 and 2010 91.1% of producers said they had negative effects on trees and animals of the area, many of them were lost, likewise on human health, 90% in both years stated that they suffered diseases attributable to spill generated in agricultural soils.

With regard to financial compensation, the farmers said that the money paid not replace the benefits that would land him in 8 years that has lasted the problem by the incident.

**Keywords:** Contamination of agricultural soils, farming, farmer, oil spill, natural disaster, environmental impact, income, production, health

## DEDICATORIA

- ✓ **Dios padre**, por la sabiduría y la fortaleza que prestaste a mi vida para alcanzar metas.
- ✓ Por la decisión, fortaleza, amor, fidelidad y ánimo que siempre han mostrado mi amada esposa **Doris Tijerino Ortega** y mis dos amados hijos **Kevin Frankdor Rivera Tijerino** y **Ashley Celeste Rivera Tijerino**.
- ✓ Mi amada **Nicaragua** mi corazón, eterna de mi ser, **Matagalpa** mi cuna mi niñez, mi razón, **Cuba** mis entrañas, **México**, el vivir y el amor, raza y cultura que las amo.
- ✓ A mi padre **Raúl Rivera** (q.e.p.d), formador e impulsor de mis logros desde niño.
- ✓ A mi madre **Alba Pineda de Rivera**, Abnegada, luchadora, madre por siempre, amada mamá para ti.
- ✓ A mi suegra **María Teresa Ortega**, como una madre por su amor, cariño y apoyo incondicional a nuestra familia.
- ✓ A mi suegro **Francisco Tijerino**, por su alegría y deseos de vernos triunfar.
- ✓ A mi cuñado **Byron Tijerino Ortega**, por su amistad, aprecio y apoyo.
- ✓ Hermanos **Rivera Pineda**, razón de ser de la familia.
- ✓ A mi amigo de por vida, Erick Escorcía Morrás y Familia.

## AGRADECIMIENTO

Las familias, personas y equipos de trabajo que menciono forman parte de mi aprecio personal con quienes he compartido estos tres años de maravillosa experiencia académica y social, gracias a todos por su apoyo, consideraciones y amistad que brindaron.

- ✓ A la Secretaría de Relaciones Exteriores (SER) del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos por el financiamiento otorgado para mis estudios doctorales.
- ✓ Lic. Levis Manuel Cortes Rosales y Fam.
- ✓ Sr. Fidencio Sánchez y Fam.
- ✓ Sr. Luis Nava y Fam.
- ✓ Sr. Israel Marchand y Fam.
- ✓ Sr. Marcelino Ayometzi y Fam.
- ✓ Sr. Aurelio y Sra. Alicia Peña Ch.
- ✓ MSc. Néstor Martínez Carrasco
- ✓ A todos los productores de la comunidad de Actipan de Morelos en Acatzingo y del municipio de Huixcolotla.
- ✓ Al señor Pedro Alcántara, por su decidido y abnegado apoyo brindado durante la colecta de la información con productores de Acatzingo.
- ✓ Al consejo particular quien me apoyó en todo momento para la elaboración de dicho trabajo.
- ✓ Al Dr. Benito Ramírez Valverde y al Dr. Pedro José Juárez Sánchez, amigos y colaboradores directos con el trabajo que se presenta.
- ✓ Al Dr. Antonio Macías y Dr. Engelberto Sandoval por su apoyo en la revisión del presente trabajo.
- ✓ A todos los Docentes del colegio de Postgraduados que tuvieron que ver con mi formación en estos tres años de estudio.
- ✓ A todo el personal administrativo, de educación y de intendencia del COLPOS.
- ✓ A todos mis amigos, compañeros de clase del Postgraduados.

A todos aquellos que olvido mencionar pero que están dentro de mi ser, y de mi aprecio.

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| <i>I-INTRODUCCIÓN GENERAL</i> .....  | 1  |
| <i>II- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</i> .....                                       | 11 |
| 2.1 Justificación .....  | 11 |
| 2.2 Planteamiento del problema de investigación.....                             | 12 |
| 2.3 Problema general.....  | 15 |
| 2.3.1 Problemas específicos.....   | 15 |
| <i>III- OJETIVOS</i> .....   | 15 |
| 3.1 Objetivo General .....   | 15 |
| 3.2 Específicos.....   | 15 |
| <i>IV- HIPÓTESIS</i> .....   | 16 |
| 4.2- Hipótesis específicas .....   | 16 |
| <i>V- METODOLOGÍA</i> .....  | 16 |
| 5.1- Revisión bibliográfica .....  | 16 |
| 5.2- Modelo metodológico de estudio.....   | 17 |
| 5.3- Tamaño de muestra .....   | 19 |
| 5.4 Diseño de investigación .....  | 20 |
| 5.5 Estrategia de trabajo: .....   | 20 |
| <i>VI. OBJETO DE ESTUDIO</i> .....   | 22 |
| 6.1 La región.....   | 22 |
| 6.2- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA.....                                    | 24 |
| 6.3 Caracterización.....   | 24 |
| 6.4. Bibliografía .....  | 27 |
| <i>CAPITULO I</i> .....  | 32 |
| <i>IMPACTO ECONÓMICO POR SINIESTROS CON ÉNFASIS EN LA AGRICULTURA MEXICANA..</i> | 32 |
| 1.1 Introducción .....   | 32 |
| 1.2 Metodología .....  | 36 |
| 1.3 Pobreza y siniestros en el medio rural mexicano .....                        | 37 |
| 1.4 Siniestros y su impacto en la agricultura mexicana .....                     | 40 |
| 1.5 Conclusiones .....   | 53 |
| 1.6 Bibliografía .....   | 54 |



|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPITULO II</b> .....  | <b>59</b>  |
| <b>CONTAMINACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS POR HIDROCARBUROS: OPINIÓN DE LA POBLACIÓN ANTE EL SINIESTRO EN ACATZINGO PUEBLA</b> ..... | <b>59</b>  |
| <b>RESUMEN</b> .....  | <b>59</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>60</b>  |
| <b>2.1 INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>60</b>  |
| <b>2.2 DERRAMES DE HIDROCARBUROS Y EFECTOS AMBIENTALES</b> .....  | <b>62</b>  |
| <b>2.3 EL SINIESTRO EN ACATZINGO PUEBLA</b> .....   | <b>64</b>  |
| <b>2.4 MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | <b>66</b>  |
| <b>2.5 OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL DERRAME DE HIDROCARBUROS EN ACATZINGO PUEBLA.</b> .....                              | <b>67</b>  |
| <b>2.6 CONCLUSIONES</b> .....   | <b>78</b>  |
| <b>2.7 LITERATURA CITADA</b> .....  | <b>79</b>  |
| <b>CAPITULO III</b> .....   | <b>83</b>  |
| <b>EL IMPACTO DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS EN LA SOCIEDAD RURAL: UNA HISTORIA QUE CONTAR</b> .....                              | <b>83</b>  |
| <b>RESUMEN</b> .....  | <b>83</b>  |
| <b>ABSTRAC</b> .....  | <b>84</b>  |
| <b>3.1 INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>85</b>  |
| <b>3.2 La agricultura y los efectos por derrames de hidrocarburos</b> .....   | <b>86</b>  |
| <b>3.3 Ubicación de la región de estudio y características de la zona siniestrada</b> .....                                     | <b>87</b>  |
| <b>3.4 METODOLOGÍA</b> .....  | <b>89</b>  |
| <b>3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....   | <b>89</b>  |
| <b>3.6 CONCLUSIONES</b> .....   | <b>96</b>  |
| <b>3.7 BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | <b>98</b>  |
| <b>CAPITULO IV</b> .....  | <b>101</b> |
| <b>IMPLICACIONES EN LA AGRICULTURA POR EL DERRAME DE HIDROCARBURO EN ACATZINGO, MÉXICO.</b> .....                               | <b>101</b> |
| <b>RESUMEN</b> .....  | <b>101</b> |
| <b>ABSTRAC</b> .....  | <b>102</b> |
| <b>4.1 INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>102</b> |
| <b>4.2 La agricultura y los efectos por derrames de hidrocarburos</b> .....   | <b>103</b> |
| <b>4.3 METODOLOGÍA</b> .....  | <b>106</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>     | <b>109</b> |
| <b>4.5 CONCLUSIONES .....</b>               | <b>114</b> |
| <b>4.6 BIBLIOGRAFÍA .....</b>               | <b>115</b> |
| <b>VII. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>     | <b>117</b> |
| <b>VIII. RECOMENDACIONES GENERALES.....</b> | <b>120</b> |
| <b>IX. BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....</b>        | <b>122</b> |

*INDICE DE TABLAS*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro 1. Variables por conceptos consideradas en el estudio.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>Cuadro 1. Estimaciones de la incidencia de la pobreza nacional en principales estados de México, 2005.....</b>                         | <b>38</b> |
| <b>Cuadro 2. Riesgos por siniestros en México y sus efectos en las poblaciones .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>Cuadro 3. Daños económicos por siniestros naturales en México 1980-2005, Impacto en el PIB.....</b>                                    | <b>42</b> |
| <b>Cuadro 4. Estados de la república mexicana con mayor afectación por sequía en el período 2009/2010.....</b>                            | <b>44</b> |
| <b>Cuadro 5. Afectaciones por granizada en México año 2008.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Cuadro 6. Afectaciones por Heladas en México período 2009/2010 .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>Cuadro 7. Emergencias ambientales reportadas por PROFEPA 1996-2002.....</b>  | <b>49</b> |
| <b>Cuadro 8. Incendios ocurridos en diversos Estados de la República Mexicana, 1988.....</b>  | <b>49</b> |
| <b>Cuadro 9. Daños a la población por explosiones reportadas a PROFEPA, 1998-2002 .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>CUADRO I. CONDICIONES DE VIDA DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS.</b>  | <b>67</b> |
| <b>CUADRO II. OBTENCIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS POR LA AGRICULTURA DESDE LA VISIÓN DE LOS PRODUCTORES.....</b>                           | <b>69</b> |
| <b>CUADRO III. OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS DE LA AFECTACIÓN POR EL DERRAME AL MEDIO AMBIENTE .....</b>                       | <b>70</b> |
| <b>CUADRO IV. NIVEL ACTUAL DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR HIDROCARBUROS DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS.....</b> | <b>74</b> |
| <b>CUADRO V. CALIDAD DE LOS TRABAJOS DE REMEDIACIÓN POR LAS COMPAÑÍAS DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS.....</b>   | <b>75</b> |

**CUADRO VI. PADECIMIENTO DE ALGUNA ENFERMEDAD EN LAS FAMILIAS  
CAMPEÑINAS COMO CONSECUENCIA DEL DERRAME DE HIDROCARBURO EN  
SUELO DE ACUERDO CON LA OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS ..... 76**

**Tabla 1. Efectos que provocó el derrame de hidrocarburo de acuerdo con la opinión de los  
productores afectados en 2002 y 2010 ..... 92**

**Cuadro 1. Opinión de los productores de los efectos del derrame en sus terrenos en los años  
2002 y 2010 ..... 110**

**Cuadro 2. Cambios en los factores de producción agrícola..... 113**

**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1. Estudio de casos y controles..... 20**

**(Figura. 2) LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA..... 24**

**(Figura. 3) LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA..... 66**

**Figura. 4 Localización de la zona siniestrada por hidrocarburo en Acatzingo ..... 88**

**Figura 1. Localización de la zona siniestrada por derrame de hidrocarburos en Acatzingo  
Puebla..... 107**

## I-INTRODUCCIÓN GENERAL

La ecología<sup>1</sup> es una ciencia que tiene por objeto el estudio de los seres vivos y su relación con los elementos y factores del ambiente donde viven. Esta ciencia analiza la estructura, organización y funcionamiento de la naturaleza, considerando a todos los seres vivos y las interrelaciones dinámicas. La ecología explica de qué manera los elementos vivos interactúan con su ambiente y entre ellos mismos, y a la vez cómo los sistemas ecológicos terrestres y acuáticos mantienen la integridad y equilibrio de la biosfera, utiliza modelos para explicar el funcionamiento y comportamiento de los fenómenos naturales del mundo real (Skinfill, 2003: 55).

Estas interrelaciones de la naturaleza se ven afectadas por las actividades humanas, las cuales son cada vez más intensas en los países desarrollados, debido a que demandan crecientes volúmenes de energía y ocasionan graves problemas de contaminación. Esta demanda de energía, a pesar de los avances conseguidos, sigue aún muy centrado en las energías no renovables, es decir, los combustibles fósiles. Las consecuencias ambientales son evidentes y se pueden anotar algunas agresiones de gran trascendencia, como el aumento general de las temperaturas, degradación de suelos de cultivo y las precipitaciones acidas. (Fernández, 1998: 45).

El termino contaminación se considera como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra y el agua, a causa de agentes contaminantes de tipo natural y entrópico. De acuerdo con Larrain *et al.* (2002: 23) durante las últimas tres décadas producto de siniestros antrópicos y naturales hubo más de 2 millones de personas muertas y más de 5 mil millones de personas afectadas en el mundo. Esto significa que múltiples personas fueron afectadas varias veces, lo que aumenta su vulnerabilidad y les impide recuperarse (Dorn y Salanitro, 2000: 419).

Un desastre de grandes proporciones ocurre casi diariamente en el mundo y requiere apoyo internacional para las poblaciones afectadas, desafortunadamente, las amenazas fundadas en los desastres probablemente serán peores en el futuro, el incremento de la densidad de las

---

<sup>1</sup>Hay que insistir en que la vida humana se desarrolla en estrecha relación con la naturaleza y que su funcionamiento nos afecta totalmente. Es un error considerar que nuestros avances tecnológicos: coches, grandes casas, industria, etc. nos permiten vivir al margen del resto de la biosfera y el estudio de los ecosistemas, de su estructura y de su funcionamiento, nos demuestra la profundidad de estas relaciones.

poblaciones principalmente en terrenos productivos, en áreas vulnerables y cerca de fallas geológicas, el desarrollo y el transporte de miles de materiales tóxicos y peligrosos; el aumento de la pobreza, la explotación de suelos agrícolas con prácticas no muy amigables con el ambiente y la rápida industrialización de muchos países (factores que incrementan la vulnerabilidad y el riesgo), sugieren la probabilidad de que los futuros desastres tengan un mayor potencial destructivo, por lo cual se espera que sin ser “genotípicamente diferentes” tendrán un mayor impacto social principalmente en términos de víctimas y millones de damnificados (Navarro, 2009: 3).

Se ha observado una tendencia al aumento de desastres naturales provocados por el hombre, con mayor potencial de daño geofísico, ambiental, material o humano. Tales desastres se están presentando con mayor frecuencia y mayor potencial de destrucción en ciudades ubicadas en países con menor grado de desarrollo. Puesto que una proporción significativa de la población de estos países está conformada por los estratos sociales más pobres, principalmente en las zonas rurales y poblaciones agrícolas, donde el impacto físico provocado por una calamidad natural o humana los hace aún más vulnerables (Dettmer, 2006: 4).

De acuerdo con Macías y Padilla (1993: 71) asume que la mayoría de desastres por fenómenos conectados a variables climáticas, pueden ser potenciados por acciones humanas, por ejemplo, por procesos de deforestación y consecuentes avenidas torrenciales e inundaciones, deslizamientos durante periodos lluviosos preparados por indebidos usos urbanos y rurales de las laderas, incendios forestales inducidos por prácticas agrícolas de tala y quema durante periodos de sequía.

En México, los desastres naturales han ocasionado en las últimas dos décadas pérdidas por más de 50 mil millones de dólares en daños, con un impacto directo en la parte agrícola y con efectos en poblaciones pobres y marginadas (Navarro, 2009: 3; Anderson, 1989: 15).

Se puede decir que los desastres en el país son frecuentes, y en los últimos 20 años han provocado pérdidas por más de 50 mil millones de dólares con mayor impacto en el aspecto ambiental y agrícola (Navarro, 2009). La tendencia de los desastres naturales provocados por el hombre, principalmente en las zonas rurales, tiene mayor efecto en las poblaciones dedicadas a la agricultura (Dettmer, 2006). A esto lo acompaña el rezago socioeconómico que presentan las

poblaciones rurales agrícolas, donde destaca la pobreza alimentaria y marginación (Piñeiro, 2001).

La mayoría de los agentes perturbadores inducidos o provocados por la acción humana o fenómenos antropogénicos, como también se les conoce, tiene un origen químico, destacándose los incendios y las explosiones. Son resultado de las actividades sociales, productivas y del avance tecnológico que conlleva el uso de compuestos y agentes químicos inflamables, explosivos o contaminantes. Entre este tipo de desastres han sido los incendios forestales los que han causado mayores daños humanos y materiales, sin descartar los saldos dramáticos de explosiones y otros accidentes de orden químico.

De acuerdo con Solano<sup>2</sup>, México es uno de los países con mayor biodiversidad de ecosistemas costeros del mundo, con poco más de 600 cuerpos de agua, pero enfrenta un proceso de deterioro y contaminación de lagunas costeras, esteros, estuarios, deltas, ríos, bahías y ensenadas, los cuales cumplen una función "vital" para el equilibrio ecológico y ambiental de la región.

En ese sentido México con una producción de petróleo de aproximadamente 3 millones de barriles diarios (Ayllon *et al.*, 1994: 299) tiene riesgos latentes de eventos antrópicos. Los ya sucedidos han desencadenado impactos negativos en el sector rural, fundamentalmente en zonas ocupadas por estratos indígenas y familias de escasos recursos. Las reservas probadas, en México ascendieron al primero de enero del 2000, a 58 mil 204 millones de barriles de petróleo crudo, por lo que la relación reserva producción es superior a los 40 años<sup>3</sup>.

En alusión a esto, Llanos y Romero<sup>4</sup>, plantean que la contaminación por hidrocarburos, y la sobreexplotación de los recursos naturales, son factores de deterioro que afectan la biodiversidad;

---

<sup>2</sup>Solano. P. L. (2009). **Notimex** / Publicado. [www.lajornada.com.mx](http://www.lajornada.com.mx), <http://www.jornada.unam.mx/2006/01/26/index.php?section=sociedad&article=047n1soc>

<sup>3</sup>PEMEX. **Petróleos de México**. (2000). Boletines de Prensa. Pemex. Boletín No. 75. México.

<sup>4</sup>Llanos. E. Romero. G. (2007). **Notimex / La Jornada** <http://www.jornada.unam.mx/2007/06/06/index.php?section=capital&article=041n2cap>.

donde existe una enorme variedad de vida silvestre como: bosques de manglar, hábitats indispensables para reptiles y mamíferos, migración de aves provenientes de Canadá y Estados Unidos.

Actualmente en el Golfo de México, en Veracruz y Tabasco (las zonas petroleras más importantes del país), han ocurrido un sinnúmero de siniestros. Como resultado de esto se está acabando con la diversidad animal y vegetal propia de estas regiones, a pesar de los trabajos ambientales que muchas organizaciones realizan en pro del ecosistema. Sin embargo, PEMEX continúa con tecnologías obsoletas y modelos de control ambiental que no le permiten proteger la diversidad biológica con las que se cuenta. (SEMARNAT 2005: 20). Además del mal manejo de las actividades de la industria petrolera, lo que ocasiona la contaminación de suelos y acuíferos, como un problema mundial (Saval, 1995: 18).

Otra afectación muy importante en el suelo debido a eventos, es en los procesos bioquímicos y ecológicos propios del suelo se desestabilizan por la acción de los hidrocarburos, ya que sus efectos tóxicos afectan a casi todas las especies del ecosistema edáfico en mayor o menor grado, de forma directa o indirecta (Madigan *et al.*, 1998: 155).

Las afectaciones en el suelo van desde la exploración de pozos petroleros, la explotación de los mismos, hasta la ocurrencia de siniestros, los cuales pueden suceder en cualquier parte del ecosistema terrestre o acuático, que dan por resultado un gran daño ecológico, causando la muerte de miles de animales y vegetales silvestres. Una afectación importante sucede cuando estos siniestros dañan suelos agrícolas provocando un daño económico y social debido a la inutilización de estos suelos para la producción de cultivos o ganadería (Infante, 1998: 151). Además, la contaminación del suelo por hidrocarburos resulta ser muy compleja para la restauración debido a que la composición química de los hidrocarburos es muy variable, en la naturaleza, normalmente se encuentran como mezclas de diferentes especies moleculares, que en mayor o menor grado afectan la flora, fauna y microorganismos del suelo (Madrigal *et al.*, 1998: 126) provocando, en algunos casos la destrucción de los ecosistemas edáficos (Infante, 1998: 151).

Uno de los aspectos que se ven afectados por la presencia de los hidrocarburos es la fertilidad de los suelos. La presencia de los hidrocarburos en suelos arcillosos (fértil) provoca la obstrucción

de los poros del suelo, disminuyendo los fenómenos de transporte de nutrientes, tales como el agua y el aire (Pérez *et al.*, 2005). Estos procesos son factores muy importantes para el crecimiento de las plantas, y por lo tanto para la existencia y sobrevivencia de los animales, que se alimentan de éstas (Infante, 1998: 151).

En México y otros países, algunos suelos agrícolas muestran alteraciones en sus propiedades físicas y químicas y biológicas causadas por las actividades de la industria petrolera (Anderson *et al.*, 1993: 2630), (Bregnar *et al.*, 1996: 299; Saval, 1997: 18).

En México existen extensas áreas contaminadas con hidrocarburos del petróleo debido principalmente a derrames, así como a las actividades propias de la industria petrolera. Este tipo de compuestos, se acumulan en ecosistemas marinos y en suelos, siendo responsables de su deterioro. Algunos suelos contaminados, principalmente en el sureste de México, contienen concentraciones de hidrocarburos hasta de 450,000 mg/kg (Gallegos *et al.*, 2000: 377).

Para el caso de los desastres antrópicos, hay una tendencia al aumento de éstos, con daños socioambiental (Dettmer, 2006: 4). La presencia de contaminantes en el suelo agrícola puede traducirse en un daño en su fertilidad que provocan situaciones anómalas en el funcionamiento de ese ecosistema (Figueras *et al.*, 2008: 92) también puede tener afectaciones en aguas superficiales y subterráneas. Además la presencia de contaminantes por sobre ciertos niveles implica múltiples consecuencias negativas para la cadena alimenticia y para la salud humana (Pardo, 2006: 4).

La mayor parte de las plantas petroleras y de conducción de hidrocarburos existentes en México se encuentran en su gran mayoría en Mesoamérica, lugar donde generalmente ocurren los siniestros y también es la región donde se encuentran mayormente grupos indígenas marginados y pobres. En este sentido el Consejo Nacional de Población [(CONAPO) (2002)] estima que 99.9% de las localidades indígenas y predominantemente indígenas tienen un grado de marginación alto y muy alto. En México el 78% de la población vive en pobreza, y 44.6% en pobreza extrema, estos grupos son los que mayormente sufren las consecuencias de la contaminación de suelos por hidrocarburos (CEPAL, 2006).



Así mismo por la contaminación por petróleo, se producen daños en las plantas por el contacto directo; ocasionando quemaduras y reducción de la fotosíntesis (Freedman, 1995: 606; Plice, 1948: 413). Además, la mayoría de los microorganismos del suelo no pueden crecer en presencia de hidrocarburos y mueren (Parrish y Clark 1999: 23).

Los mayores efectos por derrame de hidrocarburo se han dado en los estados de Tabasco, Veracruz y Puebla (Abbondanzi *et al.*, 2003: 889) Como ejemplo tenemos la problemática por contaminación de hidrocarburos que se presentó el 16 de Enero del año 2002 en Acatzingo Puebla; debido a una fuga de petróleo crudo en el kilómetro 407 + 640, derivada de la ruptura del oleoducto de 30" de diámetro nuevo Teapa – Venta de Carpio – Tula. El total de petróleo derramado ascendió a unos 450,000 litros de crudo<sup>5</sup>.

En el caso de Puebla, 2.8 millones de habitantes marginados, tienen su ubicación en las zonas serranas del norte del estado y se considera que son vulnerables a eventos peligrosos (Aguilar y Graizbord, 2001). Otros fenómenos como la explosión demográfica, marginación y pobreza se considera que incrementan las posibilidades de efectos por siniestros principalmente en las poblaciones rurales y suelos de cultivo (Hernández *et al.*, 2010: 4).

### **Efecto de los hidrocarburos al medio**

La contaminación del suelo con hidrocarburos impide la utilización de este para actividades como la agricultura y la urbanización y adicionalmente pone en riesgo las napas freáticas que en algunos países constituyen la fuente principal de agua potable (Hanson *et al.*, 1997: 191).

Cuando los hidrocarburos entran en contacto con las partículas del suelo, se adsorben a ellas y modifican las propiedades de las mismas, los agregados del suelo se vuelven más estables al endurecerse con el tiempo y se vuelven menos porosos, más hidrofóbicos y su contenido en aire disminuye (Cassidy e Irvine, 1998: 259).

La contaminación en el suelo por petróleo y sus compuestos asociados permite que los compuestos solventes se filtren, y los sólidos y grasas permanezcan en la superficie o sea llevada

---

<sup>5</sup> Machuca. L. (2002) Desastres por explosión en Acatzingo, Puebla, México. <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm>. México 18 de Enero del 2002.

hacia tierras más bajas. La contaminación de suelo provoca la destrucción de los microorganismos del suelo, produciéndose un desequilibrio ecológico general.

En los suelos, el petróleo se adsorbe en gran cantidad a la materia particulada. Esto disminuye su toxicidad, pero aumenta su persistencia. A corto plazo, el petróleo y las fracciones del mismo que contienen componentes asfálticos no se degradan significativamente. Los residuos y productos de polimerización, formados a partir de reacciones entre los radicales libres de los distintos intermediarios del proceso de degradación, forman bolas de alquitrán. El alquitrán es un material parcialmente oxigenado con un elevado peso molecular (Butler *et al.*, 1973: 10).

Los impactos típicos generados por la industria petrolera en el suelo incluyen, la compactación del suelo, daño o destrucción de la rizósfera y suelo superficial, erosión y pérdida de suelo, debido a la pérdida de vegetación, contaminación con compuestos inorgánicos (sulfatos y sales) y orgánicos (especialmente hidrocarburos) (Canaday *et al.*, 2001: 567).

La contaminación petrolera en el suelo puede producir además el sofocamiento de las raíces, restando el vigor a la vegetación y en muchos casos, matándola y la desaparición o disminución de poblaciones de microfauna del suelo, esto genera un desequilibrio y con ello la pérdida de la composición bioquímica de los suelos por lo que estos pierden su potencial productivo.

Cuando los contaminantes llegan a zonas cultivadas se registran pérdidas en las cosechas, muchos cultivos mueren en contacto con el crudo, en otros casos la productividad del cultivo baja, lo que tiene serias consecuencias en la economía familiar campesina.

La actividad petrolera en su conjunto produce una pérdida de fertilidad en el suelo, lo que impacta negativamente en las poblaciones humanas asentadas en la zona de influencia, y en la biodiversidad en general. Estos impactos repercuten en los sistemas agrícolas de las poblaciones locales, así como en el equilibrio ecológico de los ecosistemas naturales.

Luego de un derrame de petróleo, se da una profunda transformación de las comunidades microbiológicas expuestas a hidrocarburos, se seleccionan aquellas especies con capacidad de degradar hidrocarburos y desaparecen las especies vulnerables a la contaminación. Las poblaciones degradadoras de hidrocarburos se multiplican y sufren cambios genéticos (Leahy y Colwell, 1990: 305). Esto lo soporta Di Toro *et al.* (2007: 24) el petróleo está compuesto por diferentes componentes, cada uno de los cuales tienen distinto grado de toxicidad, y diferente tiempo de permanencia en el ambiente.

La permanencia del hidrocarburo puede variar en dependencia de su tipo, además las características del suelo y del medio juegan un papel importante en el proceso natural de descontaminación y equilibrio de procesos en el ecosistema afectado.

En general, el crudo ligero y el petróleo refinado (como diesel y gasolina) pueden penetrar mejor en el suelo y llegar a las capas freáticas y ser muy tóxico para los microflora del suelo (Amin *et al.*, 2002: 139).

Los principales factores que limitan la degradación del petróleo son la resistencia y toxicidad de algunos de sus compuestos y la escasez de organismos capaces de degradar hidrocarburos (Atlas, 1981: 180).

La toxicidad tiene efectos adversos en suelos contaminados por hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) naftaleno, fenantreno y pireno a niveles de 10 mil mg/kg. La toxicidad aumenta con el número de anillos aromáticos. El maíz es el cultivo más susceptible a los suelos contaminados con PAH que el frijol (Peterson *et al.*, 2003: 2082).

Por otra parte, en suelos contaminados por largos períodos, conocidos como suelos intemperizados, los compuestos contaminantes llegan a ser inaccesibles (no biodisponibles) para los microorganismos nativos debido a las fuertes interacciones que se producen entre dichos compuestos y la materia orgánica del suelo (De Jonge *et al.*, 1997: 771).

Estudios sobre el destino ambiental del petróleo demuestran que aunque la toxicidad del crudo disminuye con la degradación (que puede ser biológica o física), este sigue siendo una fuente de

contaminación y de toxicidad para los organismos presentes en un ecosistema por largo tiempo (Di Toro *et al.*, 2007: 36).

Ante un derrame de petróleo, las plantas manifiestan daños iniciales como muerte del follaje y tejidos, la comunidad vegetal responde a la contaminación con un cambio en la composición de especies. En el caso de los ecosistemas de humedales, algunas especies sufren daño foliar al entrar en contacto con el aceite, mientras que otras permanecen relativamente exuberantes y vigorosas (Mills *et al.*, 2003: 887).

Chaineau *et al.* (1996: 1470) plantea que en un ensayo en cultivos afectados por petróleo se registró disminución en el rendimiento de maíz y trigo en suelos con 200 a 800 mg kg<sup>-1</sup> de aceite combustible y Li *et al.* (1997: 219) concluyeron que el cultivo de cebada en suelos con 20 mil y 40 mil mg kg<sup>-1</sup> de HTP fue afectado en el rendimiento de biomasa.

Burns y Codi (2004: 2) encontraron que en un derrame localizado en manglares de Australia se tardó un año y medio en limpiar los hidrocarburos hasta tener concentraciones de crudo a niveles subtóxicos en la zona intersticial del manglar, pero el crudo quedó en los sedimentos por lo menos dos años después del derrame.

Gundlach *et al.* (1993: 303) también encontró una disminución en la biomasa de las epifitas (Bostrychia) después de un derrame de petróleo en Puerto Rico, demostrando la influencia del petróleo en el desarrollo del Bostrychietum.

Los vertidos de hidrocarburos en el suelo matan la vegetación, no solo por su toxicidad, sino además porque producen en el suelo una zona anoxia en las raíces. La carencia de oxígeno y la producción de H<sub>2</sub>S matan las raíces de la mayoría de plantas, incluyendo las raíces de árboles bien establecidos (Bossert y Bartha, 1984: 435).

El impacto ambiental generado por los múltiples derrames en suelos aptos para cultivo es mega diverso, se pierde el equilibrio ecológico en los espacios contaminados, pérdida de cosechas, hay

un cambio de uso del suelo por los campesinos y colateralmente se tienen efectos económicos, y sociales en las familias productoras de las zonas afectadas.

### **Zona de impacto, Acatzingo**

En el 2002 en Puebla, un derrame de hidrocarburo, contaminó una superficie agrícola de aproximadamente 50ha, afectando cultivos, sistema de riego, suelo, animales y medio ambiente. Además se contabilizó la muerte de una menor de edad, 5 personas afectadas por intoxicación y afectaciones para un centenar de productores. A causa de este evento, Petróleos Mexicanos (PEMEX) contrató los servicios de cinco compañías especialistas en el manejo remediación de las áreas contaminadas. El compromiso fue tratar los suelos y que éstos se mantuvieran a niveles inferiores de 1,000ppm de TPH's.

La mayor parte de los terrenos dañados directamente se localizan principalmente en el Barrio San Diego del Ejido Santa María Actipan de Acatzingo. Los cultivos más importantes en cuanto a superficie al momento del siniestro fueron: lechuga, cilantro, tomate, maíz grano, alfalfa y cebolla.

Por tanto, el siniestro ocurrido por el derrame de hidrocarburos en las tierras agrícolas generó efectos negativos en la dimensión de recursos naturales, dimensión económica y cambios en prácticas que contribuyen a al bienestar y sobrevivencia de la unidad de producción familiar.

A la fecha los efectos para las tierras agrícolas y los cambios en la vida socioeconómica no han sido cuantificados ni valorados.

La investigación se desarrolla en esta perspectiva de manera que trata de indagar los efectos en las poblaciones por el derrame de hidrocarburo y su impacto en la parte socio ambiental y económico, parte importante en la organización familiar campesina del sector.

El capítulo I trata sobre aspectos generales relacionados con los siniestros en México, y el impacto que estos han provocado en décadas al sector rural, especialmente a personas pobres, marginadas y de escasos recursos, en este caso, campesinos e indígenas agrícolas.

En el capítulo II, se analizó el impacto socio-ambiental por el derrame de hidrocarburos en el año 2002, en el municipio de Acatzingo, ocho años después del evento, retomamos la opinión de los

productores afectados directamente con otro grupo que no fue afectado directamente, con características similares, dichos efectos estaban relacionados con sus suelos y el medio ambiente así como la situación económica actual.

En el capítulo III, analizamos el impacto del derrame en la parte social y económica, con el impacto en las familias productoras de la zona, donde se analizaron variables comparando la opinión de los productores en el 2002 y su opinión 8 años después del evento.

En el capítulo IV, se analiza los efectos del derrame en la parte productiva y económica en las familias afectadas por el evento. La investigación se realizó en el Municipio de Acatzingo Puebla en las comunidades de Actipan de Morelos y San Salvador Huixcolotla.

## **II- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Justificación**

La contaminación de los recursos naturales y su degradación, tiene efectos colaterales sobre la situación social de las poblaciones que viven directamente de la agricultura. Las explotaciones intensivas de petróleo que realiza la empresa petróleos mexicanos (PEMEX), promueven los recursos económicos de los que depende México para poder satisfacer su economía, pero las inversiones que se ejecutan en el manejo y tecnificación de su infraestructura son reducidas, lo que ha provocado derrames accidentales, dejando como consecuencia la contaminación de terrenos agrícolas que son parte del recurso natural explotado para la sobrevivencia campesina. Aparte de estas causas, hay otros efectos alternos de contaminación ambiental, que unido al anterior han provocado consecuencias sociales en poblaciones campesinas en estado de Puebla.

Existen muy pocos trabajos relacionados con los daños a corto, mediano y largo plazo, posterior a un derrame de hidrocarburos en suelos agrícolas, así como la percepción de los campesinos con respecto a la productividad de los mismos una vez que se han remediado las áreas afectadas por siniestros.

En relación a esto, en las últimas dos décadas los fenómenos de mayor impacto socioeconómico y que han afectado la parte rural, específicamente la parte agrícola han sido explosiones por uso de hidrocarburos y los incendios forestales, el monto de los daños causados por los eventos más importantes alcanza prácticamente los 1,300 millones de dólares en daños directos, cifra que aún

requeriría de un complemento en cuanto a daños indirectos, sin embargo no se cuenta con información acerca de los impactos que estos fenómenos causaron en las actividades productivas de la población afectada.

El impacto económico de un desastre va más allá de los daños directos y abarca también los indirectos, que son una consecuencia de la destrucción de la capacidad de producción y de la infraestructura social y económica. Estos daños, muchas veces difíciles de cuantificar, se acumulan hasta que se concluye la labor de reconstrucción y restauración de la capacidad productiva. Los daños a los bienes y activos (edificios, maquinarias, ganadería, tierra cultivable.) pueden acelerar significativamente el empobrecimiento de la población, pues además ocasionan la pérdida de fuentes de trabajo e ingresos.

## **2.2 Planteamiento del problema de investigación**

Entre las actividades humanas que causan perturbaciones a la biosfera, la agricultura es una de las más importantes (Altieri, 2008: 35). Sin embargo, irremediablemente dependemos de esta actividad para nuestra supervivencia. Este hecho plantea grandes conflictos en lo que se refiere al impacto de nuestra civilización sobre el planeta y pone de manifiesto la necesidad de encontrar modelos de producción agrícola que atenúen esta problemática.

La actual crisis agrícola tiene implicaciones particularmente graves en los países de bajos ingresos. El último informe perspectivas alimentarias de la FAO (2008), muestra que el costo total de las importaciones de alimentos en estos países puede alcanzar los 169,000 millones de dólares en 2008, lo que representa un 40 por ciento más que en el 2007.

Esta crisis demuestra elocuentemente que la agricultura se encuentra en una encrucijada<sup>6</sup>. Esta situación impone fuertes exigencias sobre las 1,500 millones de hectáreas cultivadas (Altieri, 2008). Resulta alarmante que las soluciones preponderantemente planteadas a esta coyuntura sean la intensificación de los sistemas de producción <sup>7</sup>(Grain, 2006), la expansión de la frontera

---

<sup>6</sup>Vía Campesina. (2008). Una respuesta a la crisis global de los precios de los alimentos: La agricultura familiar sostenible puede alimentar el mundo. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/76130>

<sup>7</sup>Grain. (2006). Bill Gates pretende resucitar la marchita Revolución Verde de la Fundación Rockefeller. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/63416>.

agrícola (Giardini, 2006) y la recuperación de tierras en descanso (Millar, 2008). Todas estas alternativas involucran mayores perturbaciones ecológicas y no son sostenibles.

El incrementar las perturbaciones a la naturaleza, como solución a los problemas agrícolas, ha sido el enfoque imperante durante 300 años. Estas presiones prolongadas durante tanto tiempo, han socavado la capacidad de la naturaleza (nuestro único sistema de soporte de vida) para suplir las demandas de la humanidad en cuanto a alimentos, fibras y energía (Altieri, 2008).

En el estado actual de la coyuntura, es imprescindible sopesar las necesidades de producción de alimentos, con los perjuicios que la actividad agrícola industrial impone sobre los servicios ecológicos que nos ofrece la biosfera (ciclos de agua y nutrientes, regulación del clima, secuestro de CO<sub>2</sub>, etc.). Es importante recordar que la agricultura industrial contribuye hoy con más de 1/3 de las emisiones globales de gases de invernadero (Altieri, 2008). En particular, este tipo de agricultura es responsable del 25% de las emisiones del dióxido de carbono del mundo, del 60% de las emisiones de gas metano y del 80% de óxido nitroso<sup>8</sup>.

El problema de los efectos de los desastres a escala mundial se acentúa conforme aumenta la población. La ocurrencia de un fenómeno natural con posibilidades de provocar un desastre en una ciudad, por ejemplo, traerá mayores consecuencias debido a la densidad de población, la actividad productiva y centralización de los poderes gubernamentales, de manera general se dan muchas pérdidas humanas en el ámbito mundial por diferentes tipos de desastres, entre los que sobresalen los de tipo hidrometeorológico como principal causa de muertes, seguidos de los terremotos, en relación a esto, destaca la década de 1970 a 1979, en la que se presentó un mayor número de fallecimientos con respecto a la década anterior. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales intensos en la década de 1990 a 1999 ha puesto en marcha una serie de esfuerzos internacionales para disminuir el riesgo ante estas amenazas (Tobin *et al.*, 1997: 24).

El desarrollo económico en México favoreció la concentración territorial de la industria. Hasta 1970 no se aplicó ningún criterio ambiental para su desarrollo, aunque había indicios de impactos crecientes sobre la contaminación atmosférica y la generación de residuos. El resultado de una

---

<sup>8</sup>Goldsmith. E. (2004). Feeding the world under climate change. *Science in Society*. Pag. 24, 34-36. <http://www.ecoport.net/content/view/full/38336>



política de bajos precios de petróleo propició su uso intensivo y, con ello, un crecimiento de la demanda energética más acelerada. En la segunda parte de la década de los 70's, la reestructuración productiva de la industria se modificó debido al crecimiento petrolero. La petroquímica básica se convirtió en la actividad con mayor contribución a la contaminación, también la producción de fibras sintéticas, resinas, fertilizantes, plásticos, pinturas y pigmentos, y gases industriales que pasaron a ser las actividades más relevantes por su impacto potencial al ambiente (Quadri, 1994).

En relación a estos planteamientos, el suelo y subsuelo constituyen un recurso natural difícilmente renovable que desempeña funciones entre las que destaca su papel como medio filtrante durante la recarga del manto acuífero y la protección de los mismos, también están integrados al escenario donde ocurren los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos y las redes tróficas, además de ser el espacio donde se realizan las actividades agrícolas, ganaderas y soporte de la vegetación (Saval, 1995: 168).

Durante mucho tiempo, nadie se preocupaba por el destino de los residuos generados, dando por hecho que la naturaleza limpiaba el ambiente, pero según fue cambiando la naturaleza y composición de los residuos, y al aumentar su cantidad y complejidad, esta capacidad (degradativa y amortiguadora) empezó a alterarse (Gutiérrez, 1990: 20).

La contaminación de suelos con hidrocarburos es un problema que se ha vuelto muy común en nuestros días, debido principalmente al extensivo uso y consumo de combustibles derivados del petróleo a todo lo largo del país. Estos acontecimientos impactan de manera negativa al entorno ecológico, entendiendo como tal la flora, fauna, e incluso las poblaciones agrícolas que están en contacto con los sitios contaminados por hidrocarburos y sustancias químicas.

Cabe destacar que estos escenarios han llevado a perfilarse en el modo de vida de las poblaciones principalmente afectadas por contaminación de hidrocarburos, los cuales han perdido sus medios de trabajo como es el suelo, y han tenido que insertarse en otras formas de empleo no tradicionales, sus suelos han dejado de producir o están en procesos de remediación, por lo cual no pueden ser usados para la agricultura, por ende la situación económica de las familias campesinas agrícolas, la salud y su relación con el medio natural se ha afectado a gran escala.

A partir de estos argumentos es pertinente preguntar

### **2.3 Problema general**

¿En qué medida el derrame de hidrocarburos ocurrido en suelos agrícolas contribuyó al deterioro de la situación socioeconómica y ambiental en productores agrícolas de Acatzingo Puebla en los años 2002 - 2010?

#### **2.3.1 Problemas específicos**

- ✓ ¿Qué efectos socioambientales provocó el derrame de hidrocarburo en suelos y productores agrícolas afectados directamente y no afectados directamente por el derrame en el municipio de Acatzingo Puebla?
  
- ✓ ¿Cuáles fueron los efectos sociales y el impacto en la economía familiar que ocasionó el derrame de hidrocarburos en los suelos de los agricultores afectados directamente por el derrame en los años 2002-2010?
  
- ✓ ¿Cuáles fueron los efectos en los sistemas de producción y economía familiar que ocasionó el derrame de hidrocarburos en productores afectados directamente por el derrame en Acatzingo en los años 2002 y 2010?

## **III- OJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Conocer por medio de un estudio de opinión en qué medida el derrame de hidrocarburos ocurrido en suelos agrícolas contribuyó al deterioro de la situación socioeconómica y ambiental en productores de Acatzingo Puebla en los años 2002 y 2010.

### **3.2 Específicos**

- Analizar qué efectos socioambientales provocó el derrame de hidrocarburo en suelos y productores agrícolas afectados directamente y no afectados directamente por el siniestro en el municipio de Acatzingo Puebla.
  
- Valorar cuáles fueron los efectos sociales y el impacto en la economía familiar que ocasionó el derrame de hidrocarburos en los suelos de los agricultores afectados directamente por el derrame en los años 2002-2010.

- Identificar cuáles fueron los efectos en los sistemas de producción y economía familiar que ocasionó el derrame de hidrocarburos en productores afectados directamente por el derrame en Acatzingo en los años 2002 y 2010.

## **IV- HIPÓTESIS**

### **4.1- Hipótesis general**

El derrame de hidrocarburos ocurrido en suelos agrícolas en Acatzingo Puebla en el año 2002, contribuyó al deterioro de la situación socioeconómica y ambiental en productores afectados de Acatzingo Puebla.

### **4.2- Hipótesis específicas**

- ✓ El derrame ocurrido en suelos agrícolas de los productores de Acatzingo afectó socioambientalmente en mayor medida a productores afectados directamente por el derrame que los no afectados directamente ya que sus parcelas no producen igual debido que aún están contaminadas.
- ✓ El siniestro ocurrido por el derrame de hidrocarburos en el municipio de Acatzingo generó efectos negativos en las condiciones socioeconómicas en los productores afectados por el derrame.
- ✓ Para el caso de eventos por siniestros de tipo antrópico (caso derrame de hidrocarburos en el año 2002) las variables de afectación de la producción y economía familiar han sido los más relevantes ocho años después del derrame.

## **V- METODOLOGÍA**

### **5.1- Revisión bibliográfica**

Esta etapa consistió en la búsqueda y recopilación de información bibliográfica referente a los impactos por siniestros de tipo natural y antrópico y los impactos socioambientales que estos han provocado, afectando a poblaciones agrícolas de escasos recursos y con una alta marginación, con pocas posibilidades de atención gubernamental.

Asimismo se recabaron datos estadísticos e históricos para delimitar el marco de referencia, se recurrió a información generada por las diferentes secretarías del gobierno de México, se consultó literatura de orden internacional, así mismo se consultaron páginas web especializadas en esta temática.

### **5.2- Modelo metodológico de estudio**

El trabajo de campo se realizó durante el mes de Octubre y Noviembre del 2010 y de acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y el registro de la información, la investigación se realizó mediante un estudio retrospectivo (Indaga sobre hechos ocurridos en el pasado y el registro continua longitudinalmente según van ocurriendo los acontecimientos hasta su relación con la actualidad).

Según el periodo y secuencia del estudio este es descriptivo de tipo longitudinal, dado que las variables se analizan sin perder espacios en el estudio.

El estudio es de tipo descriptivo, dado que estuvo dirigido a determinar la situación de las variables de la población objeto. Este tipo de estudios son el punto inicial de otros, ya sean descriptivos o analíticos, proporcionando las bases cognoscitivas y generando posibles hipótesis para su futura comprobación o rechazo.

El estudio comprende un estudio de caso por medio de un censo a pobladores agrícolas de la zona afectada por el derrame de hidrocarburo, para esto se retomó un trabajo multidisciplinario realizado por académicos del colegio de postgraduados inmediatamente cuando se dio el derrame, del cual se retomó alguna información pertinente para su análisis y el cuestionario que se aplicó, para adaptarlo al cuestionario aplicado en el 2010 a los mismos productores afectados.

En una primera parte del estudio se consideró 159 productores, se integraron dos grupos uno afectado directamente por el derrame y otro no afectado directamente, los no afectados tenían características similares como cercanía al siniestro, cantidad de parcelas, similitud de tipo de suelos y tipo de cultivo que siembran, con el fin de comparar las variables a evaluar por medio de un cuestionario de opinión. El primer grupo lo conformaron 80 productores que fueron los afectados directamente por el derrame y el segundo grupo lo integran 79 productores no afectados directamente por el derrame. Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario con preguntas relacionadas al siniestro, con el objetivo de comparar las diferencias y semejanzas

en cuanto a la opinión de ambos grupos en relación con el impacto socioambiental causado por el derrame. Los resultados de las encuestas fueron analizados estadísticamente empleando diferentes pruebas  $X^2$ , *Prueba de Mann Whitney* y *prueba t* para muestras independientes de acuerdo a la escala de medición, para conocer si existen diferencias significativas entre los grupos o alguna relación entre las variables estudiadas en productores afectados directamente y los que no fueron afectados directamente por el derrame.

En una segunda parte para conocer las afectaciones de carácter ambiental, económicas y cambios sociales por el derrame de hidrocarburos en las unidades de producción se consideró la opinión de 80 jefes (as) de familia productora (as), desde el momento del derrame acaecido y ocho años después del evento. Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario estructurado en áreas referentes a la afectación ambiental, económica y social, con el objetivo de comparar en dos cortes transversales de tiempo (2002 y 2010). Los indicadores propuestos (a excepción del ingreso y las horas del trabajo invertidas en el campo) fueron planteados dentro del cuestionario en dos modalidades: preguntas con opción de respuesta Si y No y preguntas con opción de respuesta en escala tipo líker con una valoración cualitativa que comprendía desde la categoría de no afectación hasta la categoría de alta afectación. Para analizar las diferencias en las opiniones con respecto a la afectación en los dos períodos de tiempo se usó la prueba  $Chi^2$ . Para poder afirmar que las apreciaciones sobre la afectación difieren significativamente en el año en que se presenta el derrame y ocho años después con intervención de trabajos de remediación de los suelos, también se usó la prueba de *Mann Whitney*, la razón del uso de estos estadísticos se debe a la medición de los mismos indicadores en dos momentos temporales diferentes un momento en el 2002 y otro momento en el 2010, siendo el primer periodo la referencia para identificar los cambios que se suscitaron en el segundo período. El software utilizado para la captura, ordenamiento, codificación de información y generación de los parámetros del estadístico fue el SPSS 15.0.

En una III parte del estudio se consideró un universo de 79 familias que fueron afectadas directamente por el derrame en el año 2002 y volvieron a ser entrevistadas en el 2010. Con ello se buscó entrevistar a la totalidad de afectados directamente por el derrame de hidrocarburos por medio de un recorrido de campo, para la colecta de información secundaria se realizó una

revisión bibliográfica de libros, páginas web, artículos y se consultaron páginas de las diversas secretarías de gobierno para obtener datos relacionados con el estudio.

### **Indagación**

Para la obtención de la opinión de los productores afectados por el derrame de hidrocarburo en el año 2002, se tomaron los resultados de un trabajo interdisciplinario de académicos del Colegio de Postgraduados que operó en la zona inmediatamente después del derrame y posteriormente se diseñó y aplicó un cuestionario en el 2010 usando la técnica de entrevista directa acotada en un cuestionario estructurado con algunas variables similares, con el fin de valorar los cambios que se dieron de acuerdo a la opinión de los productores en este periodo de estudio.

Para conocer las afectaciones por el derrame de hidrocarburos en las unidades de producción, se consideró la opinión de 79 jefes (as) productores (as) de familia, los cuales fueron entrevistados en dos periodos de tiempo, en el año 2002 y en el 2010. Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario estructurado en áreas referentes a la afectación ambiental, económica y social, con el objetivo de comparar dos cortes transversales de tiempo indicadores productivos económicos y sociales.

Para determinar significativamente la diferencia o igualdad de opinión en la afectación o implicaciones por el derrame de hidrocarburo se utilizó la prueba de Wilcoxon de muestras relacionadas y la t de Student para muestras relacionadas. La selección de la prueba fue en función de la escala de medición de la variable. En ambas pruebas se utilizó un nivel de significancia de 0.05. La razón del uso de las pruebas Wilcoxon y t Student se da por que los 79 entrevistados provienen de la misma muestra y cada opinión es valorada en dos momentos temporales diferentes, siendo el año 2002 la referencia para identificar las diferencias de opinión vertidas en el año 2010. El software utilizado para la captura, ordenamiento, codificación de información y generación de resultados fue el SPSS 15.0.

### **5.3- Tamaño de muestra**

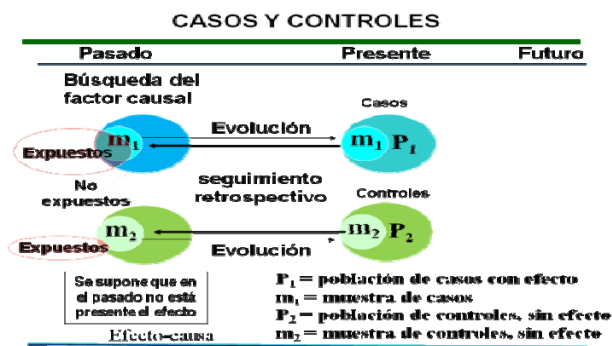
La población considerada en el estudio es de 159 jefes de familia productores (as), el primer grupo lo conforman el total de afectados por el derrame (80 productores) y el segundo grupo los

no afectados por el derrame (79 productores), con características similares a los afectados, considerando cercanía al siniestro, cantidad de parcelas, similitud de suelos y tipo de cultivo que estos siembran, con el fin de comparar las variables a evaluar por medio de un cuestionario de opinión.

Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario con preguntas relacionadas al siniestro, con el objetivo de comparar las diferencias y semejanzas en cuanto a la opinión de ambos grupos en relación con el impacto ambiental generado por el derrame en sus familias, medio ambiente y suelos de cultivo.

#### 5.4 Diseño de investigación

Figura 1. Estudio de casos y controles

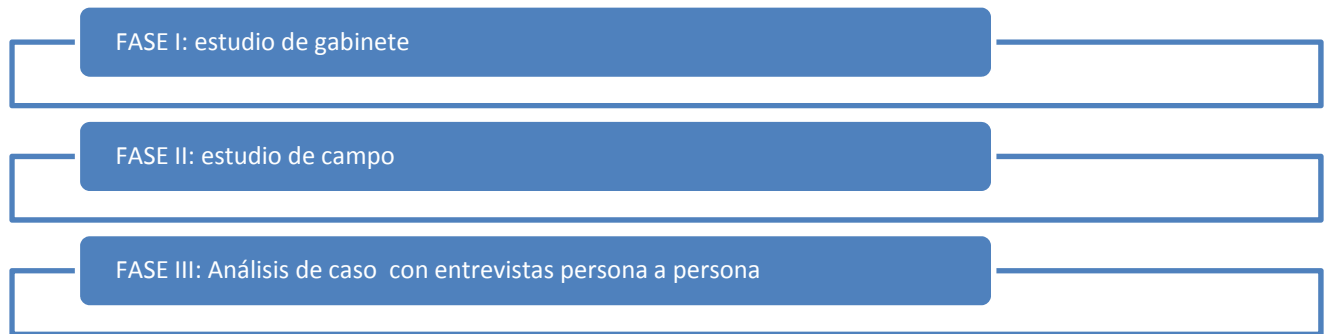


Fuente: Méndez *et al.*,(1984)

En este caso el primer grupo (expuesto) son los productores afectados por el siniestro y los no expuestos corresponden aquellos que no fueron afectados directamente con el propósito de conocer los cambios en la sociedad rural, la agricultura y situación económica familiar, en el espacio afectado por el derrame.

#### 5.5 Estrategia de trabajo:

El presente estudio comprende tres fases:



### FASE I. Estudio de gabinete

Recopilar información

Organización de la información

### FASE II. Estudio de campo

El estudio de campo se realizó por medio de un recorrido por la zona afectada, con la aplicación de entrevistas con actores claves de la zona, un cuestionario para valorar la opinión de los productores en relación con el efecto socioambiental después del siniestro y las condiciones ocho años después del derrame, soportaremos el estudio con la toma de fotografías, evidencias por la afectación de siniestros.

Considerando el problema de investigación se revisaron los planteamientos teóricos acerca contaminación, poblaciones, territorios, suelo, producción, el resultado de esta etapa, fue la construcción de un enfoque teórico que permitió reflexionar y formular las preguntas, objetivos e hipótesis de la investigación.

Entrevistas, Cuestionario.

En el estudio se considerarán cinco variables, relacionadas con la ocurrencia de siniestros, y los efectos de estos sobre la parte social, ambiental, economía familiar, de las cuales obtuvimos indicadores especiales.

### FASE III. Estudio de Casos.

Por la naturaleza del fenómeno, para algunos aspectos de toma de información y de comprensión del fenómeno, se realizarán estudios de caso que ayudaron a profundizar en el conocimiento



El cuadro 1 presenta de manera resumida las variables que se consideraron en la Fase III para el estudio de caso.

Cuadro 1. Variables por conceptos consideradas en el estudio

| <b>VARIABLE</b> | <b>COMPONENTES / INDICADORES</b>  |
|-----------------|---|
| Siniestro       | Ocurrencia de un accidente con efectos alternos al ambiente, como indicadores tenemos: tipos, efectos, controles, remediación, participación.                             |
| Social          | Sociedad Humana, como indicadores: afecciones en la salud, percepción, condiciones socio ambientales.   |
| Económico       | Ingreso, actividades económicas, empleo, producción agrícola  |
| Suelo           | Componente natural: con indicadores: variabilidad en la producción.   |
| Medio ambiente  | Percepción del productor en relación con el medio biótico y no biótico en particular con: variaciones, cambios en la flora, fauna, recursos naturales, clima, vegetación. |

Fuente: Elaboración a partir de la operacionalización de los conceptos utilizados en la investigación.

## **Procesamiento y análisis de la información**

Para el procesamiento de la información se construyó una base de datos en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 15 en Español

## **VI. OBJETO DE ESTUDIO**

### **6.1 La región**

El trabajo propuesto se realizó en Acatzingo de Hidalgo Puebla, emplazada a 2.160 m de altitud, está en una zona de llanuras al norte de la región de Valsequillo, entre las sierras de Tepeaca y Monumento.

El Estado de Puebla se encuentra ubicado al Sureste del Altiplano de la República, entre la Sierra Nevada y al Oeste de la Sierra Madre Oriental, se encuentra entre los paralelos 20° 50' - 17° 52' N, latitud norte y los 96° 43' - 99° 4' O, de longitud Oeste; está limitado al Norte con Veracruz, al sur con Oaxaca y Guerrero; al oeste con Morelos, Estado de México, Tlaxcala e Hidalgo y al este con Veracruz, cuenta con una población de 5' 779, 829 millones de habitantes, distribuidos en 217 municipios (INEGI, 2010).

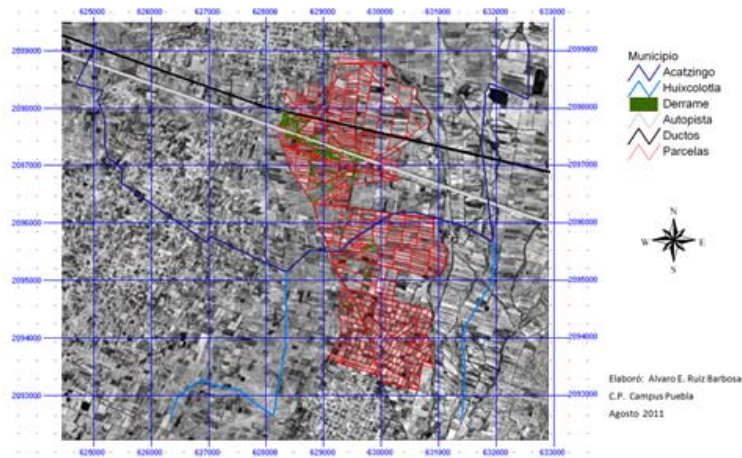
El municipio de Acatzingo se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18°56'48" - 19°06'18" de latitud norte y los meridianos 97°49'54" - 92°34'18" de longitud occidental. Limita al norte con Nopalucan y Soltepec; al sur con Los

Reyes de Juárez, San Salvador Huixcolotla y Quecholac, al este con Felipe Ángeles y al oeste con Tepeaca, Tiene una superficie generalmente plana y con suelos de cambisol, con una extensión territorial de 125.02 Km<sup>2</sup> y una población de 52,078 habitantes, con una densidad de población de 415.81 habitantes por Km<sup>2</sup>, tiene un índice de rezago social de 0.20112, un grado de rezago social medio, ubicado según índice de rezago en el lugar 975 a nivel de país y 122 a nivel de estado, arrastra una pobreza alimentaria de 37.1, con un 68% de la población que no tiene derecho de habiencia al servicio de salud (INEGI, 2010).

Actipan de Morelos: Comunidad situada en el municipio de Acatzingo, a 2.140 metros de altitud sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son: Longitud 18° 57' 34", Latitud:-97° 48' 02". Su población es de 6,427 habitantes, la mayoría de la población se dedica a la agricultura y algunos al comercio, generalmente lo que producen son granos básico, hortalizas, chile. Los suelos son de cambisol, la mayoría de temporal, es una zona seca, y frecuentemente ocurren eventos por fenómenos naturales (INEGI, 2010).

San Salvador Huixcolotla: Municipio afectado en menor escala que se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son lo paralelos 18° 52'54" y 18°57'42" de latitud norte y los meridianos 97° 45'00" y 97° 47'18" de longitud occidental, limita al norte con Mixtla, al sur con San Antonio Cañada, al este con Tochtepec y al oeste con Tecali de Herrera. Tiene una superficie de 33.18 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 189 con respecto a los demás municipios del estado, con una población de 13,541 habitantes. Posee un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, un índice de -0.357, grado de marginación medio, ocupa el lugar 185 con respecto del resto del estado. La población se dedica al cultivo de maíz, frijol, pera, ciruela, haba verde, chile verde, jitomate, tomate de cáscara, zanahoria, ejote, cilantro, lechuga y papa, además produce alfalfa como forraje. La superficie sembrada para el 2009 fue de 2,077ha con una superficie cosechada de 777ha (INEGI, 2010).

## 6.2- LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA



(Figura. 2) LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA

### 6.3 Caracterización

La mayor parte del territorio está dedicado a la actividad agrícola, ganadería, industria, comercio, en el caso de la agricultura en el 2009 se sembró una superficie de 9,227 ha, la superficie cosechada fue de 4,117 ha. De ellas 7,704 ha son cultivos de temporal. Los principales granos que se cultivan son el maíz a gran escala, frijol, trigo y haba, en hortalizas: lechuga, col, calabaza, cilantro, zanahoria, ajo, remolacha y tomate, en forraje alfalfa, en fruticultura tiene membrillo, pera, chabacano, durazno y nopal tunero.

### Hidrografía

El municipio pertenece a la cuenca del Río Atoyac, una de las más importantes del Estado; sin embargo no cuenta con corrientes superficiales importantes, solo arroyos intermitentes provenientes del conjunto montañoso de la Palizada y que lo recorren de Norte a Sur. Cuenta con unos cuantos bordos, acueductos y canales (INEGI, 2008).

### Clima

El municipio se localiza dentro de la zona de los climas templados del Valle de Tepeaca; se identifica el clima templado subhúmedo con lluvias en verano.

## **Principales Ecosistemas**

La mayor parte del territorio está dedicado a la actividad agrícola; grandes extensiones donde se practica la agricultura de temporal se extiende al centro y norte, al sur, la agricultura es de riego formando parte de la extensa zona de regadío del Valle de Tepeaca.

A lo largo de algunos arroyos y al pie del cerro de La Palizada, cuenta con pastizal inducido, en tanto que al extremo norte existe pastizal halófilo. El conjunto montañoso de la Palizada está cubierto tanto de matorral desértico asociado a vegetación secundaria arbustiva, como por bosques de pino, de encino y de asociaciones boscosas de pino-encino y encino pino (INEGI, 2008).

## **Características del Uso del Suelo**

En el municipio se presenta un solo suelo:

Cambisol: Son adecuados para actividades agrícolas con actividad de moderada a buena, según la fertilización a que sean sometidos. Por ser arcillosos y pesados, tienen problemas de manejo.

## **Educación**

En 1997, el municipio cuenta con 57 planteles educativos; de los cuales 15 son de enseñanza preescolar con 1,090 alumnos; 4 preescolares indígenas con 24 alumnos; 2 preescolares CONAFE con 52 alumnos; 22 de nivel primaria formal con 7,006 alumnos; 2 primarias de la CONAFE con 21 alumnos; 9 secundarias con 1,895 alumnos, 2 bachilleratos con 608 alumnos y una escuela profesional con 51 alumnos (INEGI, 2008).

## **Salud**

El municipio tiene un total de 3 unidades médicas, una corresponde al ISSSTE de seguridad social y 2 a SS de asistencia social, éstas proporcionan servicio a una población de 11,684 habitantes.

Las unidades médicas están atendidas por un médico y una enfermera en cada una de ellas. Además cuenta con 2 casas de salud, las cuales son atendidas por auxiliares de enfermería de la misma comunidad (INEGI, 2008).

## **Abasto**

El municipio tiene centros de suministro comercial como un tianguis que es puesto los días martes y una central de abasto.

## **Vivienda**

En el municipio existen un total de 5,898 viviendas particulares habitadas; el material utilizado para la construcción de pisos es de cemento, techos de concreto y paredes de ladrillo.

## **Medios de comunicación**

Cuenta con servicio de correo, telégrafo y teléfono. Recibe la señal de cadena de TV y de estaciones radiodifusoras, así como periódicos nacionales y estatales.

## **Vías de comunicación**

La carretera a Veracruz, vía Jalapa que entronca con la autopista Puebla-Córdoba, atraviesa el municipio de suroeste a noroeste, pasando por la cabecera municipal.

Entroncan con esta carretera dos estatales que van al municipio de General Felipe Ángeles y Quecholac. El resto del municipio se encuentra comunicado por medio de carreteras secundarias (INEGI, 2008).

## **Agricultura**

Los principales granos que se cultivan son el maíz, frijol, trigo y haba, en hortalizas, lechuga, col, calabaza, cilantro, zanahoria, ajo, remolacha y tomate, en forraje alfalfa, en fruticultura tiene membrillo, pera, chabacano, durazno y nopal tunero.

## **Ganadería**

En lo que se refiere a este rubro se cría ganado bovino de carne y leche, porcino, caprino, ovino, asnal, mular, también se cría conejo y aves de corral.

**Apicultura** Esta actividad se viene desarrollando satisfactoriamente lográndose con ello una gran producción de miel de excelentes propiedades nutricionales para la población.

## **Industria**

Entre las ramas Industriales que destacan se encuentra la fabricación de alimentos, productos de madera y corcho excepto muebles, herrerías, productos de minerales no metálicos y metálicos excepto maquinaria y equipo, equipo de transporte y sus partes como carrocerías (INEGI, 2008).

## **Comercio**

Los centros comerciales establecidos son una fuente importante de abastecimiento para la población ya que se pueden adquirir artículos de primera y segunda necesidad; destacan abarrotes y misceláneas, frutas y legumbres, tendajones y carnicerías, tortillerías, pollerías, zapaterías, tlapalerías, papelerías, farmacias, aparatos eléctricos, materiales para construcción y alimento para ganado (INEGI, 2008).

## **Actividades económicas del municipio**

La población económicamente activa del municipio es de 41.6%, el cual el 97,8% son ocupados y el 2.2% desocupados. Además el total de la población económicamente inactiva es de 56.6% y 1.6% de no especificados (INEGI, 2008).

## **6.4. Bibliografía**

Aguilar A. y Graizbord B. (2001). *La distribución espacial de la población. Concentración y dispersión, La Población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI*. México. Consejo Nacional de Población y Fondo de Cultura Económica, 235 pp.

Abbondanzi F. Cachada. A. Tiziana. C. Guerra, R. Raccagni. M. Iacondini. A.(2003). Optimisation of a microbial bioassay for contaminated soil monitoring: bacterial inoculum standardisation and comparison with Microtox assay. *Chemosphere*, pp.53: 889-897.

Altieri M. A. (2008). Movilizándonos para rescatar nuestro sistema alimentario. <http://www.ecoportel.net/content/view/full/78323>.Pag.35

Anderson T.A.E.A. Guthrie, and Walton. B.T. (1993). Biorremediation in the rhizosphere. *Environmental Sci. Technol.* 27: 2630-263.

- Amin, O. y Comoglio, L. (2002). Toxicidad del petróleo diesel en el primer estadio larval de la centolla (*Lithodes santolla*) y del centollon (*Paralomis granulosa*). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37 (2): 139 – 144
- Atlas, R.M. (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: An environmental perspectiva. *Microbiological Reviews* 45: 180-209.
- Ayllon T. T. J. F. Chávez. (1994). México: sus recursos naturales y su población. Segunda Edición. Limusa. México. Barcelona, M.; A. Wehrmann.
- Bregnard T.P.A. P. Hohner. A. Haner, and Zeyer. J. (1996). Degradation of weathered diesel fuel by microorganism from Enviromental Toxicology and Chemistry 15: 299-307.
- Bossert, I. y Bartha, R. (1984). The fate of petroleum in soil ecosystems. En: R.M. Atlas (ed) *Petroleum Microbiology*. MacMillan, Nueva York, pp. 435-473.
- Burns, K.A. y Codi, S. (2004). Contrasting impacts of localised versus catastrophic oil spills in mangrove sediments. *Mangroves and Salt Marshes*. Volume 2, Number 2: 6374.
- Butler, J.N., Morris, B.F., Sass, J. (1973). Pelagic tar from Bermuda and the Sargasso Sea. Bermuda Biological Station Special Publication No. 10. Bermuda.
- Canaday, C. y Rivadeneyra, J. (2001). Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat. *Biodiversity and Conservation* 10: 567-595.
- Cassidy, D. ; Irvine, R. (1998). Interactions between organic contaminants and soil affecting bioavailability. En : *Bioremediation : Principles and Practice*. Volumen I : Fundamentals and Applications. Editado por Sikdar, S. Irvine, R. Technomic Publication. Pennsylvania, Estados Unidos. p. 259-282.
- Chaîneau H.C., Morel L.J. y Oudot. J. (2000). Biodegradation of fuel oil hydrocarbons in the rhizosphere of maize (*Zea mayz* L.). *J. Envir. Qual*, 29, 569-578.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2002). Índices de marginación a nivel local. México., Secretaría de Desarrollo Social. Diario oficial de la federación. 12 de noviembre de 2010.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina) (2006). *Panorama Social de América Latina 2005*, Washington DC. 45 pp.
- Dettmer G. J. (2006). Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2006. Pag.4 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10123868&ppg=4>

- De Jonge, H; Freijer, J.I.; Verstraten, J.M.; Westerveld, J. y Van der Wielen. (1997). Relation between bioavailability and fuel oil hydrocarbon composition in contaminated soils. *Environ. Sci. Technol.* 31 (3): 771 – 775
- Di Toro, D.M. McGrath, J.A., Stubblefield, W.A. (2007). Predicting the Toxicity of Neat and Weathered Crude Oil: Toxic Potencial and the Toxicity of Saturated Mixtures. *Environmenatl Toxicology and Chemistry* 26(1): 24 36.
- Dorn P. H, Salanitro. J. (2000). Temporal ecological assesment of oil contaminated soils before and after bioremediation. *Chemosphere* pag. 419-426.
- FAO (2008). Food Outlook: Global Market Analysis. <http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e00.htm>.
- Fernández J. (1998). La biomasa como alternativa energética. *Tecnoambiente*, 71, págs. 45-51.
- Figueras. A. Tamayo. D. Tintoré. J. (2008). Las lecciones de la catástrofe del Prestige. España: CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p 92.<http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10239096&ppg=92>
- Gallegos-Martínez, M.; Gómez-Santos, A.; González-Cruz, L.; Montes de Oca-García, A.; Yáñez- Trujillo, L.; Zermeño-Eguía Lis, J. y Gutierrez-Rojas, M. (2000). *Water Sci. Technol.* 42, 377-384.
- Gundlach, E.R., J.M. Michel, G.I. Scott, M.O. Hayes, C.D. Getter y W.P. Davis. (1993). Ecological Assessment of the Peck Slip (19 Diciembre, 1978) Oil spill in Eastern Puerto Rico. *Memorias: Conferencia sobre Evaluacion de Dano Ecologico*, Washington, DC, EEUU. 1979, pp. 303-318.
- Gutiérrez E. M. (1990). Los Residuos Sólidos Peligrosos: ¿Un Riesgo sin Solución? ciencias. No. 20 UNAM. Jury, W. A. 1989. Chemical Movement through Soil. *Vadose Zone Modeling of Organic Pollutants*. Stephen C. Hern, Susan M. Melancon. Lewis Publishers Inc. USA.
- Giardini H. L. (2006). Arrasando la Amazonia en nombre del progreso (de las multinacionales). [http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/60506/\(printversion\)/1](http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/60506/(printversion)/1)
- Hanson, K. ; Anuranjini, N. ; Madhavi, K. ; Anjana, d.. (1997). Bioremediation of crude oil contamination with *Acinetobacter* sp. A3. *Current Microbiology*. Baroda, India. 35:191-193.
- Hernández C.M.E., Torres T.L. y Valdez C.V. (2010). “Sequía Meteorológica”en: C. Gay (ed.). México una Visión hacia el Siglo XXI. *El Cambio Climático en México*, 136 pp.
- Infante C. (1998). Biorremediación de derrames de hidrocarburos en ambientes naturales. *Memorias del IV Congreso interamericano sobre el medio Ambiente Caracas Venezuela diciembre de 1997, colección simposio, volumen II*. P 325-328. Compilador



Roger Carrillo Castellanos. Editorial Equinoccio, Ediciones de la universidad Simón Bolívar, Caracas.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). Estudio socioeconómico y de población de México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2008). Estudio socioeconómico y de población de México.
- Larraín, S.; Leroy, J. P., y Nansen, K. (2002). Cono Sur sustentable. Aporte ciudadano a la construcción de sociedades sustentables. Programa Cono Sur Sustentable. LOM Ediciones. pp. 23.
- Leahy J.G. y Colwell, R.R. (1990). Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbial Reviews* 54: 305-315.
- Li, X., Y. Feng y N. Sawatsky. 1997. Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils: plant growth. *Plant Soil* 192: 219-226.
- Macías J.M. Padilla. C. (1993). Analizando el desastre de Guadalajara. CIESAS. México, D.F., 71p.
- Madigan M. T. Martinko. J. M. Parker. J. (1998). Brock: Biología de los Microorganismos. Prentice Hall. Octava Edición. 1064 pp.
- Madrigal M.I. (1998). Alternativas para la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, P.p. 196.
- Méndez I. D.H. Guerrero. Moreno.L. Sosa. C (1984). El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. Editorial Trillas. México. Pág. 2-25.
- Millar, J. W. (2008). Atraen capitales occidentales a las tierras fértiles y ociosas de la ex Unión Soviética. [http://www.lanacion.com.ar/wsj/nota.asp?nota\\_id=1012580](http://www.lanacion.com.ar/wsj/nota.asp?nota_id=1012580) pp. 234.
- Mills, M.A., J.S. Bonner, J.M. McDonald, Ch.A. Page y L. Autenrieth. (2003). Intrinsic bioremediation of a petroleum impacted wetland. *Marine Pollut. Bull.* 46: 887-899.
- Navarro M. (2009). Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad. Cuba: Centro Provincial de las Ciencias Médicas en Cienfuegos.p.3 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10337761&ppg=3>.
- Pardo C. Perdomo R. Benavides. J. (2006). Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. Colombia: Red Nova. pp.4 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10113386&ppg=4>.

- Parrish.P.J. Clark. R.P. (1999). Alaska Oil Spill Bioremediation Monitoring Program: An update. USEPA, NHEERL, Gulf Ecology Division, 1 Sabine Island Drive, Gulf Breeze, FL 32561, EEUU, pp.23. <http://www.epa.gov/ged/publica/c1756.htm>.
- Pérez V. J.G. García. E. y Esparza. F. G. (2005). Papel ecológico de la flora rizosférica en fitorremediación. *Avance y perspectiva* 21: 297-300.
- Peterson, C.H Rice, S.D. Short J.W, Esler, D. Bodkin, J.L. Ballachey, B.E., Irons, .B (2003). LongTerm Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill. *Science* 302: 5653, pp. 2082 – 2086.
- Piñeiro D. (2001). Población y trabajadores en el contexto de transformaciones agrarias en Giarraca, N. (Comp.) ¿Una nueva ruralidad en América Latina?. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires, 2-10, 200 pp.
- Quadri T. G. (1994). Industria y Política Ambiental. *El Nacional*. Sábado 18 de Junio. México.
- Saval B. S. (1995). Acciones para le Remediación de Suelos en México. En: memoria del segundo mini simposio internacional sobre remoción de contaminantes de aguas y suelos. Instituto de Ingeniería, UNAM. México p: 168-173.
- Saval S. (1997). La biorremediación como alternativa para la limpieza de sitios contaminados con hidrocarburos. In: seminario internacional sobre restauración de sitios contaminados. Instituto Nacional de Ecología- SERMANAP, agencia de cooperación Internacional del Japón y centro nacional de investigación y Capacitación Ambiental. México. Pág. 18.
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales). (2005). Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 29/03/2005. México, DF, México. 20 pp.
- Skinfill M. (2003). El componente cultura en el contexto de la educación ambiental. 2ª ed. Chile. Editorial Educativa. Pag. 55.
- Tobin. G. y Burrel. (1997). *M. Natural Hazards: Explanation and Integration*, Nueva York, The Guilford Press. pp.24.

## CAPITULO I

### IMPACTO ECONÓMICO POR SINIESTROS CON ÉNFASIS EN LA AGRICULTURA MEXICANA

Franklin RIVERA PINEDA<sup>9</sup>, Benito RAMÍREZ VALVERDE<sup>10</sup>, José Pedro JUÁREZ SÁNCHEZ<sup>11</sup>, Beatriz PÉREZ ARMENDÁRIZ<sup>12</sup> Néstor ESTRELLA CHULIM<sup>13</sup>, Francisco ESCOBEDO CASTILLO<sup>14</sup>, Gustavo RAMÍREZ VALVERDE<sup>15</sup>

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Carretera Federal, México, Puebla, km 125.5, 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162.

#### Palabras claves

Antrópico, agricultura, contaminación, desastre natural, marginación, pobreza,

#### 1.1 Introducción

En el mundo ocurren flujos tanto energéticos como de materia, igual que en un proceso industrial, donde se distinguen flujos de entrada y salida de desechos. La tierra actúa como receptor de ellos, convirtiéndose en una especie de fuente de materiales y de vertedero, también de reciclaje; ya que las materias primas provienen de la tierra, los desechos van a ella y se degradan naturalmente también ahí. Sin embargo, la capacidad del planeta es finita, y en la actualidad los recursos naturales están siendo sobreexplotados por el ser humano.

---

<sup>9</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Doctorado en Estrategias para el desarrollo agrícola regional, Puebla 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162. Correo electrónico: [biofranklin@yahoo.com](mailto:biofranklin@yahoo.com).

<sup>10</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [bramirez@colpos.mx](mailto:bramirez@colpos.mx)

<sup>11</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pjuarez@colpos.mx](mailto:pjuarez@colpos.mx)

<sup>12</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Centro Interdisciplinario de Postgrado Investigación y Consultoría. 21 Sur 1103 Col. Santiago 72160, Puebla, México. Telf.(+52) 222-2299400 ext. 7527. Email: [beatriz\\_pereztij@yahoo.com.mx](mailto:beatriz_pereztij@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [nestrela@colpos.mx](mailto:nestrela@colpos.mx)

<sup>14</sup> Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pacoescoca@hotmail.com](mailto:pacoescoca@hotmail.com)

<sup>15</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Dirección: México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [gramirez@colpos.mx](mailto:gramirez@colpos.mx)

Con este principio se definió el concepto de Desarrollo Sostenible que se refiere al desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer su capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades (Enkerlin, 2004: 434). Para Daly (2004: 2) el desarrollo sostenible supone una gestión de recursos renovables sometida a dos principios en donde las tasas de recolección deben ser iguales a las tasas de regeneración (producción sostenible) y las tasas de emisión de residuos deben ser igual a la capacidad natural de asimilación de los ecosistemas donde se emiten los residuos. En cambio Altieri (1995: 12) entiende la sostenibilidad desde otro punto de vista, y menciona que es una versión del concepto de "rendimiento sostenido", es decir, la condición o capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema que tiene la capacidad de renovarse por sí mismo o que su renovación no está en riesgo.

Sin embargo, la escasa o nula planificación en la localización de las actividades económicas y de asentamiento humano en el territorio, junto con el crecimiento de la población y la persistencia de la pobreza, sobre todo en el ámbito rural, actúan en la intensificación de la vulnerabilidad ambiental en el mundo. Ello se manifiesta en el aumento de los desastres naturales y en el desequilibrio de los sistemas ecológicos; afectando directamente el manejo de los recursos naturales y los espacios ecológicos que de una u otra forma juegan un papel importante en la vida de las familias de las zonas rurales. Al respecto Larraín y Housley (1994: 67) menciona que un desastre natural se produce por una relación inadecuada entre las personas y dicho sistema, y se materializa a través del riesgo percibido; y es el hombre quién al ocupar áreas de riesgo establece el daño potencial de un evento natural.

Es importante destacar que los sistemas naturales dependen de los agentes externos con los que se relaciona para poder funcionar y permanecer en equilibrio, caso contrario a lo que se observa en el manejo de agro ecosistemas y explotaciones industriales, que no han seguido un manejo sostenible y han incidido en romper con la cadena y funcionamiento normal de la naturaleza, factor que desencadena eventos que son imposibles de controlar y con ello generan impactos generalizados en el medio ambiente (Shrubsole, 2000: 30).

Los desastres dependiendo de su impacto en el medio ambiente pueden ser medidos en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, (Wilches, 1993: 9; INEGI, 2005). En este contexto, Macías y Padilla (1993: 71) asumen que la mayoría de los desastres están conectados a variables climáticas y pueden ser potenciados por acciones humanas, debido a los procesos de deforestación y ello trae como consecuencia inundaciones, deslizamientos de tierra durante periodos lluviosos, ocasionados por indebidos usos urbanos y rurales de suelos en las laderas, incendios forestales inducidos por prácticas agrícolas de tala y quema durante periodos de sequía.

La explotación desmedida de los recursos naturales por personas y especialmente las no vinculadas al campo han contribuido al cambio climático y este genera fenómenos naturales, que en su mayoría se desencadenan en desastres naturales por el manejo insostenible de los recursos por parte del hombre, debido a que la naturaleza no es capaz de soportar tanta liberación de energía contaminante, al actuar como depósito de desechos generados por el hombre.

Al respecto se observa que los desastres naturales han aumentado en los últimos 20 años y han dejado aproximadamente 3 millones de personas muertas en el mundo; han impactado por lo menos a 800 millones de personas y han ocasionado pérdidas económicas por más de 50,000 millones de dólares en daños a la propiedad, uno de los sectores económicos más afectados es el agrícola (Navarro, 2009: 4). Pero las pérdidas no son solo económicas, de acuerdo a OFDA (Office of Foreign Disaster Assistance) y CRED (Research on the Epidemiology of Disasters 2002), en el mundo han fallecido, 7'477,552 millones de personas por inundaciones en el período 1900-2001, con una población total afectada de 238 millones de habitantes (CEPAL, 1999).

Con respecto a México, se puede decir que su ubicación geográfica, tiene características climáticas, topográficas, orográficas e hidrológicas, actividad volcánica y sísmica que derivan porque parte de su territorio está sobre placas tectónicas en constante movimiento, lo que ocasiona que esté expuesto a una diversidad de siniestros de tipo natural, acompañado de ellos, el mal manejo que se le brinda a los recursos naturales, lo cual contribuye al suceso continuo de siniestros de tipo antrópico, los cuales han cobrado miles de víctimas e impactado miles de hectáreas de terrenos de cultivos, en manos de personas de escasos recursos, que hacen frente a ellos con mínimos resultados favorables.

En relación a esto, en las últimas dos décadas los fenómenos de mayor impacto socioeconómico que han afectado el espacio rural mexicano; y específicamente en la parte agrícola, han sido los siniestros de carácter antrópico es decir, explosiones por el mal manejo de hidrocarburos, incendios y los desastres naturales, entre ellos destacan los de tipo hidrometeorológico; y se tiene que el monto de los daños causados por estos eventos alcanzó los 1'300,000 millones de pesos en daños directos al sector agrícola (SEMARNAT, 2007; Jovel,1989: 133). Es importante mencionar que una proporción significativa de la población rural afectada está conformada por estratos sociales pobres y marginados (Dettmer, 2006: 4).

La población es vulnerable a los desbastadores efectos por siniestros, máxime aquellas asentadas en regiones inseguras donde se han manejado de manera insostenible los recursos con una acentuada degradación ambiental

En este sentido se tienen que actualmente el 58% de hogares rurales en México se encuentran por debajo de la línea de pobreza (CONAPO, 2003); y que la población rural económicamente activa ocupada en el sector primario pasó del 67.3% en 1940 al 16.3% en el año 2000 y sólo el 24% de la población habita en comunidades rurales con núcleos de población menor a 2,500 habitantes (INEGI, 2006).

Al analizar históricamente la población rural, se tiene que ha perdido importancia en términos porcentuales, en 1921 era de 10'000,000 millones de habitantes y representaba 68% de la población total, en el 2011 es de 25 millones y representa 25% de la población del país (CEPAL, 2006).

Entre 1995 y 2000 casi la mitad de la población rural, (47.5%) migró de una ciudad a otra, mientras las migraciones del campo a la ciudad representó 18.3% de los flujos, la mayoría de las poblaciones migraron de la zona Norte hacia la zona Sur, debido a: presión del desierto, heladas, granizadas, incendios, sismos, explosiones, derrames de petróleo, con daños a sus suelos, dejando de ser productivos, asentándose fundamentalmente en el Centro y Sur de México, donde se contrasta con el desarrollo urbano de donde provienen (CONAPO, 2004).

El riesgo y la vulnerabilidad de la población afectada, es una característica que en términos generales es externa al arreglo humano de un lugar específico, aunque, por otro lado, algunos

autores consideran que este factor se construye en la medida en que la población ocupa zonas de alto riesgo (Tobin y Burrell, 1997: 24).

El estudio se abordó con el enfoque agroecológico, como una alternativa para el desarrollo sostenible, paradigma que se basa en entender las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Este enfoque se sustenta en tres dimensiones para el estudio: La ecológica desde la racionalidad hacia el medio ambiente; la social, tocante a la equidad social y la económica en referencia a la rentabilidad (Ocampo, 2004: 20), al igual que la propuesta de una agricultura sin el deterioro de los recursos naturales y las relaciones sociales. El enfoque agroecológico surge a raíz del crecimiento sin futuro debido al consumo indiscriminado y agotamiento de los recursos naturales, y de la destrucción de la biodiversidad.

Partiendo de este contexto en la presente investigación se resalta la problemática de los agricultores y sus familias vulnerable a los siniestros naturales y antropogénico; y quienes sufren los mayores impactos por estos eventos debido a la marginación y pobreza en la que viven, proponemos analizar su ocurrencia y los efectos directos al medio rural y su impacto fundamentalmente en el sector agrícola, efectos en la economía de las poblaciones, y el medio ambiente.

## **1.2 Metodología**

La presente investigación se basa en información secundaria. Se recopiló información sobre los siniestros en México para analizar su ocurrencia y los efectos directos al medio rural y su impacto, fundamentalmente en el sector agrícola, efectos en la salud de las poblaciones, y el medio ambiente. Los datos se obtuvieron a partir de una revisión bibliográfica de fuentes secundarias, compilación de artículos con información relacionada a siniestros, se realizó una revisión hemerográfica con datos de contexto para su construcción.

Los principales casos que se abordan son siniestros de tipo natural tales como granizadas, heladas, incendios, sismos e inundaciones, en el caso de los eventos de tipo antrópico tenemos los siniestros por explosiones o derrames de hidrocarburos. Se abordan diversos casos de derrames, que generaron impactos negativos en zonas rurales, afectando fundamentalmente poblaciones del

sector agrícola, con la contaminación de sus suelos y la pérdida de sus cosechas, además con efectos colaterales en la salud de las personas, de los animales y un impacto negativo creciente en el medio ambiente.

En la presente investigación se asume que los siniestros que se presentan en México, afectan más a las personas de escasos recursos y que tienen problemas de pobreza, inequidad y marginación, ubicadas en espacios rurales que se dedican a la agricultura, impactando aún más la vulnerabilidad de los mismos y su situación económica.

### **1.3 Pobreza y siniestros en el medio rural mexicano**

La pobreza en el umbral del siglo XXI es una verdadera afrenta a la dignidad humana, cuando casi 12'000,000 millones de niños mueren antes de cumplir cinco años y más de 800 millones de personas pasan hambre (Verdeja, 2010: 23).

En el año 2001, México tenía 25'000,000 millones de personas que se encontraban en condiciones de pobreza alimentaria, 31 millones en pobreza de capacidades y 53 millones en pobreza de patrimonio, además existen 85 municipios con pobreza alimentaria mayor a 60% y de muy alto grado de rezago social, la mayoría ubicados en la zona centro-sur (SEDESOL, 2002).

Las zonas Centro-Sur, (Cuadro. 1) tienen el mayor número de pobres en sus diferentes formas de clasificación; y es donde se concentra la mayoría de las poblaciones dedicadas a la agricultura y por ende la concentración de espacios rurales que están siendo ocupados por productores agrícolas. Otro aspecto interesante que se puede observar es que los estados más poblados son los que presentan un índice de marginación alto y son los más pobres, con mayores índices de pobreza alimentaria y con un aporte menor al Producto Interno Bruto nacional (PIB).



Cuadro 1. Estimaciones de la incidencia de la pobreza nacional en principales estados de México, 2005.

| Estado          | Población<br>(millones de hab) | Pobreza<br>alimentaria | Pobreza de<br>capacidades | Pobreza de<br>patrimonio | Incidencia<br>de rezago<br>social | Lugar según<br>pobreza en el<br>contexto<br>nacional | *PIB     |
|-----------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|----------|
| <b>Nacional</b> | <b>112 322 757</b>             | <b>18.1</b>            | <b>25.1</b>               | <b>48.2</b>              | <b>X</b>                          | <b>x</b>   | <b>x</b> |
| Chiapas         | 4' 793, 406                    | 47                     | 55.9                      | 75.7                     | Muy alto                          | 1  | 1.7      |
| Guerrero        | 3' 386, 706                    | 42                     | 50.2                      | 70.2                     | Muy alto                          | 2  | 1.7      |
| Oaxaca          | 3' 801, 871                    | 38.1                   | 46.9                      | 68                       | Muy alto                          | 3  | 1.6      |
| Puebla          | 5' 779, 007                    | 26.7                   | 35.3                      | 59                       | Muy alto                          | 4  | 3.7      |
| Veracruz        | 7' 638, 378                    | 28                     | 36.3                      | 59.3                     | Alto                              | 5  | 4.1      |
| Campeche        | 822, 001                       | 20                     | 27.3                      | 51.4                     | Alto                              | 9  | 1.2      |
| San Luis P.     | 2' 585, 942                    | 25.7                   | 33.3                      | 55.5                     | Alto                              | 10   | 1.7      |
| Tlaxcala        | 1' 169, 825                    | 17.9                   | 26.2                      | 51.4                     | Medio                             | 13   | 0.5      |
| Tabasco         | 2' 238, 818                    | 28.5                   | 36.6                      | 59.4                     | Medio                             | 14   | 1.2      |
| Zacatecas       | 1' 490, 550                    | 20.9                   | 29.3                      | 53.6                     | Medio                             | 16   | 0.8      |

Fuente: Elaboración a partir de estimaciones del CONEVAL con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005.

\*PIB (Producto Interno Bruto)

Se puede decir que la pobreza es la carencia de bienes básicos necesarios para la vida como nutrición, salud, educación, vivienda, agua y otros servicios básicos; y una política antipobreza debe orientarse a mejorar el acceso de los pobres a estos bienes (Streeten, 1981: 16).

Es por ello, que cuando hablamos de carestía nos referimos a las capacidades de las personas de adquirir lo necesario para subsistir, la pobreza y la distribución del ingreso son un resultado de un proceso de evolución económica y de organización de una sociedad, las causas y magnitud de la pobreza y los factores que explican la desigualdad en la distribución del ingreso depende de las formas en que se asuma el desarrollo en un país o un grupo de países, cuánto más bajo y discontinuo es el crecimiento económico, tendremos bajos salarios y sobre explotación de recursos primarios; y menor su capacidad redistributiva, más tiende a perpetuarse la incidencia de pobres sobre el total de la población debido a la marginación social existente.

En relación a esto, Aguilar y Graizbord (2001: 35) mencionan que existe una superficie total cerca de 200 millones de hectáreas de suelos destinados para el agro, sin embargo, se destinan a la producción agrícola aproximadamente un 15% del total. En donde las zonas desérticas abarcan

cerca de la mitad del territorio. El 60% de la producción agrícola se dedica a los cultivos tradicionales, es importante mencionar que la productividad de la agricultura es inferior a la productividad de otros sectores, la agricultura emplea el 20% de la población económicamente activa y genera menos del 8% del Producto Interno Bruto (PIB) (Klaus y Lavandenz, 2001: 20).

En este contexto las entidades federativas que superan el millón de habitantes rurales, destaca Veracruz (2.8 millones), Chiapas (2.1 millones), Oaxaca (1.8 millones), México (1.7 millones), Puebla (1.5 millones), Guanajuato (1.5 millones), Michoacán (1.3 millones), Guerrero (1.3 millones) e Hidalgo (1.1 millones). En conjunto concentran 63% de la población rural del país (RAN, 2006). Al analizar la distribución de la población rural por regiones, se encuentra que el Centro (22%) tiene la mayor concentración, le sigue el Sur (21.9%), Golfo (15.0%) y Centro Norte (13.3%). En estas regiones residen tres de cada cuatro habitantes rurales del país (CONAPO, 2003). En donde el tamaño promedio de las localidades rurales se tienen que pasaron de 151.5 habitantes por Km<sup>2</sup> en 1950 hasta alcanzar un máximo de 208.7 habitantes por Km<sup>2</sup> en 1970 y a partir de entonces ha ido disminuyendo su población paulatinamente, en el año 2000 llegó a los 125.9 habitantes por Km<sup>2</sup>(CONAPO, 2002).

De estas poblaciones rurales, en el año 2000, 32.5% tenían un grado de marginación muy alto y el 46.5% alto, lo que significa que dos de cada tres habitantes rurales residen en localidades con alta o muy alta marginación (Casassus, 2003: 23). Es importante mencionar que la región sur presenta el mayor rezago, concentra 21 mil localidades con una población de 4.8 millones de personas en situación de alta y muy alta marginación, la mayoría de estas localidades se encuentra en zonas montañosas y en las selvas, donde las condiciones de accesibilidad son difíciles, le sigue la región del Golfo, donde la dispersión poblacional es alta y las condiciones de marginación comprometen cerca de 2.8 millones de pobladores rurales, ubicados en su mayoría en el estado de Veracruz (Piñeiro, 2001: 2).

De acuerdo a CONAPO (2002) la mayor incidencia de marginación se concentra principalmente en los núcleos de población indígena. Se estima que el 99.9 % de las localidades predominantemente indígenas tienen un grado de marginación alto y muy alto, En general en

México un 78% de la población vive en pobreza, de este porcentaje el 44.6% vive en pobreza extrema (CEPAL, 2006).

En las regiones Centro y Centro Norte, los estados de Hidalgo, Puebla y San Luis Potosí tienen la mayor población con marginación alta y muy alta que asciende a 2.8 millones de habitantes (Díaz, 2009: 2). En estos estados se localiza la población con mayor marginación y coincide con su ubicación en las zonas serranas, en el norte de Puebla, o en áreas desérticas o semidesérticas, como el Valle del Mezquital en Hidalgo, aquí la dotación de servicios públicos e infraestructura es insuficiente para atender las necesidades de sus habitantes y el impacto por siniestros en décadas ha sido alto (Suarez *et al.*, 2009: 3).

#### **1.4 Siniestros y su impacto en la agricultura mexicana**

México está expuesto a siniestros naturales debido a su ubicación en el trópico que lo hace vulnerable a ciclones o huracanes y maremotos (tsunamis), que se relacionan con los terremotos, deslizamientos, sequías, inundaciones, desertificación, vientos, tolvánicas, temperaturas extremas (calor y frío) y otras calamidades naturales, industriales (Petróleo) y socioeconómicas que fundamentalmente afectan al medio rural, donde se encuentran las personas con mayor carestía. Se puede decir que los desastres naturales han causado un número importante de víctimas fatales y cuantiosas pérdidas agrícolas durante muchos años, con fuertes oscilaciones año con año, donde el calentamiento global ha venido repercutiendo en el cambio climático del mundo; y es uno de los efectos más recurrentes y de mayor impacto que se ha generado producto al manejo insostenible y la sobreexplotación a la que es sometida la naturaleza.

En este sentido el Instituto para el Cambio Climático (IPCC, 2007) plantea que se tendrá mayor cantidad de sequías, con efectos adversos para la agricultura, con pérdidas entre el 58% y un 65% del área de producción de maíz; y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2000) considera que el 47.5% del territorio Nacional es árido y estipulan una erosión hídrica del 99.83% en grados diversos, sumado a esto mencionan que existen 11,122 kilómetros de costa tendientes a desaparecer por el incremento del nivel de mar, por lo que pueden perderse áreas altamente productivas en las siguientes dos décadas (Hernández *et al.*, 2010: 136).

Con respecto a la pérdida de vidas humanas, de acuerdo con Macías y Calderón (1994: 234) mencionan que hay datos históricos, en el caso de México, donde las epidemias, huracanes, heladas y explosiones, generaron el mayor número de muertos y heridos, se añaden a estos escapes de combustibles, incendios, olas de calor, plagas, vendavales y contaminación. En uno de los casos de mayor incidencia tenemos el impacto del huracán Stan y Wilma en el 2005 que afectó directamente cinco estados del país, con 98 muertes, en Tlaxcala se dieron inundaciones y deslizamientos de tierras, las lluvias torrenciales causaron daños por 21.1 mil millones de pesos (García *et al.*, 2006: 133).

Los eventos anteriores en parte se desencadenan por un proceso de deterioro ambiental que se ha generado por la sobre explotación de los recursos y el manejo insostenible al que son sometidos, la explotación poco amigable de los recursos más la explosión demográfica han incrementado las necesidades de las poblaciones y el agotamiento de los recursos.

Es por ello que la situación ambiental en México ha ido en decadencia con respecto a los sistemas de explotación, al respecto se tiene que se han perdido cerca del 37% de la cubierta forestal nacional; más del 80% de las pesquerías nacionales han alcanzado su aprovechamiento máximo; cerca del 45% de los suelos presentan algún tipo de degradación causada por el hombre; y 2,583 especies (entre plantas y animales) están consideradas dentro de alguna categoría de riesgo. A esto se suman la degradación de los recursos naturales y la pérdida de cosechas agrícolas y pecuarias, atenuando los ingresos de las personas que se dedican a esta actividad y con pocas oportunidades de conseguir un trabajo diferente al agrícola (Pérez, 2000: 69).

En el (cuadro. 2), se observa que la mayor parte de la población se encuentra en riesgo muy alto, afectando al 26% de la población, y ello obedece al impacto de los desastres ocurridos en el país, se puede ver que un alto porcentaje de pobladores ha sido afectada por siniestros ubicándose en niveles de muy alto y alto riesgo.

Cuadro 2. Riesgos por siniestros en México y sus efectos en las poblaciones

| <b>Grado de riesgo</b> | <b>Personas (Millones)</b> | <b>Porcentaje de población afectada</b> |
|------------------------|----------------------------|---|
| Muy alto               | 28.6                       | 26                                      |
| Alto                   | 11                         | 10                                      |
| Regular                | 24.2                       | 22                                      |
| Bajo                   | 14.3                       | 13                                      |
| Muy bajo               | 31.9                       | 29                                      |

Fuente: Elaborado a partir de datos de García *et al.*, 2006

Con respecto a las pérdidas económicas por siniestros ocurridos en México, han representado un importante impacto en el orden económico, (cuadro. 3) en el terremoto de 1985 se estima que los daños ascendieron a más de 4 mil millones de dólares con efectos indirectos a la agricultura y las poblaciones rurales (Macías y Calderón, 1994: 234).

Cuadro 3. Daños económicos por siniestros naturales en México 1980-2005, Impacto en el PIB

| <b>Año</b> | <b>Tipo de siniestro</b> | <b>PIB Nacional **</b> | <b>Total daños*</b> | <b>PIB</b> |
|------------|--------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| 1980       | Sequías                  | 4,718                  | 310.4               | 0.15       |
| 1985       | Sismos                   | 50,152                 | 4,674.80            | 2.39       |
| 1987       | Granizadas               | 203,341                | 0.3                 | 0.01       |
| 1989       | Incendios                | 544,978                | 648                 | 0.29       |
| 1991       | Explosiones (petróleo)   | 945,190                | 167.5               | 0.05       |
| 1996       | Heladas                  | 2'529,909              | 5.3                 | 0.01       |
| 2001       | Inundaciones             | 5'811,776              | 247.6               | 0.04       |
| 2005       | Huracanes y lluvias      | 8'374,349              | 2,754.00            | 0.71       |

Fuente: Elaboración a partir de datos del (INEGI, 2006)

\*millones de dólares a precios corrientes

\*\*PIB (Producto Interno Bruto) millones de pesos a precios corrientes

Los siniestros hidrometeorológicos, son los eventos con más impactos en las poblaciones, fundamentalmente pobres que viven en espacios rurales y se dedican a las actividades agropecuarias afectando sus suelos e cultivo como consecuencia de las inundaciones, erosiones y exceso de agua, fundamentalmente las de mayor recurrencia son las inundaciones, consideradas como una de los fenómenos de mayor impacto económico a escala mundial, debido a los daños que ocasionan en grandes extensiones territoriales, fundamentalmente espacios de poblaciones agrícolas. En México en promedio penetran anualmente al territorio nacional cuatro ciclones

destruictivos, produciendo lluvias intensas que generan inundaciones, regularmente afectan a más del 60% del territorio nacional. A partir de 1971 y hasta el 2001, en México se registraron 27 inundaciones, que se convirtieron en desastres, los cuales ocasionaron 4,941 pérdidas humanas y afectaron a 1.9 millones de habitantes y las pérdidas materiales ascendieron a más de 412,000 mil millones de dólares. Los estados más afectados fueron Chiapas, Veracruz, Puebla, Tabasco, Yucatán y México (CENAPRED, 2001).

De este tipo de fenómenos, el huracán Gilberto, que penetró en tierras mexicanas durante el mes de septiembre de 1988 es el que mayores daños causó a la agricultura y poblaciones de 6 estados, dejando un total de 95,007 hectáreas destruidas, 269,121 hectáreas parcialmente destruidas, 9,739 casas destruidas y 225 muertos. Es notable que los fenómenos de tipo hidrometeorológicos son los que mayores pérdidas económicas registran y en este año superaron por mucho la tendencia que seguían, durante el 2005 poco más del 99% del total de pérdidas estimadas se debieron a estos fenómenos, en especial a huracanes y tormentas tropicales, que dejaron como saldo un total de 1 millón de ha de cultivos dañadas y 2,767 personas muertas. La pérdida material traducida en valor monetario arrojó un estimado de pérdidas de poco más de 45.4 mil millones de pesos, (CENAPRED, 2004).

Otro evento que ha afectado los espacios rurales con grandes pérdidas para la agricultura y con una recurrencia repetitiva son las sequías, los efectos provocados inciden a mediano y largo plazo en las actividades ganaderas y agrícolas, pudiéndose prolongar por meses e incluso años.

En México, los estados del norte son los que presentan principalmente éste tipo de fenómeno. En 1988 las sequías dejaron un saldo de 542,000 mil hectáreas de cultivos dañadas, de las cuales un 40% correspondieron al estado de Oaxaca y el 30% al estado de México. A la cifra anterior se sumaron en Chihuahua, 439,000 mil hectáreas de cultivo que sufrieron daños parciales, Baja California Sur reportó la muerte de 20,000 mil reses, se registraron pérdidas por 100 mil millones de pesos para la agricultura en el estado de Guerrero, resultaron también dañadas 5,000 mil hectáreas de cultivos en Tlaxcala y se perdieron 12,000 mil hectáreas de maíz en Chiapas, estado que sin embargo, tiene históricamente el mayor índice de precipitación del país (1982 mm al año, siendo la media nacional de 777 mm). Las sequías arrasaron 45,000 mil hectáreas de cultivos, de las que casi la mitad correspondieron al estado de Durango, con 31,000 hectáreas afectadas

parcialmente, este fenómeno repercutió en la pérdida de 98,700 cabezas de ganado, principalmente en los estados Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán, las pérdidas globales se estimaron en 600 mil millones de pesos (CONAGUA, 1995).

La zona norte de México ha sido la que ha perdido más hectáreas dedicadas al cultivo, sobresaliendo la zona de Guanajuato (Cuadro. 4) con 4.5 millones de ha perdidas, Coahuila, Durango y Guanajuato se perfilan como los estados con mayor incidencia de sequías, las pérdidas totales en hectáreas fueron de 12 mil millones de hectáreas de terrenos agrícolas, lo que significó una pérdida de 1,212 millones de pesos mexicanos (SEMARNAT, 2000).

Al relacionar las pérdidas por sequía (Cuadro 4), Estados con un índice de rezago social alto han sido mayormente impactados, tal es el caso de Durango y Guerrero, que sumado a esto tienen un menor producto interno bruto (PIB), por lo que se hace crítico el efecto sobre las poblaciones, suelos, agricultura y el medio ambiente.

Cuadro 4. Estados de la república mexicana con mayor afectación por sequía en el período 2009/2010

| Estados    | Hectáreas                       |                     |                      | Pérdidas (miles de ha) todos los rubros | Monto (millones de pesos) | Índice de rezago social | Lugar respecto a pobreza en el contexto Nacional | *PIB |
|------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|---|---------------------------|-------------------------|--|------|
| Estado     | Producción total de granos (ha) | cosechadas (Granos) | sinistradas (Granos) |   |                           |                         |  |      |
| Coahuila   | 33,980                          | 32,476              | 955                  | 260                                     | 20                        | Muy bajo                | 30   | 3.3  |
| Durango    | 184,065                         | 161,948             | 4,120                | 1287                                    | 66                        | Medio                   | 18   | 1.3  |
| Guanajuato | 388,790                         | 237,480             | 105,095              | 4'525,000                               | 234                       | Alto                    | 11   | 3.5  |
| Guerrero   | 479,737                         | 361,357             | 4,455                | 741                                     | 32                        | Muy alto                | 2  | 1.7  |
| Jalisco    | 603,797                         | 377,455             | 37,904               | 1973                                    | 175                       | Bajo                    | 23   | 6.3  |
| Total      | 1,690,369                       | 1,170,716           | 152529               | 4261                                    | 527                       |                         | 84   |      |

Fuente: Elaborado a partir de datos de (SIAP, 2011) (INEGI, 2006)

La zona centro norte, también es vulnerable a tormentas de granizo asociadas a los cambios bruscos de temperatura y en consecuencia, a las tormentas eléctricas. Estas precipitaciones sólidas, en forma de granos de hielo de diversos tamaños, afectan principalmente a las regiones agrícolas, al acabar con los sembradíos, e incluso pueden causar la muerte de ganado menor y la destrucción de viviendas. Se presentan los estados de la república mexicana con afectaciones por granizo, (cuadro 5) se observa que 61,000 mil personas fueron afectadas, se perdieron 400,186

ha de terrenos de cultivos y los daños económicos se contabilizan por un valor de 7 mil millones de pesos en pérdidas exclusivas para la agricultura.

Cuadro 5. Afectaciones por granizada en México año 2008

| Estado             | Población afectada (Miles de personas) | Hectáreas dedicadas al cultivo | Hectáreas cosechadas | Hectáreas siniestradas | Perdidas (miles de pesos) | Índice de rezago social | Lugar en el contexto nacional | *PIB |
|--------------------|--|--------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|------|
| <b>Nacional</b>    |  | <b>21'902,572</b>              | <b>20'502,835</b>    | <b>1'399,737</b>       |                           |                         |                               |      |
| Baja California S. | 1,369                                  | 36,809                         | 34,564               | 2245                   | 123,000                   | Bajo                    | 22                            | 0.6  |
| Chihuahua          | 2,273                                  | 1'034,586                      | 960,565              | 74,021                 | 778,000                   | Bajo                    | 24                            | 4.3  |
| Coahuila           | 1,557                                  | 283,161                        | 252,834              | 30,327                 | 1'600,000                 | Muy bajo                | 30                            | 3.3  |
| Durango            | 1,366                                  | 716,151                        | 677,950              | 38,201                 | 1,352,000                 | Medio                   | 18                            | 1.3  |
| Guanajuato         | 3,491                                  | 1'105,148                      | 1'026,551            | 78,597                 | 1,451,000                 | Alto                    | 11                            | 3.5  |
| Jalisco            | 5,125                                  | 1'553,213                      | 1'397,329            | 155,884                | 1,685,000                 | Bajo                    | 23                            | 6.3  |
| Nuevo León         | 2,513                                  | 356,966                        | 337,853              | 19,113                 | 1,101,000                 | Muy bajo                | 32                            | 7.3  |
| Tlaxcala           | 655                                    | 238,330                        | 236,532              | 1,798                  | 163,500                   | Medio                   | 13                            | 0.5  |
| Total              | 18,349                                 | 5'324,364                      | 4'924,178            | 400,186                | 6'737,000                 |                         |                               |      |

Fuente: Elaborado a partir de datos (CENAPRED, 2001; CONEVAL, 2005; INEGI, 2010).

\*PIB (Producto Interno Bruto)

Los estados del Norte son recurrentes a los efectos por granizadas, las pérdidas por este evento han generado impactos negativos a sus economías, aunque los niveles económicos son mayores que los del centro-sur, los espacios afectados generalmente agrícolas, han provocado migraciones de poblaciones hacia la zona centro-sur del País, Jalisco también es uno de los estados más afectados con 155,000 hectáreas de cultivo perdidas, seguido de Guanajuato con 78,500 ha. Es importante señalar que Guanajuato ha sido afectado por este tipo de desastre impactando en su economía, sumado a esto el estado tiene un Alto índice de rezago.

Las regiones de Durango y Coahuila, tienen pérdidas económicas marcadas y una mayor cantidad de población afectada por este fenómeno, estos Estados dedican menor cantidad de hectáreas al cultivo que el resto del país lo que encarece aún más al sector agrícola y su producción.

En conjunto con las granizadas se desencadena otro evento que también ha provocado efectos en el sector agrícola como son las heladas. Estas representan un problema importante para la mayoría de los cultivos, a bajas temperaturas la mayoría de las funciones fisiológicas se paralizan



y en algunos casos estos niveles de temperatura llegan a ser letales. En el año de 1988, las heladas afectaron los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Veracruz, Puebla y Tlaxcala, causando 30 muertos. En Tamaulipas el 50 % del total del área cultivada de café fue desbastado, en tanto 250 toneladas de naranja se perdieron en Monterrey y 2,000 cabezas de ganado murieron en Reynosa (SIAP, 2005).

Las principales heladas se presentaron en los estados de Nuevo León, Coahuila, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y Chihuahua, causando un total de 52 personas fallecidas, 516,000 ha de cultivos fueron afectadas en Chihuahua, con pérdidas de 43,763 millones de pesos. En Puebla, el sector agrícola fue uno de los más afectados por este tipo de siniestros, 148 mil hectáreas de cultivos fueron afectadas, lo que viene a sumarse a los problemas que tienen los productores rurales del estado. Es importante mencionar que en este estado hay repetición de hasta 3 fenómenos por década con un impacto económico elevado para la población.

Cuadro 6. Afectaciones por Heladas en México período 2009/2010

| Estado     | Hectáreas dedicadas al cultivo (granos) | Hectáreas cosechadas | Hectáreas siniestradas | Pérdidas(miles de ha) total de rubros | Monto (millones de pesos) total | Índice de rezago social | Lugar en el contexto nacional | *PIB |
|------------|---|----------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------|
| Coahuila   | 33,980                                  | 32,476               | 955                    | 19,428                                | 3,527                           | Muy bajo                | 30                            | 3.3  |
| Chihuahua  | 247,634                                 | 241,964              | 5,000                  | 516,229                               | 43,763                          | Bajo                    | 24                            | 4.3  |
| Nuevo león | 23,644                                  | 21,392               | 1,841                  | 42,047                                | 15064                           | Muy bajo                | 32                            | 7.3  |
| Puebla     | 594,736                                 | 478,559              | 18,966                 | 147,861                               | 18,708                          | Muy alto                | 4                             | 3.7  |
| Tlaxcala   | 120,372                                 | 103,098              | 722                    | 27,824                                | 3458                            | Medio                   | 13                            | 0.5  |
| Veracruz   | 575,243                                 | 446,019              | 64,651                 | 48,649                                | 3,754                           | Alto                    | 5                             | 4.1  |
| Total      | 1'595,609                               | 1'323,508            | 92,135                 | 802,038                               | 88,274                          |                         |                               |      |

Fuente: Elaborado a partir de datos (SIAP, 2011; CONEVAL, 2005)\*PIB (Producto Interno Bruto)

Las heladas han provocado pérdidas cuantiosas en la mayor parte del país, en donde el estado de Puebla y Veracruz están considerados dentro de los más afectados, a ello hay que agregarle que tienen muy alto y alto índice de rezago, ocupando los puestos 4 y 5 a nivel nacional respectivamente. Las pérdidas por heladas ascendieron a 4 mil millones de pesos, los espacios más afectados en el caso de Puebla y Veracruz son los de tipo agrícola, con efectos negativos sobre los cultivos.

<sup>16</sup>En el año 2011, las heladas en la zona Norte de México, provocaron la pérdida de 500,000 mil hectáreas de cultivos con pérdidas de 4.5 mil millones de toneladas de maíz, se afectaron 500,000 hectáreas con otros cultivos, las pérdidas ascienden a 50 mil millones de pesos, de los cuales 30 mil millones correspondieron a maíz, frijol, garbanzo y jitomate. En el estado de Guanajuato se perdió el 70% de la producción, en 33 municipios de los 46 que lo conforman. Si se considera el índice de rezago social de Guanajuato (Alto) y su lugar respecto a pobreza en el contexto nacional (11), la situación resulta más compleja para las familias afectadas de las zonas rurales, en el 2008 se perdieron 1.3 millones de hectáreas de cultivo, sin embargo solo en el primer bimestre del 2011, se perdieron 1 millón de hectáreas de cultivo en la zona norte y occidente del país, estas afectaciones se deben en gran medida a los efectos del cambio climático.

Por otra parte, México es vulnerable a movimientos telúricos, siniestro natural que han causado millones de víctimas y daños a la infraestructura agrícola y urbana.

A escala mundial, México es uno de los países con mayor actividad telúrica, los epicentros de la mayor parte de los sismos con magnitud mayor o igual a siete grados en escala Richter se concentra en el llamado cinturón circumpacífico que comprende a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Pero también han ocurrido grandes sismos en Puebla, Veracruz, Estado de México y Baja California.

Según datos estadísticos, se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a cuatro grados en la escala de Richter, lo que equivale al 60% de los sismos que se registran en el mundo. Las afectaciones de mayor relevancia se reflejan en pérdidas humanas e infraestructura entre las que destacan las del sector agrícola. En el país existen 35 millones de personas con alto riesgo a sismos de un total de 112'663,388 millones de habitantes en la república (INEGI, 2010; Hitz y Kriesch, 2000: 2).

Los estados con mayor riesgo y donde ocurren sismos superiores a los 7 grados en escala Richter destaca Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Puebla y el Distrito Federal. Otras entidades donde también se presentan sismos de gran magnitud, aunque con menor frecuencia,

---

<sup>16</sup>Pérez. U. M. García. C (2011: 36) Prevén emergencia alimentaria por heladas. La Jornada, <http://www.jornada.unam.mx/2011/02/15/index.php?section=estados&article=036n1est> 10am. Pág. 36.

son los estados de Chiapas, México, la Península de Baja California y Sonora (Suárez y Jiménez, 1987: 1).

El sismo en 1985, significó la pérdida de 4100 millones de dólares, equivalente a 2.1% del PIB de ese año y 2.39% del PIB del total de sismos del país; el 13.5% de la formación bruta de capital, o el 11% del gasto total del Gobierno Federal. Tuvo además efecto perceptible sobre las finanzas públicas y el sistema de intermediación financiera. Debido a que unas 150,000 personas quedaron temporalmente desempleadas y se estima que hubo una reducción de unos 84 mil millones de dólares en el ingreso personal (INEGI, 2006).

Otro evento sísmico con desastres significativos para el agro es el sismo de Mexicali y Sonora que impactó directamente la agricultura en el año 2010, destruyendo 50% de los canales de riego de cultivos y dejó en riesgo unas 90,000 hectáreas de cultivos. En esta entidad se siniestraron unas 60,000 hectáreas con pérdidas de 535 mil millones de pesos. En Sonora, se destruyeron 30 mil hectáreas, las cuales corresponden a cultivos de trigo y alfalfa, cuyo costo en el mercado estima en 200 mil millones de pesos, en total los dos Estados suman pérdidas por 1960 mil millones de pesos<sup>17</sup>.

La agricultura mexicana también ha sido golpeada por eventos antrópicos que han dejado pérdidas millonarias para el agro mexicano, durante décadas, los impactos por emergencias ambientales ha sido altos, principalmente por los efectos de explosiones por la ruptura de ductos, también se asocian otras de tipo industrial, e incendios, las cuales generaron altos índices de poblaciones afectadas y miles de hectáreas de cultivos dañadas. Ello se debe a la creciente actividad industrial que se desarrolla en México y el aumento del riesgo por alguna contingencia de tipo químico. Ejemplo de esto, en Puebla existen 10 corredores industriales, 73 fábricas de alto riesgo, distribuidos en 16 municipios, la mayoría en la ciudad de Puebla, además existen gasoductos de entre 18 y 48 pulgadas que atraviesan 25 localidades vulnerables a derrames o algún tipo de explosión. En las zonas rurales se considera que los efectos principales recaen sobre

---

<sup>17</sup>Heras. A. Gutiérrez. U. (2010: 28). La Jornada, Emergencias en Sonora y Mexicali por el sismo. <http://www.jornada.unam.mx/2010/04/10/index.php?section=estados&article=028n1est> pag.28. 16/02/2011/2:00pm.

los suelos de cultivos pertenecientes a las personas más pobres del estado (Ocampos y Melgarejo, 2000: 9).

Cuadro 7. Emergencias ambientales reportadas por PROFEPA 1996-2002

| Estado     | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | Número de emergencias totales | % total | Índice de rezago social |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|---------|-------------------------|
| Tabasco    | 113  | 116  | 57   | 100  | 85   | 89   | 92   | 957                           | 19.73   | Medio                   |
| Veracruz   | 105  | 121  | 130  | 107  | 103  | 97   | 73   | 847                           | 17.46   | Alto                    |
| Campeche   | 15   | 70   | 55   | 45   | 34   | 42   | 41   | 337                           | 6.95    | Alto                    |
| Guanajuato | 29   | 16   | 35   | 24   | 31   | 37   | 6    | 216                           | 4.45    | Alto                    |
| Chiapas    | 34   | 24   | 19   | 18   | 21   | 21   | 32   | 216                           | 4.45    | Muy Alto                |
| Coahuila   | 25   | 27   | 16   | 14   | 24   | 19   | 12   | 185                           | 3.81    | Muy bajo                |
| Nuevo León | 19   | 20   | 28   | 14   | 19   | 23   | 25   | 181                           | 3.73    | Muy bajo                |
| Tamaulipas | 17   | 10   | 7    | 9    | 8    | 32   | 30   | 165                           | 3.4     | Muy bajo                |
| Jalisco    | 27   | 15   | 13   | 9    | 6    | 8    | 5    | 160                           | 3.3     | Bajo                    |
| Oaxaca     | 12   | 14   | 25   | 14   | 15   | 20   | 16   | 146                           | 3.01    | Muy alto                |
| México     | 25   | 10   | 13   | 7    | 4    | 22   | 20   | 143                           | 2.95    | Bajo                    |
| Sonora     | 20   | 25   | 20   | 10   | 11   | 15   | 4    | 136                           | 2.8     | Muy bajo                |
| Puebla     | 15   | 22   | 18   | 8    | 12   | 15   | 19   | 132                           | 2.72    | Muy alto                |

Fuente: Elaborado a partir de datos (PROFEPA, 2003)

Veracruz, Campeche, Guanajuato y Chiapas, son los estados con índices de rezago (altos), mayormente afectados por emergencias ambientales y considerado como los estados con mayores índices de pobreza en México, las emergencias que se reportan, impactaron fundamentalmente a poblaciones rurales, pobres, marginadas y ocasionaron daños a suelos de cultivo.

Cuadro 8. Incendios ocurridos en diversos Estados de la República Mexicana, 1988

| Estados  | Hectáreas cultivadas | Incendios | Tipo de siniestro (ha) |          |        |         | Índice de rezago social | Lugar en el contexto nacional con respecto a pobreza | *PIB |
|----------|----------------------|-----------|------------------------|----------|--------|---------|-------------------------|--|------|
|          |                      |           | Pastizal               | Forestal | Otros  | Total   |                         |  |      |
| Campeche | 232,970              | 76        | 182                    | 5,071    | 0      | 5,253   | Alto                    | 9  | 1.2  |
| Coahuila | 283,161              | 41        | 2,004                  | 2,093    | 10,505 | 14,602  | Muy bajo                | 30   | 3.3  |
| Chiapas  | 1'406,841            | 405       | 85,335                 | 65,883   | 47,590 | 198,808 | Muy bajo                | 1  | 1.7  |
| D. F.    | 885,915              | 1932      | 4,705                  | 316      | 714    | 5,735   | Muy bajo                | 31   | 22.8 |
| Durango  | 716,151              | 405       | 24,191                 | 20,422   | 24,347 | 68,960  | Medio                   | 18   | 1.3  |
| Total    | 3'525,038            | 2,859     | 116,417                | 93,785   | 83,156 | 224,398 |                         | 89   |      |

Fuente: Elaborado a partir de datos de (CENAPRED, 2001; CONEVAL, 2005)

\*PIB (Producto Interno Bruto)

En 1988 se sucedieron 2,859 incendios lo que provocó se siniestraran unas 224,000 ha de cultivo, entre pastizal y bosque, las pérdidas para la economía fueron estimadas en 570 millones de dólares y los estados más afectados fueron el Distrito federal y Chiapas, este último tiene un índice de rezago (muy alto) y el estado más pobre de la república, sumado a esto, es donde se concentra la mayor parte de las poblaciones agrícolas, que los hace vulnerables a siniestros con efectos negativos a su economía familiar.

Al respecto tenemos que los incendios de tipo forestal o agrícola, en México suman en pérdidas unas 141 mil millones de hectáreas, de las cuales 56 mil millones son arboledas, el 97% de los incendios forestales son causados por eventos antropogénicos (Rodríguez, 2006: 4). Es por ello que se considera que los incendios constituyen un importante factor en la deforestación y degradación de los ecosistemas, lo que representa el 2% de la afectación forestal nacional.

Otro evento de tipo antrópico y con mayor cantidad de emergencias y daños a suelos de cultivo, poblaciones y el medio ambiente son los derrames de hidrocarburos, el cual este material exógeno al suelo puede traducirse en un daño o pérdida de algunas o varias de las funciones fisiológicas en la cobertura vegetal y el suelo mismo, además la presencia de contaminantes por sobre ciertos niveles implica múltiples consecuencias negativas para la cadena alimenticia y por lo tanto para la salud humana (Moraga, 2003: 19). Existe también un efecto estético de la contaminación, más allá de la pérdida de capacidad de soporte al crecimiento vegetal, que impacta negativamente sobre el valor económico. Dado que el uso que se le dará al suelo es una función de su capacidad, si es un suelo contaminado, entonces su calidad, capacidad se ve disminuida, principalmente para la explotación y producción agrícola. En cuanto a los efectos negativos sobre las plantas, se muestran efectos tóxicos de los hidrocarburos (Pothuluri y Cerniglia, 1994: 92), además el contacto directo con las plantas origina quemaduras y la reducción de la fotosíntesis debido al recubrimiento de las hojas y tallos con petróleo (Freedman, 1995: 606). La exposición a concentraciones altas de petróleo según Ortiz (2001: 112) y Rivera (2004: 6) inhibe el crecimiento vegetativo y reduce la biomasa vegetal de pastos. El petróleo en el suelo puede eliminar la vegetación debido a sus propiedades fitotóxicas, aunque la intensidad del daño depende del tipo de petróleo (Chaîneau et al., 2000: 569; Plice, 1948: 413).

El (Cuadro. 9), nos muestra que los impactos por explosiones afecta la mayoría de los estados, con un total de 57, 244 personas involucradas por siniestros en un periodo de 5 años.

Cuadro 9. Daños a la población por explosiones reportadas a PROFEPA, 1998-2002

| Estados          | Afectados ( personas) |       |       |        |        |
|------------------|-----------------------|-------|-------|--------|--------|
|                  | D                     | L     | I     | E      | TOTAL  |
| Veracruz         | 62                    | 449   | 147   | 1,067  | 11,325 |
| Guanajuato       | 62                    | 391   | 171   | 10,420 | 11,044 |
| México           | 38                    | 154   | 274   | 5,592  | 6,058  |
| Jalisco          | 0                     | 243   | 243   | 5,648  | 5,910  |
| Nuevo León       | 2                     | 14    | 452   | 2,905  | 3,373  |
| Morelos          | 1                     | 0     | 6     | 3,000  | 3,007  |
| Baja california  | 3                     | 3     | 35    | 2,910  | 2,951  |
| Chihuahua        | 0                     | 0     | 242   | 2,665  | 2,907  |
| Distrito Federal | 7                     | 60    | 49    | 2,190  | 2,306  |
| Coahuila         | 17                    | 18    | 253   | 1,456  | 1,744  |
| Sinaloa          | 1                     | 40    | 155   | 1,004  | 1,200  |
| Aguas Calientes  | 0                     | 2     | 80    | 1,090  | 1,172  |
| Michoacán        | 7                     | 28    | 5     | 850    | 890    |
| Tamaulipas       | 9                     | 11    | 0     | 850    | 870    |
| Oaxaca           | 9                     | 21    | 317   | 350    | 697    |
| Hidalgo          | 17                    | 26    | 17    | 548    | 608    |
| Sonora           | 2                     | 16    | 9     | 470    | 497    |
| Colima           | 1                     | 1     | 8     | 400    | 410    |
| Puebla           | 2                     | 1     | 14    | 258    | 275    |
| Total            | 240                   | 1,478 | 2,477 | 43,673 | 57,244 |

Defunciones (D) Lesionados (L) Intoxicados (I) Evacuados (E)

Fuente: Elaboración a partir de datos (PROFEPA, 2003).

En relación a esto es importante señalar que en México y específicamente en el Estado de Puebla las emergencias ambientales son múltiples, tenemos muchos casos de explosiones o derrames de hidrocarburos que ocurren fundamentalmente en zonas rurales, por donde atraviesan la mayoría de ductos, con alta vulnerabilidad por derrames con efectos a los suelos agrícolas. Tal es el caso del derrame de Acatzingo en el año 2002, que dejó como saldo una niña muerta y 50 hectáreas de terrenos de cultivos dañadas (Machuca, 2002: 1). Por la explosión los productores perdieron todas sus cosechas y los suelos quedaron infértiles por años, dado que los procesos de recuperación de los mismos fueron tardados y la biorremediación de los mismos no se hizo eficientemente.

Sarmiento et al. (2009: 55) mencionan que en los estados de Tabasco, Veracruz, Puebla, Campeche, Guanajuato, Chiapas, Coahuila, presentaron el 50% de las emergencias ambientales,

Tabasco zona petrolera presentó un 20% del total de emergencias a nivel nacional, es importante mencionar que en Tabasco, el 0.07% de los suelos tienen cierto grado de contaminación por petróleo.

Otro caso es la explosión de un ducto de Petróleos Mexicanos (PEMEX) en el 2010, en el municipio de San Martín Texmelucan, con un saldo de 30 muertos, entre ellos 15 adultos y 15 menores de edad. El siniestro dejó además 83 casas con daños parciales y 32 con pérdida totales, la explosión abarcó una distancia aproximada de un kilómetro y medio y se expandió por 50 hectáreas de suelos de cultivo y por la ribera del río Atoyac, desencadenando impacto severo sobre la microfauna, microflora, biota y poblaciones humanas cercanas al río<sup>18</sup>.

En otro evento en el 2010, la explosión de la plataforma operada por la British Petroleum, provocó la muerte de 11 trabajadores, el derrame inicial y el ulterior hundimiento de la plataforma vertió alrededor de 478 millones de litros derramados, la fuga con una profundidad de 1,525 metros cubrió una extensión de 1,550Km<sup>2</sup>, más de 400 especies en la zona dependen del ecosistema del Golfo de México y se amenazaron por las gigantescas mareas negras del agua contaminada por el crudo, se consideró este evento como una “Catástrofe Nacional”, ya que el área afectada por el desastre es paso de migraciones de ballenas, delfines y miles de aves, que sufrieron los efectos de la gigantesca contaminación además se plantea que la remediación de daños en la zona llevará años para restablecerse (Steiner, 2010: 1).

Más allá de la relación entre desastres y desarrollo, es posible argumentar que los desastres son los indicadores más fieles de la insostenibilidad de los modelos de crecimiento económico impuestos; y las manifestaciones más álgidas de la crisis o problemática ambiental, con evidentes contradicciones que tipifican el problema del subdesarrollo. Existe un inadecuado proceso a través del cual la sociedad se apropia de la naturaleza para impulsar sus modelos de vida. No puede haber desarrollo sostenible sin reducción del riesgo; la problemática ambiental, definida estrechamente en términos de la destrucción o agotamiento de los recursos naturales es en esencia

---

<sup>18</sup>Cardozo. V. (2010: 1). Muertes por explosión en San Martín Texmelucan. La Jornada en Línea, México <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2010/12/19/deja-11-muertos-explosion-de-ductos-de-pemex-en-san-martin-texmelucan> 19 de Diciembre del 2010/10am. Pag. 1

el problema de la construcción social de amenazas. Procesos a través de los cuales la sociedad erosiona su base de existencia, transformando recursos en amenazas para la sobrevivencia (Anderson y Woodrow, 1989: 15).

## **1.5 Conclusiones**

La revisión de los datos expuestos en el presente documento, permite reconocer dos aristas que sirven de impulso inicial para una posible guía de análisis y acción futura. Una es el proceso crítico del campo mexicano desde hace décadas. La otra es la fragilidad del sistema agrícola ante fenómenos de tipo natural y antrópico, asociado a la explosión demográfica, marginación, pobreza y falta de atención gubernamental de este sector.

La crisis del sector agrícola se percibe fácilmente en su rostro humano más que en los datos, aún más se delimita cuando se cruza la frontera urbana y se accede a los espacios agrícolas rurales en todo México; y fundamentalmente en las zonas Centro y Sur de la república. Aunque también hay que reconocer que existen múltiples experiencias novedosas y exitosas de proyectos productivos que en algunos lugares prosperan adecuadamente, es preciso hacer notar que el campo atraviesa una crisis multidimensional en especial el elemento humano, inmerso en pobreza, marginación, y como consecuencia altos índices de migración, lo que se acompaña de un efecto colateral sobre las generaciones Jóvenes, que no ven lo rural como una alternativa al cambio social sino como una fatalidad, con un panorama crítico para el campesino, lleno de incertidumbre.

Por lo que toca al campo mexicano ante siniestros y fenómenos vividos y su reducida capacidad de amortiguamiento que tiene el sector agrícola, hay que decir que son a la vez la causa y el efecto de las condiciones y fotografías de lo que viven en la actualidad.

Los siniestros que ocurren por décadas, han tenido un impacto económico sobre el sector agrícola muy severo, considerado como los más desprotegidos, marginados, pobres y con índices de rezagos mayores que las demás poblaciones no agrícolas.

La relación de este todo y todas sus partes obliga a saber que las medidas de mitigación deben de ser diferenciadas pero sobre todo novedosas como mecanismo amortiguador de impactos generados a productores por siniestros.



Estos aspectos los podemos enfrentar en principio por nuevas formas de pensar el problema:

1-Modernizar la agricultura

2-Se hace necesario repensar el concepto de prevención, ampliar por un lado las consideraciones de las contingencias posibles y por otro, disminuir las condiciones de alto riesgo en la que sobreviven la mayoría de las poblaciones rurales de México.

3-Promulgación de políticas encaminadas al sector agrícola, que permitan disminuir el rezago de miles de productores agrícolas, permitiendo una mayor atención gubernamental, encaminada a la protección y aseguramiento de los mismos, ante posibles riesgos que acaban con sus cosechas y marginan aún más sus familias.

## **1.6 Bibliografía**

- Aguilar A. Graizbord, B. (2001). “La distribución espacial de la población. Concentración y dispersión”, La Población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI. México. Consejo Nacional de Población y Fondo de Cultura Económica, pp 35.
- Altieri M. A. (1995). *Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture*. Third Edition. Westview Press: Boulder .pp.12
- Anderson M. P. Woodrow (1989). *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disaster*. Westview Press. Boulder. pp. 15.
- CENAPRED (Centro Nacional Para la Prevención de Desastres) (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. <http://www.cenapred.unam.mx/es/>.
- CENAPRED (Centro Nacional Para la Prevención de Desastres). (2004). “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina). (1999). *El impacto de los desastres naturales en el desarrollo 1972-1999*.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina). (2006). *Panorama Social de América Latina 2005, El impacto de los desastres naturales en el desarrollo*, Washington DC.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (1995). Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. Resumen de los Fenómenos Hidrometeorológicos Más Importantes Ocurridos Durante el Año, Diciembre, México.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2002). Índices de marginación a nivel localidad. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2003). Prontuario Demográfico de México. México. Consejo Nacional de Población.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2004). Informe de ejecución del Programa de acción de la Conferencia Internacional sobre la población y el desarrollo, 1994-2003, México.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2005). Grado de rezago social, con base en el II Censo de Población y Vivienda, ENIGH, 2005. Incidencia de pobreza alimentaria, estimaciones.
- Casassus J. (2003). La escuela y la desigualdad, Santiago, LOM Ediciones. pp. 23.
- Chaîneau H.C. Morel L.J. Oudot. J. (2000). Biodegradation of fuel oil hydrocarbons in the rhizosphere of maize (*Zea mayz* L.). *J. Envir. Qual.* pp. 29: 569-578.
- Daly H. (2004). Criterios operativos para el desarrollo sostenible <http://www.eumed.net/cursecon/textos/Daly-criterios.htm.com>. pp.2
- Dettmer G. J. (2006). Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2006. pp 4. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10123868&ppg=4>
- Díaz B. A. (2009). Un análisis económico político para México del protocolo de Kioto. Perú: Red Académica Iberoamericana Local-Global, pp 2. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10327418&ppg=3>.
- Enkerlin E. (2004). ¿Qué es desarrollo sustentable? <http://www.fundacionsustentable.org/article434.html>.
- Freedman B. (1995). *Environmental Ecology. The Ecological effects of pollution, disturbance, and stresses.* 2ª ed. Academic Press. San Diego, CA, EEUU, pp. 606.
- García N. Arróliga, R. Marín. R. Cambrais. K. Méndez Estrada. D. Bitrán. B. (2006). Características e Impacto Socioeconómico de los Huracanes “Stan” y “Wilma” en la República Mexicana. pp. 133.
- Hernández C.M.E. Torres. T.L. Valdez. M.G. (2010). “Sequía Meteorológica”, en: C. Gay (ed.). México una Visión hacia el Siglo XXI. El Cambio Climático en México, pp.136.

- Hitz L. Kriesch. S. Schmid. E.R. (2000). Occurrence or predictable disaster, New models in earthquakes probability assessment, Swiss Re publishing. pp. 2.
- IPCC (Instituto para el cambio climático). (2007). Climate Change. The Physical Science Basis, IPCC, Geneva, Switzerland, <http://www.ipcc-wg2.org/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). Prontuario estadístico México. pp. 1-5
- INEGI (Instituto Nacional de estadística Geografía e informática). (2006). Distribución porcentual de la población económicamente activa (PEA) ocupada según sector de actividad, 1895 2000. [http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/población/2000/100historia/epobla10.asp?s=est&c=995](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/población/2000/100historia/epobla10.asp?s=est&c=995).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2006) Sistemas de cuentas Nacionales de México, Evaluación del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurredos en México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2010). Anuario estadístico agropecuario y aprovechamiento forestal del año 2008, México en cifras. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=11>. 16/02/2011/2:00pm.
- Jovel R. (1989). Los desastres naturales y su incidencia económico-social. Revista de la CEPAL N 38. pp.133-146.
- Klaus D. Lavadenz. I. (2001). Mexico's "second agrarian reform": Implementation and impact. World Bank, University of Maryland, Secretaría de Reforma Agraria, México. pp.20.
- Larraín N. Housley. S. P. (1994). Percepción y prevención de catástrofes naturales en Chile". Investigaciones, Ediciones Universidad Católica de Chile, pp. 67.
- Macías J.M. Padilla. C. (1993). Analizando el desastre de Guadalajara. CIESAS. México, D.F. pp.71.
- Macías J.M. Calderón. G. (1994). Desastre en Guadalajara: Notas preliminares y testimonios. CIESAS. México, D.F. pp.234.
- Machuca J. L. (2002). Explosión deja destrucción y muerte en San Martín Texmelucan La Jornada de Oriente, México, <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm> 22 de diciembre del 2010./ 2:00pm. pp. 1
- Moraga J. C. (2003). Remediación de Sitios Contaminados Golder Associates, pp 19
- Navarro M. V. R. (2009). Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad., Cuba: Centro Provincial de las Ciencias Médicas en Cienfuegos, pp. 4.
- Ocampos O. Melgarejo. P. G. (2002). Inestabilidad de laderas en la Sierra Norte y Nororiental del estado de Puebla. Elementos ciencia y cultura. Vol. 9.

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/srd/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29404708&iCveNum=1877>>.

- Ocampo F. I. 2004. Gestión del Agua y Sustentabilidad de los sistemas de pequeño Riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México. Universidad de Córdoba, España.
- Ortiz O.M. (2001). Bioensayos con *Cyperus elegans* para la determinación del potencial fitotóxico de suelos contaminados con hidrocarburos en el pantano de Santa Alejandrina, Veracruz. México. pp.112.
- OFDA-CRED (Base internacional de datos). (2002). Base internacional de datos. desastres naturales y el medio ambiente. [www.md.ucl.ac.be/cred](http://www.md.ucl.ac.be/cred).
- Pérez M. M. (2000) “Miradas y esperanzas puestas en el norte: migración de Veracruz a los Estados Unidos”, México, pp. 69-79.
- Piñeiro D. (2001). “Población y trabajadores en el contexto de transformaciones agrarias” en Giarraca, N. (Comp.) ¿Una nueva ruralidad en América Latina? Buenos Aires. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. pp. 2-10.
- Plice M. J. (1948). Some effects of crude petroleum on soil fertility. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* pp.13: 413-416.
- Pothuluri V.J. Cerniglia C.E. (1994). Microbial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons. En Chaudry RG (Ed.) *Biological Degradation and Bioremediation of Toxic Chemicals*. Dioscorides. Portland, OR, EEUU. pp. 92-123.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). (2003). Procuraduría federal del medio ambiente Estados Unidos Mexicanos.
- RAN (Registro Agrario Nacional). (2006). Acumulado histórico de la creación de sociedades rurales en México. <http://www.ran.gob.mx/ran/archivos/ServiciosRAN/estadisticas/cgsocrur.pdf>
- Rivera C.M.C. (2004). Clasificación de suelos tropicales influenciados por derrames de petróleo en Tabasco. *Tecnociencia Universitaria III (7)*: pp. 6-25.
- Rodríguez E. (2006). Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: diagnóstico sobre el riesgo y vulnerabilidad. República de México: Red Frontera Norte. pp. 4. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10118849&ppg=4>.
- Sarmiento T. O. Espinoza. M.R. Álvarez. R. J. (2009). Emergencia ambientales asociadas a sustancias Químicas en México. Instituto Nacional de Ecología. pp. 55 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316768&ppg=3>.

- SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social). (2002). Medición de la pobreza, variantes metodológicas y estimación preliminar. Comité Técnico para la Medición de la Pobreza. Serie documentos de investigación.
- Shrubsole D. (2000). Flood management in Canada at the Crossroads, Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto. Research Paper Series N°5, pp.30.
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y los Recursos naturales). (2000). Estadísticas selectas: agua. Extracción y usos principales del agua, [http://www.semarnap.gob.mx/naturaleza/estadisticaam/informe/medio\\_ambiente/agua/1-2-1.htm](http://www.semarnap.gob.mx/naturaleza/estadisticaam/informe/medio_ambiente/agua/1-2-1.htm).
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y los Recursos naturales). (2007) ¿Y el medio ambiente?. Problemas en México y el mundo, México, pp. 5.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2011). Datos estadísticos de la agricultura en México, datos anuales, revisado 16/02/2011/2:00pm, actualizado hasta el 31 de diciembre del 2010. Gobierno de México año del bicentenario de la Revolución, [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=347](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=347).
- Steiner R. (2010). British Petroleum "maquilla" el derrame de crudo y su impacto en el Golfo de México. Universidad de Alaska <http://www.greenpeace.org/argentina/prensa-rss/bp-maquilla-derrame-en-el-g.pág.1>. (consulta, 7 de mayo, 2010/ 9:00am).
- Streeten P. (1981), First Things First. Meeting Basic Human Needs in the Developing Countries, Oxford University Press, Oxford. pp. 16.
- Suárez G. R. y Jiménez. Z. J. (1987). "Sismo en la Ciudad de México y el Terremoto del 19 de septiembre de 1985", Cuadernos del Instituto de Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM México, D.F. pp 1-18.
- Suárez H. Fernández. D. Garza G. (2009). Impacto de la ciencia y la tecnología en la salud y el cuidado del medio ambiente acuático. Cuba: Editorial Universitaria. Biología Vol. 18, No.1. pp. 3. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10287278&ppg=3>
- Tobin G. y Burrell. M. (1997). Natural Hazards: Explanation and Integration, Nueva York, The Guilford Press, pp.24.
- Verdeja L. J. (2010). Tres décadas de pobreza en México 1970-2000: diagnóstico y propuestas. México: Instituto Politécnico Nacional, pp. 23. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10365632&ppg=23> Copyright © 2010. Instituto Politécnico Nacional. El rights reserved.
- Wilche C. G. (1993). La vulnerabilidad global. In Maskrey. A. Comp. Los desastres no son naturales. Colombia, La Red. pp. 9 - 50.

## CAPITULO II

### CONTAMINACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS POR HIDROCARBUROS: OPINIÓN DE LA POBLACIÓN ANTE EL SINIESTRO EN ACATZINGO PUEBLA<sup>19</sup>

Franklin RIVERA PINEDA<sup>20</sup>, Benito RAMÍREZ VALVERDE<sup>21</sup>, José Pedro JUÁREZ SÁNCHEZ<sup>22</sup>, Beatriz PÉREZ ARMENDÁRIZ<sup>23</sup>, Néstor ESTRELLA CHULIM<sup>24</sup>, Francisco ESCOBEDO CASTILLO<sup>25</sup>, Gustavo RAMÍREZ VALVERDE<sup>26</sup>

Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS), Campus Puebla, carretera Federal, México, Puebla, Km 125.5, 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162.

#### RESUMEN

México como país petrolero es afectado por derrames de hidrocarburos causando daños al medio ambiente y a la población. En este estudio se aborda el siniestro ocurrido en el municipio de Acatzingo, Puebla en enero del año 2002. El derrame afectó aproximadamente 50 ha de cultivo, además de daños ambientales y sociales a familias del municipio. Para conocer su impacto ocho años después, se encuestaron 159 productores, de los cuales 80 productores poseían terrenos que fueron afectados por el siniestro, y 79 no fueron afectados directamente, pero con características socioeconómicas y productivas similares. El estudio mostró que 46.3% de los productores

---

<sup>19</sup>Artículo recibido para su publicación en la revista *Internacional del Medio Ambiente de la Universidad de Tlaxcala (UAT)*, incluida en el *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica (CONACyT)*.

<sup>20</sup>Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS), Campus Puebla, Doctorado en Estrategias para el desarrollo agrícola regional, Puebla 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162. Correo electrónico: [biofranklin@yahoo.com](mailto:biofranklin@yahoo.com).

<sup>21</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [bramirez@colpos.mx](mailto:bramirez@colpos.mx)

<sup>22</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pjuarez@colpos.mx](mailto:pjuarez@colpos.mx)

<sup>23</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Centro Interdisciplinario de Postgrado Investigación y Consultoría. 21 Sur 1103 Col. Santiago 72160, Puebla, México. Tel.(+52) 222-2299400 ext. 7527. Email: [beatriz.perez@upaep.mx](mailto:beatriz.perez@upaep.mx)

<sup>24</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [nestrela@colpos.mx](mailto:nestrela@colpos.mx)

<sup>25</sup> Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pacoescoca@hotmail.com](mailto:pacoescoca@hotmail.com)

<sup>26</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Dirección: México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [gramirez@colpos.mx](mailto:gramirez@colpos.mx)

afectados opinó que los suelos aún están contaminados y el 26% de los no afectados consideró que los suelos están contaminados como consecuencia de la remediación de los suelos. La totalidad de los productores afectados opinó que la contaminación de los suelos ha ocasionado una disminución de su producción y de sus ingresos, afectando sus condiciones de vida.

**Palabras clave:** Contaminación de suelos agrícolas, campesino, derrame de hidrocarburos, desastre natural, impacto ambiental, inequidad.

## ABSTRACT

México as oil is affected by oil spills causing environmental damage and population. This study addresses the casualty in the municipality of Acatzingo, Puebla in January of 2002. The spill affected about 50ha of crops, as well as environmental and social harm to families in the municipality. For eight years after impact, 159 farmers were surveyed, of which 80 farmers owned land that were affected by the incident, and 79 were not directly affected, but with similar socioeconomic characteristics and productive. The study shows that 46.3% of the affected producer seven said that contaminated soil and 26% of the affected soils are considered contaminated as a result of remediation of soils. All of the affected producers said that the contamination of soils has caused a decline in production and income, affecting their living conditions.

**Keywords:** Contamination of agricultural soils, farmers, oil spill, natural disaster, environmental impact, inequality.

## 2.1 INTRODUCCIÓN

En México la normativa existente para la preservación y conservación sostenible de los recursos, se ha acentuado en los procesos de degradación de los recursos naturales y los eventos por siniestros entre ellos los derrames de hidrocarburos, con graves efectos a las poblaciones pobres del medio rural. Se puede decir que los desastres en el país son frecuentes, y en los últimos 20 años han provocado pérdidas por más de 50 mil millones de dólares con mayor impacto en el aspecto ambiental y agrícola (Navarro, 2009). La tendencia de los desastres naturales provocados por el hombre, principalmente en las zonas rurales, tiene mayor efecto en las poblaciones

dedicadas a la agricultura (Dettmer, 2006). A esto lo acompaña el rezago socioeconómico que presentan las poblaciones rurales agrícolas, entre ellos destaca la pobreza alimentaria y marginación (Piñeiro, 2001).

Por otro lado, se tiene que los desastres por hidrocarburos son letales al ambiente cuando se infiltran en el subsuelo debido fundamentalmente a que desaparecen los microorganismos benéficos y el suelo se impermeabiliza al no penetrar el aire y los nutrientes, además de afectarse los minerales del sustrato de la tierra (Madrigal, 1998). La presencia de contaminantes en ciertos niveles implica múltiples consecuencias negativas para el medio ambiente y con un impacto directo a especies animales, vegetales y humanos (Moraga, 2003). Al respecto el Centro Nacional para la Prevención de Desastres [(CENAPRED) (2003)] menciona que hasta el año 2004, el volumen por derrame accidental de petróleo y sus derivados fue calculado en 1.5 millones de toneladas por año, afectando suelo, agua y atmósfera. También se estima que en el estado de Tabasco, el 0.07% del área total del estado se encuentra contaminada por petróleo (SEMARNAT, 2004). Para tener idea de la magnitud de estos desastres Sarmiento *et al.* (2009) argumentan que el 42% del total de las emergencias ambientales de 1993 al 2002 estuvieron relacionadas con explosiones de petróleo crudo.

Es por ello que se puede decir que las emergencias ambientales ocurridas en México, no solo han ocasionado daños al ambiente, sino también a la población, al respecto se tiene que durante el periodo 1993-2002 se produjeron 485 muertes producto de 4,851 emergencia ocurridas, provocando un total de 2,227 personas heridas o lesionadas en algún grado, 5,081 personas resultaron intoxicadas y 94,070 fueron evacuadas (Rivera, 2004).

La mayor parte de las plantas petroleras y de conducción de hidrocarburos existentes en México se encuentran en su gran mayoría en Mesoamérica, lugar donde generalmente ocurren los siniestros y también es la región donde se encuentran mayormente grupos indígenas marginados y pobres. En este sentido el Consejo Nacional de Población [(CONAPO) (2002)] estima que 99.9% de las localidades indígenas y predominantemente indígenas tienen un grado de marginación alto y muy alto. En México el 78% de la población vive en pobreza, y 44.6% en pobreza extrema, estos grupos son los que mayormente sufren las consecuencias de la contaminación de suelos por hidrocarburos (CEPAL, 2006).



En el caso de Puebla, 2.8 millones de habitantes marginados, coincide su ubicación en las zonas serranas del norte del estado y se considera que son vulnerables a eventos peligrosos (Aguilar y Graizbord, 2001). Otros fenómenos como la explosión demográfica, marginación y pobreza se considera que incrementan las posibilidades de efectos por siniestros principalmente en las poblaciones rurales y suelos de cultivo (Hernández *et al.*, 2010). Partiendo de lo anterior el objetivo en esta investigación fue conocer la opinión sobre el impacto socio ambiental en los suelos de cultivo; condiciones de vida de las familias de los productores afectados y no afectados por el derrame de hidrocarburos, ocurrido en el municipio de Acatzingo, Puebla en enero del año 2002.

## **2.2 DERRAMES DE HIDROCARBUROS Y EFECTOS AMBIENTALES**

En México los accidentes ocurridos por derrames y explosiones de hidrocarburos, dan idea de la enorme proporción que puede tomar una emergencia asociada con sustancias peligrosas y cuyas consecuencias se traducen en la mayoría de los casos en pérdidas humanas y en contaminación ambiental, con la consecuente degradación de los suelos, pérdida de cultivos y efectos en la economía campesina (Sarmiento *et al.*, 2009). Se puede decir que si la cantidad de petróleo en el ambiente es mayor de la que puede ser reciclada, se convierte en un contaminante de impacto negativo, debido a que en sus componentes existen altas concentraciones de sustancias consideradas como residuos peligrosos, por sus efectos dañinos a la salud y el medio ambiente (Macías y Calderón, 1994; Saval, 1995). El mayor impacto por la contaminación de hidrocarburos está dado por el empobrecimiento de los recursos naturales y sus efectos en poblaciones que viven de ellos, la modificación de amplios ambientes geológicos, liberación de sustancias de diferente naturaleza y toxicidad, capaces de producir transformaciones anormales en los organismos y situaciones anómalas en el funcionamiento de los ecosistemas (Figueras *et al.*, 2008).

En México por ser un país petrolero existen diversos sitios contaminados con hidrocarburos principalmente por derrames y por actividades propias de la industria petrolera, este tipo de compuestos se acumulan en ecosistemas marinos y en suelos. Ejemplo de ello, es que en el sureste mexicano existen suelos que contienen concentraciones de hidrocarburos hasta de 450,000 mg/kg; cuando la norma es menor a 1,000 mg/kg (Iturbe *et al.*, 1998). El 57% de las

emergencias ambientales a escala nacional con materiales peligrosos, se han dado en instalaciones de la paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX) y específicamente el 90% de los accidentes han sido en PEMEX Exploración y Producción y PEMEX Refinación. En PEMEX Exploración la mayoría de incidentes ha ocurrido en ductos; le siguen los pozos petroleros, baterías de separación y estaciones de compresión, mientras en PEMEX Refinación los accidentes se presentan en primer lugar en ductos, luego en refinerías, terminales de almacenamiento y distribución, y terminales marítimas (Lira, 2005).

Los efectos en el suelo por derrame de hidrocarburos, fundamentalmente en los de tipo agrícola, es la alteración del contenido de arcilla y materia orgánica (Bohn *et al.*, 2001). Reducen la capacidad del suelo de volver a su situación natural luego de una compresión temporal (Zavala *et al.*, 2005). Además al perder humedad las plantas se resecan, esto afecta la fertilidad de los suelos y su sobrevivencia por la reducción de nutrientes disponibles (Kanaly *et al.*, 2000). Cuando los hidrocarburos penetran los suelos de cultivo, estos se compactan, pierden su pH original y sobretodo eliminan por sus efectos tóxicos la biota del sistema, dejándolos menos fértil. De acuerdo con Pérez *et al.* (2002), las partículas del suelo se ven muy afectadas por la contaminación con hidrocarburos; debido a que el petróleo produce un desequilibrio ecológico, así como inhibición de la mesofauna del suelo, disminuye el contenido de clorofila y la eficiencia fotosintética en plantas (Michael *et al.*, 2000, Cicerone, 2009).

Por otro lado, la extinción de especies vegetales y animales es uno de los síntomas más preocupantes del deterioro ambiental, cada especie ocupa un nicho ecológico peculiar que con su extinción, su espacio es ocupado por otras especies más ubicuas; con lo cual se simplifican o desaparecen cadenas alimenticias singulares (Frers, 2009).

Puebla uno de los estados más poblados de México y no escapa de estos eventos; y lo atraviesan cientos de kilómetros de ductos que transportan petróleo, gas entre otros. Esta situación representa un alto riesgo y ha ocasionado eventos con consecuencias desastrosas. Existen gasoductos entre 18 y 48 pulgadas que atraviesan 25 localidades, que las hace vulnerable a derrames o algún tipo de explosión, tratándose de zonas rurales se considera que los efectos principales serían a suelos de cultivos pertenecientes a personas pobres y de escasos recursos (Ocampos y Melgarejo, 2002). A esto se suma que Puebla tiene 10 corredores industriales, 73

fábricas de alto riesgo, que se localizan mayoritariamente en el municipio de Puebla (Castillo, 2005).

Como eventos peligrosos tenemos el derrame de hidrocarburo en el año 2003 que contaminó el río Coatzacoalcos, alcanzó las costas del Golfo de México y contaminó al menos siete kilómetros de playa del puerto de Coatzacoalcos Veracruz y de la congregación de Allende, afectando 11,325 personas (Lastra *et al.*, 2004). En el año 2004 en Omealca Veracruz, ocurrió un siniestro que afectó 300 ha de cultivos dejando los suelos estériles a largo plazo, debido al derrame de 12 mil barriles de crudo equivalente a 1.9 millones de litros de hidrocarburo, en su mayoría los terrenos estaban sembrados con caña de azúcar, las cuales fueron pérdida total. Estos eventos tienen efectos en cadena sobre las poblaciones pobres, provocando migraciones y desempleo en las familias afectadas (Torres, 2004). En el 2010 explotó un ducto de PEMEX en la comunidad de San Martín Texmelucan con un saldo de 30 muertos, entre ellos 15 adultos y 15 menores de edad. El siniestro dejó 83 casas con daños parciales y 32 con pérdida total, el hidrocarburo afectó el afluente del río Atoyac, provocando un impacto severo al medio ambiente en una gran franja de la zona, además con efectos en tierras de cultivo (Cardozo, 2010).

### **2.3 EL SINIESTRO EN ACATZINGO PUEBLA**

El 16 de Enero del año 2002 se registró una explosión en Acatzingo debido a una fuga de petróleo crudo en el kilómetro 407 + 640, derivada de la ruptura del oleoducto de 30" de diámetro nuevo Teapa – Venta de Carpio – Tula. El derrame de hidrocarburo contaminó una superficie agrícola de aproximadamente 50 hectáreas, afectando cultivos, sistema de riego, suelo, animales y medio ambiente, se contabilizó la muerte de una niña de 4 años de edad y 5 afectados por intoxicación, además resultaron afectados un centenar de campesinos. El total de petróleo derramado ascendió a unos 450,000 litros de crudo (Machuca, 2002).

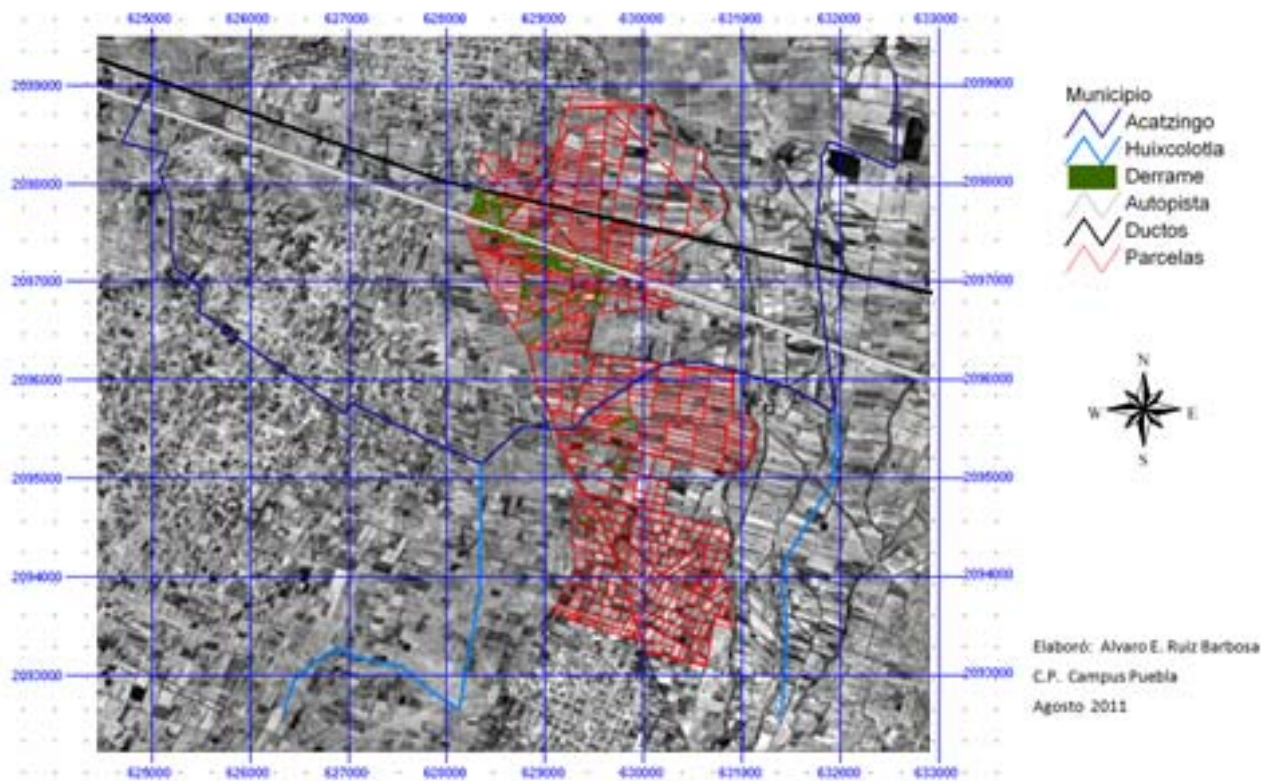
PEMEX contrató los servicios de cinco compañías especialistas en el manejo de este tipo de eventos que se encargaron de los procesos de remediación de las áreas afectadas por el derrame. Estas empresas usaron diferentes métodos de remediación para restaurar y recuperar los suelos. El compromiso fue que los suelos tratados se mantuvieran a niveles inferiores de 1,000 partes por

millón de hidrocarburos totales del petróleo (TPH's), verificado esto por la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA).

La mayor parte de las 50 ha de terrenos dañados directamente se localizan al sur de la autopista Puebla-Orizaba y los canales de riego inferiores, la cual corresponde principalmente al Barrio San Diego del Ejido Santa María Actipan, área donde se concentró la mayor parte de las actividades de recuperación de suelos, ya que se dañaron 45 ha. Otra área afectada fue una pequeña fracción de terrenos de pequeños propietarios en la periferia de Huixcolotla que se encuentra junto a la autopista. Los cultivos más importantes que habían en las áreas afectadas al momento del siniestro eran: lechuga, cilantro, tomate, maíz grano, frijol, alfalfa y cebolla. Las personas que habitan el sector contaminado vivían en esta zona antes de que fuesen instalados los ductos. Los terrenos afectados se encuentran en **Actipan de Morelos**, comunidad perteneciente al Municipio de Acatzingo, situada a 2,140 metros de altitud sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 18° 57' 34", Latitud:-97° 48' 02". Su población es de 6,427 habitantes, la mayoría de la población se dedica a la agricultura y el comercio, producen granos básico, hortalizas, chile, la mayoría de temporal, es una zona seca, y frecuentemente ocurren eventos por fenómenos naturales (INEGI, 2010).

**San Salvador Huixcolotla:** Municipio del estado de Puebla, tiene una superficie de 33.18 Km<sup>2</sup> con una población de 13,541 habitantes y tiene un grado de marginación medio. La población se dedica al cultivo de maíz, frijol, pera, ciruela, haba verde, chile verde, jitomate, tomate de cáscara, zanahoria, ejote, cilantro, lechuga y papa, además produce alfalfa como forraje. La superficie sembrada para el 2009 fue de 2,077ha con una superficie cosechada de 777ha (INEGI, 2010).

(Figura. 3) LOCALIZACIÓN DE LA ZONA SINIESTRADA



## 2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología y Recolección de datos

La población considerada en el estudio fue de 159 productores, se integraron dos grupos, con características similares como cercanía al siniestro, cantidad de parcelas, similitud de tipo de suelos y tipo de cultivo que siembran, con el fin de comparar las variables a evaluar por medio de un cuestionario de opinión. El primer grupo lo conformaron 80 productores que fueron los afectados directamente por el derrame y el segundo grupo lo integran 79 productores no afectados directamente por el derrame. Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario con preguntas relacionadas al siniestro, con el objetivo de comparar las diferencias y semejanzas en cuanto a la opinión de ambos grupos en relación con el impacto socioambiental causado por el derrame. Los resultados de las encuestas fueron analizados estadísticamente empleando

diferentes pruebas  $X^2$ , *Prueba de Kruskal-Wallis* y *prueba t* para muestras independientes de acuerdo a la escala de medición, para conocer si existen diferencias significativas entre los grupos de productores afectados directamente y los que no fueron afectados directamente por el derrame.

## 2.5 OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL DERRAME DE HIDROCARBUROS EN ACATZINGO PUEBLA.

La población considerada en el presente estudio son familias dedicadas principalmente a la agricultura, sus ingresos dependen en su gran mayoría de esta actividad. En términos generales se realizó una distinción entre aquellos productores afectados directamente (son aquellos que sus terrenos fueron contaminados por hidrocarburos) y el resto que no sufrieron daños directos a sus terrenos. Los productores entrevistados en promedio tienen 1.70 ha de suelos para cultivo, es importante comentar que el 95.5% tiene un predio para la siembra. Los productores afectados viven de la agricultura y lo que producen no es suficiente para satisfacer sus necesidades básicas para sobrevivir y opinaron que después del derrame la mayoría se quedó sin empleo o con menos terrenos para la siembra.

CUADRO I. CONDICIONES DE VIDA DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS

| SERVICIOS CON LOS QUE CUENTAN LOS PRODUCTORES |               |       |               |       |       |      |
|---|---------------|-------|---------------|-------|-------|------|
| Tipo de servicios                             | Afectados     |       | No afectados  |       | $X^2$ | p/   |
|   | Entrevistados | %     | Entrevistados | %     |       |      |
| Casa propia                                   | 65            | 81.25 | 64            | 81    | .057  | .844 |
| Luz eléctrica                                 | 79            | 98.75 | 79            | 100   | .994  | .319 |
| Agua potable                                  | 79            | 99    | 77            | 97.40 | 1.052 | .305 |
| Teléfono                                      | 18            | 22.50 | 17            | 21.51 | .002  | .966 |
| Celular                                       | 34            | 42.50 | 47            | 59.49 | 5.306 | .021 |
| Internet                                      | 9             | 11.25 | 14            | 17.72 | 2.431 | .133 |
| Servicio de salud                             | 72            | 90    | 76            | 96.20 | 2.375 | .123 |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio (2010).

En el **Cuadro I** se muestra que no existe diferencia significativa entre ambos grupos, generalmente los productores cuentan con servicios básicos y en menor medida tienen teléfono, celular e internet debido a que consideran no pueden pagarlos y no son de primera necesidad, esto nos sirve para decir que hay similitud en cuanto a grupos en el tipo de servicios que tienen los productores entrevistados.

En cuanto las características generales de los productores entrevistados, 74% de los afectados están casados por un 62% de los no afectados, 89% de los jefes de familia afectados son del sexo masculino por un 100% de los no afectados, lo que indica que la mayoría de los jefes de familia en ambos grupos son del sexo masculino.

La situación económica que presentan las familias es crítica, lo cual ha incidido en la escolaridad de las familias productoras que se dedican a trabajar la tierra desde temprana edad, limitando sus posibilidades de asistir a la escuela. El promedio de escolaridad de los entrevistados es de 2.35 años, siendo de 2.75 para los afectados por el derrame y de 1.94 para los no afectados; con este dato podemos observar que los productores de la región presentan muy bajos niveles de escolaridad, lo que podemos confirmar al encontrar que el 72.5% de los productores afectados apenas cursó el segundo año de primaria, por un 93% en los no afectados. La edad promedio de los productores es de 51 años.

La explotación de petróleo en México, ha traído consigo un acelerado deterioro ambiental en espacios habitados por estratos indígenas pobres y marginados, destruyendo su hábitat, formas de vida y degradando ambientalmente sus recursos, al respecto 60.4% de los productores entrevistados consideró que el derrame que sufrieron provocó un impacto ambiental alto en los suelos siniestrados, con efectos en los pozos de agua para consumo humano, 46.5% plantean que el suelo fue la parte más afectada por el derrame, debido a que consideraron que son menos fértiles y porque algunas parcelas hasta la fecha no se siembran debido a que producen muy poco. Sumado a esto, 88.8% de los productores plantean que la flora natural existente en las parcelas contaminadas fue afectada. En este sentido comentaron que se perdieron especies de plantas nativas después del derrame. Específicamente 57% de los productores entrevistados opinó que el impacto negativo en los árboles fue alto perdiéndose importantes especies como resultado del desastre. Esto concuerda con lo expuesto por Chaîneau *et al.* (2000) al plantear que el petróleo puede eliminar la vegetación debido a sus propiedades fitotóxicas. Uno de estos efectos adversos fue estudiado por Xu y Johnson (1995) ellos encontraron que la contaminación de suelos por hidrocarburos, reduce el crecimiento de la planta al cubrir su raíz y no permitir la absorción de nutrientes. Otra investigación realizada en Tabasco en una comunidad de manglar, permanentemente contaminada con hidrocarburos, manifestaron pérdida de vigor del ecosistema, haciéndolo más vulnerable al ataque de insectos y enfermedades; las plantas de manera individual

respondieron mediante daños visibles, como clorosis, necrosis e incluso la muerte (Ederra, 1997, Toledo, 1988).

Es importante destacar que en los servicios institucionales, 98% de los entrevistados opinó, no haber recibido asistencia técnica por parte de una persona o institución después del derrame de hidrocarburos y 100% no contó con seguro agrícola como mecanismo de protección ante eventos de tipo natural o antrópico para proteger sus cultivos. Por lo anterior se puede plantear que los agricultores necesitan apoyo técnico científico y un programa de capacitación permanente y sistematizado para que ellos puedan adoptar nuevas tecnologías que les permita enfrentar las variaciones climáticas por eventos naturales o por desastres provocados, tener otras alternativa de cultivo para plantas no comestibles (producción de bioediesel), con el fin de incrementar la productividad, no tener tierras ociosas y combatir la pobreza.

La agricultura es una actividad fundamental para los habitantes de esa región, y el siniestro ocurrido obviamente ha tenido efectos sobre su producción. Al cuestionar a los productores respecto a la obtención de ganancias mediante la siembra de sus cultivos se encontraron los resultados que se muestran en el **Cuadro II**.

CUADRO II. OBTENCIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS POR LA AGRICULTURA DESDE LA VISIÓN DE LOS PRODUCTORES

| Productores  | Si         |        | No         |             |
|--------------|------------|--------|------------|-------------|
|              | Frecuencia | %      | Frecuencia | % del total |
| Afectados    | 15         | 18.70  | 65         | 81.30       |
| No afectados | 55         | 69.60% | 24         | 30.40%      |
| <b>Total</b> | 70         | 44.00% | 89         | 56.00%      |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio (2010).

El grupo de productores consideró en un 56% que no obtuvieron ganancias de lo que siembran, al comparar los resultados en ambos grupos, los productores que no sufrieron afectación directa por el siniestro 70% consideró obtener ganancias, sin embargo los productores afectados directamente en un 81% opinaron que tienen ganancias mínimas de la siembra. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 41.74$ ;  $p > .001$ ) entre la opinión de los productores, donde los afectados por el siniestro afirmaron haber obtenido una menor ganancia económica de su producción agrícola, debido a que consideran que los suelos aun presentan malas condiciones producto de la contaminación por petróleo, lo que trajo consigo pérdida en las ganancias esperadas. Es importante mencionar que la respuesta de no obtención de ganancias en la agricultura es un aspecto a destacar en el estudio dado que los productores de la



región mantienen esta actividad como fundamental para su alimentación y sobrevivencia de la familia.

CUADRO III. OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS DE LA AFECTACIÓN POR EL DERRAME AL MEDIO AMBIENTE

| AFECTACIÓN EN SUELOS AGRÍCOLAS |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
|--------------------------------|------------|-------|------------|--------|------------|-------|------------|-------|----------|-------|
| Productores                    | Muy alto   |       | Alto       |        | Medio      |       | Bajo       |       | U de M-W | p/    |
|                                | Frecuencia | %     | Frecuencia | %      | Frecuencia | %     | Frecuencia | %     |          |       |
| Afectado                       | 15         | 18.70 | 57         | 71.30  | 8          | 10    |            |       | 2516.5   | 0.017 |
| No afectados                   |            |       | 79         | 100    |            |       |            |       |          |       |
| Total                          | 15         | 9.40  | 136        | 85.50  | 8          | 5     |            |       |          |       |
| EN PLANTAS                     |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
| Afectado                       | 14         | 17.55 | 47         | 58.80  | 16         | 20    | 3          | 3.80  | 3010.5   | 0.572 |
| No afectados                   | 16         | 20.30 | 38         | 48.15  | 20         | 25.30 | 5          | 6.30  |          |       |
| Total                          | 30         | 18.90 | 85         | 53.50% | 36         | 22.60 | 8          | 5     |          |       |
| EN CULTIVOS                    |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
| Afectado                       | 17         | 21.30 | 45         | 56.30  | 14         | 17.50 | 4          | 5     | 1.353    | 0.717 |
| No afectados                   | 16         | 20.30 | 39         | 49.40  | 18         | 22.80 | 6          | 7.60  |          |       |
| Total                          | 33         | 20.50 | 84         | 52.85  | 32         | 20.15 | 10         | 6.30  |          |       |
| EN PERSONAS                    |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
| Afectado                       | 9          | 11.30 | 26         | 32.50  | 42         | 32.50 | 3          | 3.80  | 2773     | 0.41  |
| No afectados                   | 6          | 7.60  | 22         | 27.80  | 43         | 27.80 | 8          | 10.10 |          |       |
| Total                          | 15         | 9.40  | 48         | 30.20  | 85         | 30.20 | 11         | 6.90  |          |       |
| EN EL AGUA                     |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
| Afectado                       | 7          | 8.80  | 22         | 27.50  | 48         | 60    | 3          | 3.80  | 3034     | 0.618 |
| No afectados                   | 4          | 5.10  | 23         | 29.10  | 48         | 60.80 | 4          | 5.10  |          |       |
| Total                          | 11         | 6.90  | 45         | 28.30  | 96         | 60.40 | 7          | 4.40  |          |       |
| EN ANIMALES                    |            |       |            |        |            |       |            |       |          |       |
| Afectado                       | 8          | 10    | 24         | 30     | 46         | 46    | 2          | 2.50  | 3042     | 0.65  |
| No afectados                   | 5          | 6.30  | 32         | 40.50  | 39         | 49.40 | 3          | 3.80  |          |       |
| Total                          | 13         | 8.20  | 56         | 35.20  | 85         | 53.50 | 5          | 3.10  |          |       |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio (2010).

En el **Cuadro III**, se observa que más del 85.5% de los productores entrevistados opinaron que el impacto en los suelos fue alto, esto implica que desde la opinión de los productores el daño ocasionado por el derrame en sus suelos fue considerable. Al comparar a los dos grupos se observa que el 71.3% de los directamente afectados opinaron que el daño fue alto, en cambio para los no afectados directamente el porcentaje fue más categórico donde el 100% plantea que el impacto fue alto. Mediante la prueba de U de Mann-Whitney, se encontró que no existe

diferencia significativa entre los grupos (U de M-W= 2516.500;  $p= .017$ ). Esto muestra que los productores entrevistados tienen una opinión negativa sobre los efectos del derrame de hidrocarburos en sus parcelas afectando su producción, y su economía por generar mayores gastos en la preparación y laboreo a sus suelos de cultivo.

Para el caso de los efectos en plantas, 54% de los productores expuso que el impacto por el derrame fue alto. Las afectaciones en plantas de cultivo ha sido estudiado por diferentes investigadores en las que se ha observado un efecto negativo de los hidrocarburos en el crecimiento e inhibición del desarrollo de plantas de cultivo como lo es el maíz y el frijol (Kyunhet *et al.*, 2004, Ferrera *et al.*, 2007) debido a la alta toxicidad de compuestos como los poliaromáticos presentes en el diesel y en el petróleo de origen mexicano. Comparando ambos grupos tenemos que 48.1% de los productores no afectados directamente asume que el impacto fue alto. Más de la mitad de los productores afectados directamente (58.8%) consideraron que el impacto fue alto. La prueba de U de Mann-Whitney, mostró que no se encontraron diferencias significativa entre los grupos (U de M-W= 3010.500;  $p= .572$ ). Esto indica que se requiere en la zona un estudio de impacto ambiental, acompañado de procesos de creación de zonas de amortiguamiento con la siembra de plantas favorables al sector, además implementar mecanismos de recuperación de aquellas plantas que todavía se encuentran con efectos letales por el hidrocarburo residual, así como estudios y recuperación de suelos por daños a su estructura y composición debido a los tratamientos de remediación a los que fueron sometidos.

De acuerdo con los productores (**Cuadro III**), el derrame causó daños en los cultivos, el 53% de los encuestados coincidieron que el impacto en los cultivos fue alto, por lo que se perdieron las cosechas totalmente al momento del impacto. De los productores afectados directamente el 56.3% plantearon que el impacto en sus cultivos fue alto, y para los productores no afectados directamente el 49.4% opinó que el derrame tuvo un impacto alto. Esta similitud en las respuestas se corroboró con la prueba U de Mann-Whitney en donde se observó que no hubo diferencia significativa entre los grupos (U de M-W= 1.353;  $p= .717$ ). Esto muestra que la opinión de los productores no afectados coincide con los afectados y que ambos señalan daños a los cultivos de la comunidad, donde muchos productores afectados se quedaron sin el sustento familiar debido a las pérdidas que le causó el derrame y debieron acudir a productores no afectados o familiares en busca de apoyo tanto económico como laboral además de la indemnización proporcionada por Petróleos mexicanos.

Con relación al daño por el siniestro a las personas, el 60% de los productores opinó que el impacto en las personas fue alto, comparando ambos grupos, 32.5% de los productores afectados planteó que el daño en las personas fue alto, también 32.5% de los productores afectados consideran que el impacto en personas fue medio, y los productores no afectados 27.8% opinaron que el impacto fue alto y 27.8% creen que el impacto fue medio. Mediante una prueba de U de Mann-Whitney, se encontró que no hay diferencia significativas entre los grupos (U de M-W = 2773.000;  $p = .41$ ). En ese sentido, opinaron en ambos grupos que el siniestro causó un impacto negativo en las personas por ello se dieron algunas enfermedades en familiares producto del derrame. Se considera importante que se realice un programa de atención a las personas que fueron afectadas por el siniestro, con el fin descartar cualquier anomalía presente en ellos.

Al consultar a los entrevistados si el derrame de petróleo causó daños en el agua, ambos grupos de productores en un 60% plantearon que el impacto en el agua por el derrame fue medio, al hacer la comparación por grupo de productores, los productores no afectados en un 29.1% opinaron que el impacto fue alto, en cuanto a los productores afectados 27.5% dijeron que el impacto en el agua fue alto. Mediante una prueba de U de Mann-Whitney, se encontró que no hubo diferencia significativa (U de M-W = 3034.000;  $p = .62$ ).

En el caso de los efectos del derrame en animales, ambos grupos en 53.5% consideran que el impacto por derrame en los animales fue medio y el 35% asume que fue alto, comparando ambos grupos, los productores no afectados en un 40.5% expusieron que el impacto fue alto y 49.4% medio, en el caso de los productores afectados, un 30% opinaron que el impacto fue alto y 46% plantean que fue medio. La prueba de U de Mann-Whitney, mostró que no hubo diferencias significativas entre los grupos (U de M-W = 3042.000;  $p = .650$ ). Con esto se puede señalar que los productores (afectados y no) consideran severo el impacto del siniestro en el medio ambiente. Por lo que se sugiere la intervención de organismos profesionalmente capacitados para la aplicación de medidas correctivas de mitigación y recuperación del área ambiental de la zona afectada. Considerando los eslabones que afectó el derrame, es necesario contemplar planes de recuperación, bioconservación y educación ambiental. Esto se relaciona con lo que plantea Madigan *et al.* (1998) al mencionar que la acción de los hidrocarburos, afecta a casi todas las especies del ecosistema edáfico en mayor o menor grado, de forma directa o indirecta, y Ortinez *et al.* (2009) argumentan que los hidrocarburos en la superficie de los suelos, pueden causar en las

primeras semanas del derrame, la muerte de microorganismos nativos por toxicidad y en aves causa hipotermia al entrar en contacto directo con el tóxico.

La calidad del suelo fue otro elemento que se consideró en el estudio, al respecto el 56.3% de los productores afectados dijeron tener suelos de calidad regular para el cultivo, en cambio 66% de los productores no afectados, plantearon que sus suelos son muy buenos para el cultivo. Al consultar a los productores afectados sobre si cambió el suelo después del derrame de hidrocarburo, 87% respondió que cambió en cuanto a sus características morfológicas, fisiológicas y de producción, lo que ratifica la relación entre contaminación, producción y calidad de suelos. Esta opinión concuerda con lo manifestado por Bohn *et al.* (2001) al argumentar que los hidrocarburos alteran el contenido de arcilla y materia orgánica, reduciendo la capacidad de retención de agua. En relación a esto Peña *et al.* (2001) plantea que las consecuencias de la degradación de suelo se da por pérdida de elementos como:(N, P, S, K, Ca, Mg).

La filtración del agua en los suelos es de vital importancia para el desarrollo de los cultivos, así como para la vida de la microflora y la mezofauna, en este aspecto, 61.3% de los productores afectados por el derrame opinaron no tener buena filtración de agua en sus suelos de cultivo, debido a que quedaron impermeabilizados por el petróleo. En cambio la totalidad de los productores no afectados mencionan tener buena filtración de agua en sus suelos de cultivo. Esto se relaciona con lo que plantea Roy y McGill (1999) al decir que los hidrocarburos provocan una saturación en los poros del suelo al desarrollar una lámina delgada (film) de hidrocarburos intemperizados que reduce la capacidad del suelo a humectarse y no permite la filtración del agua.

CUADRO IV. NIVEL ACTUAL DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR HIDROCARBUROS DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS.

| Productores  | Nivel de contaminación de los suelos |       |                   |       |                       |       |                    |      |
|--------------|--------------------------------------|-------|-------------------|-------|-----------------------|-------|--------------------|------|
|              | Contaminados                         |       | Poco contaminados |       | No están contaminados |       | No se contaminaron |      |
|              | Frecuencia                           | %     | Frecuencia        | %     | Frecuencia            | %     | Frecuencia         | %    |
| Afectados    | 37                                   | 46.30 | 42                | 52.50 | 1                     | 1.30  |                    |      |
| No afectados |                                      |       | 18                | 22.80 | 58                    | 73.40 | 3                  | 3.80 |
| <b>Total</b> | 37                                   | 23.30 | 60                | 37.70 | 59                    | 37.10 | 3                  | 1.90 |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio, (2010).

En referencia al estado de los suelos siniestrados por el derrame, cerca de un 38% del grupo de productores afectados consideró que están un poco contaminados, y un porcentaje similar de los no afectados opinaron que los suelos afectados ya no están contaminados. Al comparar ambos grupos, 46.3% de los productores afectados por el siniestro expresaron que los suelos siguen contaminados, 52.5% dicen tenerlos un poco contaminados (**Cuadro IV**), al preguntarles a los no afectados 73.4% opinaron que ya no están contaminados. La prueba de U de Mann-Whitney, encontró que hubo diferencia significativas entre grupos ( $U$  de M-W = 104.666;  $p = .000$ ). Esto muestra que los productores afectados perciben los daños causados por el derrame después de 8 años de haber ocurrido, entre otras razones debido a que sus suelos no tienen los mismos rendimientos y en algunos casos ya no los ocupan para siembra dedicándose a otras actividades diferentes a las agrícolas, en algunos casos estos productores continúan reclamando a la paraestatal PEMEX los perjuicios ocasionados por el derrame a fin de recibir más beneficios económicos. En contraste los productores no afectados desconocen el grado de afectación a los suelos impactados y asumen que los suelos quedaron bien por el hecho de que las compañías los remediaron. El seguimiento y supervisión de los suelos remediados es un área que en México aún se vislumbra lejana, a pesar de que los investigadores reconocen que existe una residualidad de hidrocarburos recalcitrantes como los poliaromáticos (Pérez *et al.*, 2011), no existe una obligación de las empresas remediadores de dar un seguimiento en suelos agrícolas y permitir cultivar plantas comestibles.

CUADRO V. CALIDAD DE LOS TRABAJOS DE REMEDIACIÓN POR LAS COMPAÑÍAS DE ACUERDO A LA OPINIÓN DE LOS PRODUCTORES ENTREVISTADOS.

|                    | Muy bueno  |       | Bueno      |             | Regular    |             | Malo       |             |
|--------------------|------------|-------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|                    | Frecuencia | %     | Frecuencia | % del total | Frecuencia | % del total | Frecuencia | % del total |
| <b>Afectado</b>    | 1          | 1.25  | 23         | 28.75       | 54         | 67.50       | 2          | 2.50        |
| <b>No afectado</b> | 57         | 72.15 | 22         | 27.80       |            |             |            |             |
| <b>Total</b>       | 58         | 36.7  | 45         | 28.2        | 54         | 33.5        | 2          | 1.25        |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio (2010).

En el **Cuadro V** se muestran los resultados de opinión respecto al trabajo de las compañías remediadoras, el 97.1% de los productores entrevistados opinaron que estuvieron algunas compañías remediando los suelos siniestrados y de este porcentaje, 91.8% planteó que PEMEX fue la empresa que trabajó la remediación. La comparación entre los grupos mostró que no hubo diferencias significativas ( $\chi^2 = 4.046$ ;  $p < .132$ ). En este caso hay que considerar que los productores desconocen que las compañías que remediaron los suelos son empresas privadas asignadas, sin embargo, ellos las consideraron como parte de PEMEX, y no como instituciones independientes. Es importante que en futuros trabajos de remediación PEMEX se preocupe por dar a conocer a pobladores de la región donde ocurrió el siniestro, las compañías que realizan los trabajos de remediación así como la supervisión y certificación de que los trabajos cumplieron con los requerimientos necesarios para declararlos suelos listos para su uso agrícola.

En relación a los trabajos de remediación, los productores consideran en un 36.7% que los trabajos fueron muy buenos. Comparando ambos grupos, se encontró que 67.5% de los productores afectados opinaron que los trabajos de remediación que realizaron fue regular, en cambio los no afectados, 72.15% opinó que fueron muy buenos los trabajos de remediación que hicieron las compañías. Al realizar la prueba de U de Mann-Whitney, se encontró diferencia significativas en ambos grupos (U de M-W = 303.500;  $p \leq .00$ ). Los resultados de ganancia por producción son un indicador para los productores afectados de la calidad actual de sus suelos y la calidad de trabajo que hicieron las compañías. Estos aspectos son desconocidos por los productores no afectados, por lo que sus consideraciones en relación a la calidad de remediación que hicieron las compañías fueron diferentes. Para tener un diagnóstico exacto de la situación actual de la calidad de los suelos, es necesario la atención técnica en la zona para el adecuado uso de los suelos y contabilizar los rendimientos en relación con los suelos no afectados bajo

condiciones similares de manejo, además de evaluar la residualidad de los cultivos que son sembrados en los suelos remediados.

Al consultarles sobre futuros riesgos por derrame de hidrocarburos, el total de los productores no afectados consideran no tener riesgos futuros, sin embargo 97.5% de los productores afectados plantean tener riesgos futuros de afectación. En cuanto a las causas del derrame, 61% de productores afectados plantean que fue por el mal estado de los ductos, los no afectados respaldaron esta opinión (43.8%).

En cuanto si conocen las causas que generó el derrame 67.5% y 54.4% de los productores afectados y no afectados respectivamente, mencionaron conocer las causas del siniestro. Mediante una prueba de Chi cuadrada se encontró que no existe diferencia significativa entre ambos grupos de productores ( $\chi^2 = 2.854$ ;  $p=.063$ ). Esto significa que los productores conocen las causas del derrame, están conscientes del peligro que tenían antes del evento y según su opinión ya lo habían manifestado a las autoridades competentes. Con relación a la causa que generó el derrame 99% de ambos grupos opinaron que fue por el mal estado de los ductos. Ante tal situación, los productores plantearon que los encargados del mantenimiento no hacen rutinas de control de los ductos en la zona y llegan una o dos veces por año, es importante considerar que debe realizarse una mayor supervisión y control de los ductos por parte de PEMEX y tomar las medidas pertinentes, al mismo tiempo debe revisarse la reubicación de los productores, ya que algunos viven junto al lugar del evento y corren riesgos de otro percance.

CUADRO VI. PADECIMIENTO DE ALGUNA ENFERMEDAD EN LAS FAMILIAS CAMPESINAS COMO CONSECUENCIA DEL DERRAME DE HIDROCARBURO EN SUELO DE ACUERDO CON LA OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS

| Productores  | Si         |       | No         |             |
|--------------|------------|-------|------------|-------------|
|              | Frecuencia | %     | Frecuencia | % del total |
| Afectados    | 66         | 82.50 | 14         | 17.50       |
| No afectados | 53         | 67.10 | 26         | 32.90       |
| <b>Total</b> | 119        | 74.80 | 40         | 25.20       |

Fuente: Elaboración a partir de datos de la zona en estudio (2010).

Respecto a los padecimientos ocasionados por alguna enfermedad (**Cuadro VI**) en ambos grupos de productores cerca del 75% opinaron que padecieron alguna enfermedad, ellos o sus familiares producto del derrame, al comparar los grupos 82.5% de los productores afectados respondieron

que padecieron alguna enfermedad y 67.1% de los productores no afectados consideraron que el derrame de hidrocarburos provocó enfermedades en sus familiares. Haciendo una prueba de Chi cuadrada se encontró que no existe diferencia significativa entre ambos grupos ( $\chi^2 = 5.014$ ;  $p > .029$ ). Desde la perspectiva de los habitantes de la región nos permite asumir que el impacto en la salud de las personas fue considerable, por lo cual se sugiere la implementación de medidas profilácticas para evitar futuros efectos en aquellas poblaciones que todavía conviven cerca de ductos.

De los productores afectados el 63.3% planteó que las principales enfermedades que padecieron fueron de tipo respiratorio y alergias en la piel. Al respecto se considera que los contaminantes con mayor afectación a la salud de poblaciones rurales en México en explosiones o derrames de hidrocarburos por accidentes, son: gasolina (magna), diesel, hidrocarburos no clasificables, petróleo crudo, combustóleo, gasolina premium, aceites y turbosina (Soto, 2009).

Con relación a la certificación una vez remediados sus suelos, el 88.7% de los productores entrevistados opinaron que no recibieron certificación de recuperación de suelos para usarse para el cultivo; 88.7% de los entrevistados plantearon que las empresas no siguieron el proceso para remediar sus suelos de cultivo. Al respecto se recomienda análisis de calidad de suelos en la zona afectada para validar los resultados emitidos por las compañías después de los trabajos de remediación pedir su certificación del trabajo.

Respecto a la indemnización por los daños a sus suelos, los productores afectados mencionaron que el promedio pagado por hectárea dañada fue de \$56,346, y comentaron que esta cantidad no fue la prometida por PEMEX, ya que lo ofrecido oscilaba entre 80 mil y 100 mil pesos, así mismo opinaron que los pagos que les hicieron en su gran mayoría no fueron equitativos, debido a que algunos productores recibieron más dinero. Otro grupo manifestó que los pagos se hicieron de acuerdo al grado de contaminación del suelo o nivel de daños, es por ello que no todos recibieron el mismo monto. Se puede decir que los procedimientos seguidos por las empresas involucradas en resarcir los daños no fueron los indicados, por lo que es necesario poner en marcha comisiones que ejecuten tal solicitud y corroborarlas con los valores reales que debieron pagarles.



De acuerdo con los productores afectados, opinaron que su ingreso mensual promedio por la producción agrícola es de \$1787.5 (S=650.19) mensuales, en cambio los productores no afectados obtienen ganancias promedio por producción de \$2,034.17 (S=934.65), se encontró que no existe diferencia significativa con relación a los ingresos por producción mensual, los productores afectados opinaron tener una situación económica más desfavorable que los no afectados, debido a que se incrementan los gastos para el laboreo, con el uso de una mayor cantidad de insumos por las condiciones de los suelos, lo que incrementa los costos de producción.

## **2.6 CONCLUSIONES**

Los procesos de explotación de los recursos en México, se han desarrollado de forma acelerada, sin medir los efectos en los ecosistemas y espacios agrícolas que se explotan. Uno de los recursos que económicamente ha magnificado la economía mexicana ha sido el petróleo, pero ha sido un rubro que ha desencadenado un sinnúmero de impactos ambientales a los suelos de tipo agrícola, y al recurso agua. Comúnmente los suelos agrícolas son explotados por familias campesinas que hoy en día se encuentran marginados y en pobreza extrema, sumado a que son más vulnerables ante la ocurrencia de siniestros tanto naturales como de tipo antrópico.

El siniestro por derrame de hidrocarburo en Acatzingo provocó un impacto negativo en los suelos de cultivo, medio ambiente y en la situación social de las familias campesinas productoras afectadas directa o indirectamente por el evento.

Los productores afectados directamente por el derrame consideraron que de la siembra que realizan en sus suelos las ganancias son menores a los productores que no fueron afectados, esto se refleja porque un 56% de los productores entrevistados opinaron que de los cultivos que se siembran en los suelos afectados obtienen menores ganancias por producción agrícola que los no afectados, por tal razón consideran que el derrame les trajo efectos negativos en su situación económica familiar e incrementó la pobreza, debido a que la agricultura es la única fuente de trabajo que tienen.

La mayoría de los productores entrevistados opinaron las parcelas afectadas por el derrame ocho años después del evento todavía están contaminadas por hidrocarburos, por lo que consideran que los procesos de remediación que realizaron las compañías no fueron totalmente efectivos en la recuperación de sus suelos.

El total de los productores entrevistados considera que el derrame causo efectos negativos en el medio ambiente, fundamentalmente agua, suelos de cultivo, y padecimiento de enfermedades en personas, incluso la mayoría de productores entrevistados manifiesta que padecieron ellos o sus familiares enfermedades respiratorias y alergias.

## 2.7 LITERATURA CITADA

- Aguilar A. y Graizbord B. (2001). *La distribución espacial de la población. Concentración y dispersión, La Población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI*. México. Consejo Nacional de Población y Fondo de Cultura Económica, 235 pp.
- Bohn H.L., McNeal B.L. y O'Connor G.A. (2001). *Soil Chemistry*. 3a ed. Wiley. New York, EUA, 30, 303 pp.
- Castillo R. J. (2005). Condiciones geológicas y análisis de los factores detonantes que pueden originar un nuevo desastre en la subcuenta del río Apulco, Sierra Norte de Puebla. *Rev. Evolución*, 6(10), 3 – 11.
- Cardozo V. (2010). Explosión de ducto en San Martín Texmelucan. *La Jornada México* [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/1/2010/12/19>
- Chaîneau H.C., Morel L.J. y Oudot. J. (2000). Biodegradation of fuel oil hydrocarbons in the rhizosphere of maize (*Zea mays L.*). *J. Envir. Qual*, 29, 569-578.
- CENAPRED (2003). Los desastres naturales en México. Centro Nacional Para la Prevención de Desastres, <http://www.cenapred.unam.mx/es>. 5 pp.
- Cicerone D. (2009). Contaminación y medio ambiente Argentina. [en línea] <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10357584&ppg=37>. 16/11/2010
- CONAPO (2002). Índices de marginación a nivel local. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social. Diario oficial de la federación. 12 de noviembre de 2010.

- CEPAL (2006). *Panorama Social de América Latina 2005*, Comisión Económica Para América Latina Washington DC. 45 pp.
- Dettmer G. J. (2006). Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10123868&pp.4>. 10/12/2010
- Ederra I. A. (1997). *Botánica ambiental aplicada, las plantas y el equilibrio ecológico de nuestra tierra*. 2ªed. Universidad de Navarra. Pamplona, España. 55, 555 pp.
- Ferrera C. R., Alarcón A., MendozaL. M. R. W., Sangabriel D., Trejo-Aguilar J. S., Cruz-Sánchez C., LópezO. y Delgadillo-Martínez J. (2007). Fitorremediación de un suelo contaminado con combustóleo utilizando *Phaseolus coccineus* y fertilización orgánica e inorgánica. *Agrociencia*. 41, 817-826.
- Frers C. (2009). Cuidemos la biodiversidad. Argentina. El Cid Editor apuntes [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316662&pp.4>. 16/12/2010
- Figueras A., Tamayo D. y Tintoré J. (2008). Las lecciones de la catástrofe del Prestige. España: CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10239096&ppg.pp.92>. 16/12/2010
- Hernández C.M.E., Torres T.L. y Valdez C.V. (2010). “*Sequía Meteorológica*” en: C. Gay (ed.). *México una Visión hacia el Siglo XXI*. El Cambio Climático en México, 136 pp.
- INEGI (2010). Estudio socioeconómico y de población de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 23 de mayo 2011.
- Iturbe A.R., Castro R.A. y Madrigal M.I. (1998). Técnicas de rehabilitación de suelos y acuíferos. Series del instituto de Ingeniería, UNAM, México. 612, 16-17.
- Kanally R.A., Bartha R., Watanabe K. y Harayama S. (2000). Rapid mineralization of benzo[a]pyrene by a microbial consortium growing on diesel fuel. *Appl. and Environmental Microbiology*. Vol. 66, pp. 4205-4211.
- KyunhH. B. K., HeeS. O., Hee M.Y., ByungD. K., Jaisoon I. y InS. L. (2004). Effects of crude oil, oil components and bioremediation on plant growth. *Journal of Environmental Science and Health. Part A-toxic/hazardous Substances & Environmental Engineering*. A.39 (9), 2465-2472.
- Lastra J., Andrés A. y López T.G. (2004). Explosión de hidrocarburos. La Jornada [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2004/dic04/041224/035n1est.php?printver=1&fly>. 16/12/2010
- Lira C. S. (2005). Contaminación por Hidrocarburos en México [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2005/05/050105/033n1est.php?printver=1&fly>. 2005.1-3pp. 20/11/2010

- Macías J.M. y Calderón G. (1994). *Desastre en Guadalajara: Notas preliminares y testimonios*. CIESAS. México, D.F, 234 pp.
- Machuca L. (2002). Desastres por explosión en el Municipio de Acatzingo, Estado de Puebla, México. [en línea] <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm.pp2.18/01/2002>
- Madigan M. T., Martinko J. M. y Parker J. (1998) *Biología de los Microorganismos*. 8<sup>va</sup> ed. Prentice Hall. EUA. 155, 1064 pp.
- Madrigal M.I. (1998). Alternativas para la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 196 pp.
- Michael G.D., Buckingham P. y Evans J.C. (2000). *Gestión de residuos tóxicos*. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, Mc Graw Hill, México, pp. 113. 400.
- Moraga J. C. (2003). *Remediación de Sitios Contaminados* Golder Associates. USA, 19, 119 pp.
- Navarro M. V. (2009). *Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad, Cuba*. Centro Provincial de Ciencias Médicas. Cienfuegos, 3, 120 pp.
- Ocampos O.y Melgarejo P.G. (2002). Inestabilidad de laderas en la Sierra Norte y Nororiental del estado de Puebla. Elementos ciencia y cultura [en línea]. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/srd/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29404708&iCveNum=18779, pp.16/12/2010>
- Ortíz B., Oscar I. y Gavilán G. (2009). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Instituto Nacional de Ecología [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316262&, pp.2. 24/11/2010>
- Pérez A. B., Castañeda A. D., Castellanos G., Jiménez S. T., Tapia H. A. y Martínez C. D. (2011). Efecto del antraceno en el crecimiento de maíz y frijol empleando suelos de origen agrícola. *Revista Terra Latinoamericana*. 29, 95-102
- Pérez V.J.G., García E. y Esparza F. G. (2002). Papel ecológico de la flora rizosférica en fitorremediación. *Avance y perspectiva*. 21, 297-300.
- Peña C., Carter. D. y Ayala F. (2001). Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program website at, [en línea]. <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/125, 12/03/2011>
- Piñeiro D. (2001). *Población y trabajadores en el contexto de transformaciones agrarias en Giarraca, N. (Comp.) ¿Una nueva ruralidad en América Latina?*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires, 2-10, 200 pp.

- Rivera. C.M.C. (2004). Clasificación de suelos tropicales influenciados por derrames de petróleo en Tabasco. *Tecnociencia Universitaria III*. 10, 6-25.
- Roy J.L. y Mc Gill W.B. (1999). Characterization of disaggregated non wettable surface soils found at old spill site. *Can. J. Soil Sci.* 78, 331-344.
- Saval B.S. (1995). Acciones para le remediación de suelos en México. Segundo mini simposio Internacional sobre Contaminantes del Agua y Suelo 1994. Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México 21 al 27 de octubre de 1994.
- Sarmiento T. O., Espinoza M.R. y Álvarez R. J. (2009). Emergencia ambientales asociadas a sustancias Químicas en México. Instituto Nacional de Ecología [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316768&pp.55>. 16/04/2011
- SEMARNAT (2004). Aumento la descarga de contaminantes por PEMEX. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/s2004-31-12.shtml> México, 3 pp.
- Soto E. (2009). Puebla estado con más emergencias ambientales [en línea]. [http://www.e-consulta.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=30443&Itemid=181](http://www.e-consulta.com/index.php?option=com_content&task=view&id=30443&Itemid=181) pp 25/05/2011
- Toledo A. (1988). Energía, ambiente y desarrollo. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. 45, 200 pp.
- Torres M. (2004) El derrame de crudo en Omealca, efectos en las poblaciones pobres[en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2004/oct04/041016/034n2est.php?printver=1&fly=1> (1 de 2) 17/10/2004
- Xu J. G. y Johnson R. L. (1995). Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil contaminated, remediated and uncontaminated soil planted to barley and field pea. *Plant and Soil*. 173, 3-10.
- Zavala C.J.A., Ruiz D.J. y Palma J. (2005). *Contaminación por metales pesados en las tierras del Campo petrolero Samaria, La investigación edafológica*. Tabasco, México, 24, 293 pp.

### CAPITULO III

## EL IMPACTO DEL DERRAME DE HIDROCARBUROS EN LA SOCIEDAD RURAL: UNA HISTORIA QUE CONTAR

Franklin RIVERA PINEDA<sup>27</sup>, Benito RAMÍREZ VALVERDE<sup>28</sup>, José Pedro JUÁREZ SÁNCHEZ<sup>29</sup>, Beatriz PÉREZ ARMENDÁRIZ<sup>30</sup> Néstor ESTRELLA CHULIM<sup>31</sup>, Francisco ESCOBEDO CASTILLO<sup>32</sup>, Gustavo RAMÍREZ VALVERDE<sup>33</sup>

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Carretera Federal, México, Puebla, km 125.5, 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162.

### RESUMEN

En México, la explotación del petróleo ha traído consigo un impacto ambiental severo sobre los recursos naturales producto de explosiones y derrames, afectando fundamentalmente suelos de cultivo. En este estudio se aborda el siniestro generado en Acatzingo Puebla en el año 2002, donde fueron afectados los suelos agrícolas de una centena de productores, dañando aproximadamente 50 ha de terreno. Para conocer el impacto del siniestro se entrevistaron 80 productores afectados contemplando la opinión al momento del derrame en el 2002 y después del mismo en el año 2010. La población considerada en el presente estudio son familias

---

<sup>27</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Doctorado en Estrategias para el desarrollo agrícola regional, Puebla 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162. Correo electrónico: [biofranklin@yahoo.com](mailto:biofranklin@yahoo.com).

<sup>28</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [bramirez@colpos.mx](mailto:bramirez@colpos.mx)

<sup>29</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pjuarez@colpos.mx](mailto:pjuarez@colpos.mx)

<sup>30</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Centro Interdisciplinario de Postgrado Investigación y Consultoría. 21 Sur 1103 Col. Santiago 72160, Puebla, México. Telf.(+52) 222-2299400 ext. 7527. Email: [beatriz\\_pereztij@yahoo.com.mx](mailto:beatriz_pereztij@yahoo.com.mx)

<sup>31</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [nestrela@colpos.mx](mailto:nestrela@colpos.mx)

<sup>32</sup> Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pacoescoca@hotmail.com](mailto:pacoescoca@hotmail.com)

<sup>33</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Dirección: México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [gramirez@colpos.mx](mailto:gramirez@colpos.mx)

dedicadas a la agricultura, sus ingresos dependen en su gran mayoría de lo que producen para sobrevivir. Los productores afectados se encuentran en condiciones de pobreza, las áreas de siembra con las que ellos cuentan son pequeñas superficies dedicadas al cultivo. El promedio de hectáreas para cultivo por productor es de 1.7 ha. Después del derrame, las ganancias por producción disminuyeron, comparadas antes del derrame por lo cual la situación económica de los productores de acuerdo con su opinión ha empeorado, con respecto a la indemnización económica, los campesinos afirmaron en el 2002 y en el 2010 que el dinero pagado no sustituyó los beneficios que la tierra le dejaría en el tiempo que durara la contaminación de sus suelos.

Un 91.1% en ambos periodos, respondió que hubieron efectos negativos sobre los árboles y animales de la zona, muchos de ellos se perdieron, así mismo en relación a la afectación a la salud humana un 90% en ambos años planteó que padecieron enfermedades, atribuibles al derrame generado en sus suelos de cultivo.

**Palabras clave:** agrícola, campesino, contaminación, impacto ambiental, México, salud, suelos

## **ABSTRAC**

In Mexico, the exploitation of oil has led to a severe environmental impact on natural resources product of explosions and spills, mainly affecting agricultural soils. This study addresses the loss generated in Acatzingo Puebla in 2002, where agricultural lands were affected a hundred producers, damaging about 50 ha of land. To understand the impact of the incident were interviewed 80 farmers affected when considering the opinion of the spill in 2002 and after it in 2010. The population considered in this study is families engaged in agriculture, their income depends mostly of what they produce to survive. The affected producers are in poverty, planting areas with which they have are small areas cultivated. The average crop hectares per producer are 1.7 ha. After the spill, earnings per production decreased compared before the spill so the economic situation of producers according to their opinion has worsened, with respect to financial compensation, the farmers said in 2002 and 2010 that the money paid for involvement was not enough, is not replace the benefits that would land him in the time duration of the contamination of soils. A 91.1% in both periods, said they had negative effects on trees and

animals of the area, many of them were lost and never reach the plots, likewise in relation to the effect on human health by 90% in both years stated that they suffered diseases, due to leakage generated in agricultural soils.

**Keywords:** agriculture, rural, pollution, environmental impact, Mexico, health, soil

### 3.1 INTRODUCCIÓN

El termino contaminación se considera como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra y el agua, a causa de agentes contaminantes de tipo natural y entrópico. De acuerdo con Larrain *et al.* (2002: 23) durante las últimas tres décadas producto a siniestros antrópicos y naturales más de 2 millones de personas fallecieron y más de 5 mil millones de habitantes fueron afectados en el mundo. Es importante destacar que algunas personas fueron damnificados varias veces, lo que aumenta su vulnerabilidad y les impide recuperarse (Dorn y Salanitro, 2000: 419-426).

Para el caso de los desastres antrópicos, Dettmer, (2006: 4) menciona que se han incrementado, con importantes daños socio ambiental y que debido a la presencia de contaminantes en el suelo agrícola se puede traducir en daños en su fertilidad que provoca situaciones anómalas en el funcionamiento de su ecosistema (Figueras *et al.*, 2008: 92). También puede tener impactó en aguas superficiales y subterráneas, y que la presencia de contaminantes en ciertos niveles implica múltiples consecuencias negativas para la cadena alimenticia y para la salud humana (Pardo, 2006: 4).

Uno de los problemas ambientales más importantes en la actualidad en México es la contaminación de sus ecosistemas terrestres y acuáticos por derrames de hidrocarburos y sus derivados. Con impactos negativos en el desarrollo de las plantas, en ese sentido Xu y Johnson (1995: 3) indican que la contaminación por hidrocarburos reduce el crecimiento de la planta debido a que pueden cubrir sus raíces influenciando la absorción de agua y nutrimentos después de haber penetrado en los tejidos vegetales. Pero también producen daños en las plantas por el contacto directo; ocasionando quemaduras y reducción de la fotosíntesis (Freedman, 1995: 606;



Plice, 1948: 413) Además que afecta a la mayoría de los microorganismos del suelo al no poder crecer en presencia de hidrocarburos, causando su muerte (Parrish y Clark 1999: 23). Por ello se considera que los derrames de hidrocarburos en tierras agrícolas generan efectos negativos en los recursos naturales, en la parte económica y en las prácticas que contribuyen al bienestar y sobrevivencia de la unidad de producción familiar. En este contexto se puede decir que los impactos de los hidrocarburos en las tierras agrícolas y en la vida socioeconómica no han sido cuantificados ni valorados, es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo comparar en dos escenarios de tiempo - 2002 y 2010 - la situación socio-ambiental de los campesinos afectados por el derrame de hidrocarburos sucedido en Acatzingo.

### **3.2 La agricultura y los efectos por derrames de hidrocarburos**

Los derrames por petróleo han afectado miles de hectáreas productivas en zonas rurales y familias productoras ubicadas en espacios rurales marginados, generalmente son familias de escasos recursos con efectos negativos en el medio ambiente. En este sentido Macías y Calderón (1994: 234) mencionan que los eventos de tipo antrópicos más recurrentes en México son las explosiones, que causan el mayor número de muertos y daños a la agricultura. Por su parte García *et al.*, (2006: 133) menciona que también afectan a la población los derrames de combustibles, incendios, olas de calor, plagas, vendavales y contaminación.

En este sentido Culbertson *et al.* (2008: 45) plantea que en México 45% de los suelos presentan algún tipo de degradación causada por derrames, aún en concentraciones muy bajas (2500-4000mg TPH/kg suelo) y que el suelo puede ser afectado si no es tratado para mejorar su fertilidad, ya que los hidrocarburos muy meteorizados reducen la fertilidad del Suelo. De acuerdo a estos planteamientos, el suelo pierde microorganismos que fertilizan y promueven la producción de alimentos (Pérez *et al.*, 2002: 297). Hay que considerar que en un gramo de suelo en buen estado se puede encontrar hasta 600 mil millones de bacterias (Mastandrea *et al.*, 2005: 5), y de acuerdo a Ogram y Feng (1997: 422) por cada gramo de suelo hay alrededor de 4,000 especies de microorganismos

Pero no solo se observa el impacto negativo de los hidrocarburos en la fertilidad de los suelos, también afectan el rendimiento de forrajes y cultivos debido a las alteraciones que están relacionados con la toxicidad (Zavala *et al.*, 2005: 293). La causa de ello se refiere a alteraciones

de las propiedades físicas y químicas del suelo, las cuales pueden ocurrir a concentraciones muy bajas, de 2,500-4,000mg TPH/kg suelo (Adamset *et al.*, 2006: 16), para esto tenemos que en pruebas ecotoxicológicas realizadas por Beck (2001:2) en concentraciones de 37,700ppm a 122,200ppm de crudos liviano, mediano y pesado, inhibieron la germinación de semillas de maíz. Por su parte, Porta *et al.*, (1999: 51) mencionan que la producción de biomasa total de plantas de cebada (*Hordeum vulgare*) disminuyó hasta 57% por el efecto de la exposición a 40,000mg·kg<sup>-1</sup> de TPH.

Pero también se observa que las plantas son menos resistentes a las plagas y enfermedades, Toledo (1988: 45) en un estudio realizado en el estado de Tabasco, en una comunidad con manglar y con introducción permanente de hidrocarburos al suelo encontró que las plantas manifestaron pérdida de vigor del ecosistema, haciéndolo más vulnerable al ataque de insectos y enfermedades. Los hidrocarburos también provocan daños fisiológicos y genotóxicos (Golet *et al.*, 2002: 241-304; Harvey *et al.*, 1999: 113-114; Laffon *et al.*, 2006: 44), y causa daños ecológicos, cuando hablamos a nivel del medio (Peterson *et al.*, 2003: 302; Martínez *et al.*, 2006: 271).

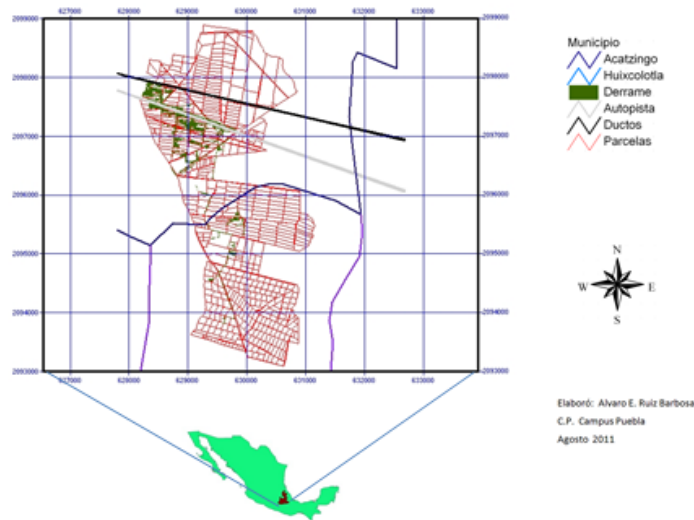
### **3.3 Ubicación de la región de estudio y características de la zona siniestrada**

La región afectada por el derrame de petróleo se ubica en los municipios de Acatzingo y San Salvador Huixcolotla. El municipio de Acatzingo se localiza en la parte central del estado de Puebla, tiene una superficie generalmente plana y con suelos de cambisol, con una extensión territorial de 125.02 Km<sup>2</sup> y una población de 52,078 habitantes con un grado de rezago social medio ubicado en el lugar 975 a nivel de país y 122 a nivel de estado, arrastra una pobreza alimentaria de 37.1%. La mayor parte del territorio está dedicado a la actividad agrícola, minería, petróleo, ganadería, industria, comercio, turismo, caza, pesca. (INEGI, 2010), en Acatzingo la comunidad afectada fue Actipan de Morelos.

El otro municipio que recibió parte de la afectación fue San Salvador Huixcolotla. Se localiza en la parte central del estado de Puebla. Tiene una superficie de 33.18 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 189 con respecto a los demás municipios del estado, con una población de 13,541 habitantes. Posee un índice de -0.357, grado de marginación medio, ocupa el lugar 185

con respecto al resto del estado. La superficie sembrada para el 2009 fue de 2,077ha con una superficie cosechada de 777ha (INEGI, 2010).

Figura. 4 Localización de la zona siniestrada por hidrocarburo en Acatzingo



Breve cronología del derrame, este ocurrió el 16 de Enero del año 2002 en el kilómetro 407 + 640, debido a una fuga de petróleo crudo derivada de la ruptura del oleoducto de 30” de diámetro nuevo Teapa – Venta de Carpio – Tula. El petróleo derramado ascendió a unos 450,000 litros de crudo<sup>34</sup> y contaminó una superficie agrícola de aproximadamente 50ha, afectando cultivos, sistema de riego, suelo, animales y medio ambiente. Además se contabilizó la muerte de una menor de edad, 5 personas afectadas por intoxicación y afectaciones para un centenar de productores. Los terrenos dañados directamente se localizan en el Barrio San Diego del Ejido Santa María Actipan de Acatzingo. Los cultivos más importantes en cuanto a superficie al momento del siniestro eran: lechuga, cilantro, tomate, maíz grano, alfalfa y cebolla.

A causa de este evento, Petróleos Mexicanos (PEMEX) contrató los servicios de cinco compañías especialistas para la remediación de las áreas contaminadas. El compromiso fue tratar los suelos y que éstos se mantuvieran a niveles inferiores de 1,000ppm de TPH’s.

34 Machuca. L. (2002) Desastres por explosión en Acatzingo, Puebla, México. <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm>. México 18 de Enero del 2002.

### **3.4 METODOLOGÍA**

Para conocer las afectaciones de carácter ambiental, económicas y cambios sociales por el derrame de hidrocarburos en las unidades de producción se consideró la opinión de los 80 jefes de familia afectados por el derrame inmediatamente después del evento (2002) y en el 2010 para conocer su opinión 8 años después. Para la obtención de la información se aplicó un cuestionario estructurado en el área de permanencia de los productores dueños de los suelos impactados en los años 2002 y 2010, con el objetivo de hacer comparaciones en dos cortes transversales de tiempo. La información de la opinión de los campesinos fue recogida en preguntas abiertas, cerradas y preguntas en escala tipo Likert.

Para analizar las diferencias en las opiniones con respecto a la afectación en los dos períodos de tiempo se usó la prueba  $Chi^2$ . Para poder afirmar que las apreciaciones sobre la afectación difieren significativamente en el año en que se presenta el derrame y ocho años después con intervención de trabajos de remediación de los suelos, también se usó la prueba de Mann Whitney, la razón del uso de estos estadísticos se debe a la medición de los mismos indicadores en dos momentos temporales diferentes un momento en el 2002 y otro momento en el 2010, siendo el primer periodo la referencia para identificar los cambios que se suscitaron en el segundo período. El software utilizado para la captura, ordenamiento, codificación de información y generación de los parámetros del estadístico fue el SPSS 15.0.

### **3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### Condiciones de vida

La población considerada en el presente estudio son familias dedicadas a la agricultura y, sus ingresos dependen en su gran mayoría de lo que ellos producen. De acuerdo con la Comisión Nacional de Población CONAPO (2010) los productores afectados se encuentran en condiciones de pobreza, las áreas de siembra con las que ellos cuentan son pequeños minifundios dedicados al cultivo de Maíz, frijol, flores, chile y hortalizas. En esta zona el promedio de tierra para cultivo por productor es de 1.7 ha, así mismo el 76% de los productores entrevistados afectados mencionaron que se les contaminó al menos una parcela que en su mayoría oscilan entre 0.5 y 1.7 ha por productor. En términos generales, la opinión que tienen los entrevistados después del

derrame es que la afectación en su actividad agrícola fue muy grave puesto que se quedaron con una menor superficie para la siembra y repercutió en su condición económica.

La edad promedio de los productores entrevistados para el año 2002 era de 57.33 años con edad mínima de 29 años y máxima de 90 años, para el 2010, la edad media fue de 60.13 años, con una edad mínima y máxima de 37 y 85 años respectivamente, es importante destacar que algunos productores fallecieron otros ya no trabajan la tierra o la heredaron a sus familiares. El nivel de escolaridad de los productores en el 2002, se tiene que la media fue de 40.1% los que aprobaron el sexto año, sin embargo en el año 2010, los productores entrevistados en un 53% tienen aprobado el segundo año. La diferencia radica a que hubo cambios en la dedicación a las labores agrícolas, ahora los que están a cargo son los hijos, parientes o nietos de los entrevistados en el año 2002. Con relación a educación, en México de acuerdo con cifras del conteo nacional de población y vivienda 2010, 74.2% de la población rural no tenía instrucción o apenas alcanzaba la primaria como máximo nivel de escolaridad, en contraste, 58% de la población urbana tiene un nivel de instrucción de al menos la secundaria (CONAPO, 2010).

Los productores tienen 26 años de experiencia dedicados a trabajar la tierra, existiendo productores con 10 y 60 años como mínimo y máximo. Se considera que la experiencia empírica de los productores en la agricultura es importante por las opiniones que externan ante la situación que les acarreó el derrame en sus suelos de cultivo y efectos socioeconómicos para su hogar.

Con respecto a la contaminación de los suelos agrícolas, el 95% de los entrevistados opinaron que se les contaminó un predio de cultivo cuando se dio el derrame hay que recordar que la media de terrenos que tienen los productores son predios de 1.7 ha que significan un predio por productor, solo un 5% de los productores tienen más de un predio, los productores con un predio sufrieron más las consecuencias dado que prácticamente no tenían terrenos para continuar con sus labores agrícolas, esto lo plantea Rivera (2004) que los derrames de petróleo y sus derivados en el ámbito mundial, han provocado una severa contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como una afectación en el ámbito social.

La población entrevistada afectada por el derrame en el año 2002, en un 82.3% mencionó que su principal ocupación era la agricultura y el porcentaje restante combinaba el comercio con la

agricultura. Para el 2010 las condiciones cambiaron, ahora la totalidad de los productores se dedica exclusivamente a trabajos en la agricultura y consideran que no cuentan con suficiente dinero para invertir en otra actividad.

Un 59.37% de los productores entrevistados en ambos periodos consideró que el derrame fue muy fuerte en las parcelas afectadas, al relacionar ambos años se tiene que en el 2002 el total de los productores opinaron que la afectación fue muy fuerte y para el 2010 un 71.25% plantearon que la afectación fue fuerte. Mediante la prueba de U de Mann-Whitney, se encontró que existe diferencia significativa entre los grupos (U de M-W= 12720.00; p= .00).

Con relación al estado de los suelos 73.12% de los productores entrevistados opinaron que sus suelos hasta la fecha siguen contaminados. Al comparar la opinión de los entrevistados por año se encontró que existen diferencia significativa en la opinión que brindaron los productores (U de M-W= 12720.00; p= .00).

Los productores entrevistados opinaron en un 58% muy problemático el derrame sufrido en sus tierras, haciendo una comparación en ambos años, en el 2002 opinaron que fue muy problemático para sus familias el impacto que les generó el derrame, en el año 2010 en un 41%, definieron el problema como problemático. Mediante la prueba de Mann-Whitney existen diferencia significativa en las respuestas (U de M-W= 12561.00; p= .00).

Con relación a la obtención de ingresos para la manutención de su familia 43.39% de los entrevistados en ambos años plantearon que tenían otra parcela para trabajar. Haciendo una relación en respuestas por año en el 2002 los productores plantearon en un 68.35% que recibieron ayuda de otros familiares, en cambio en el 2010, el 58.75% opinó que tenían otra parcela para trabajar. Mediante la prueba de U de Mann-Whitney, se encontró que existe diferencia significativa (U de M-W= 12720.00; p= .00). Estos resultados muestran que los productores entrevistados tienen una opinión diversa en relación a la afectación y los efectos del derrame de hidrocarburos en sus parcelas.

Tabla 1. Efectos que provocó el derrame de hidrocarburo de acuerdo con la opinión de los productores afectados en 2002 y 2010

| CONCEPTO  | Año  | Si | %     | No | %     | X <sup>2</sup> | P      |
|---|------|----|-------|----|-------|----------------|--------|
| Problemas económicos generados a los productores por el derrame.                            | 2002 | 79 | 100   | 0  |       | 33.56          | 0.00   |
|   | 2010 | 79 | 98.75 | 1  | 1.5   |                |        |
| Personas que consideran que el derrame lo llevó a una situación económica más desfavorable. | 2002 | 79 | 100   | 0  |       | 33.56          | .000   |
|   | 2010 | 65 | 81.25 | 35 | 18.75 |                |        |
| Personas que consideran que tienen buena filtración de agua en los suelos                   | 2002 |    |       | 79 | 100   | 38.026         | 0.00   |
|   | 2010 | 31 | 38.74 | 49 | 61.25 |                |        |
| Personas que perciben que retiene la humedad el suelo                                       | 2002 |    |       | 79 | 100   | 39.562         | 0.00   |
|   | 2010 | 32 | 40    | 48 | 60    |                |        |
| Personas que siente olores de aceite en el suelo  | 2002 | 79 | 100   |    |       | 39.562         | 0.00   |
|   | 2010 | 48 | 60    | 32 | 40    |                |        |
| Productores que consideran que lo que siembra lo produce con calidad.                       | 2002 |    |       | 79 | 100   | 27.913         | 0.00   |
|   | 2010 | 24 | 30    | 56 | 70    |                |        |
| Percepción de riesgos futuros de derrame  | 2002 | 79 | 100   |    |       | 2              | 0.00   |
|   | 2010 | 78 | 97.5  | 2  | 2.5   |                |        |
| Efecto del derrame en árboles de su parcela   | 2002 | 7  | 8.8   | 72 | 91.13 | 79.22          | 0.00   |
|   | 2010 | 70 | 87.5  | 10 | 12.5  |                |        |
| Opinión de los efectos del derrame sobre los animales                                       | 2002 | 7  | 8.8   | 72 | 91.13 | 121.812        | 0.00   |
|   | 2010 | 77 | 96.25 | 3  | 3.75  |                |        |
| Impacto ambiental del derrame en los suelos.  | 2002 | 79 | 100   |    |       | 2.026          | 0.0248 |
|   | 2010 | 77 | 96.25 | 3  | 3.75  |                |        |
| Opinión de participar en trabajos de investigación y mejoramiento de la agricultura.        | 2002 | 56 | 70.88 | 23 | 29.1  | 0.909          | 0.022  |
|   | 2010 | 62 | 77.5  | 18 | 22.5  |                |        |

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de la encuesta aplicada Acatzingo, Pue., 2002 y 2010.

En la tabla anterior se muestra que el grupo de productores entrevistados consideró en un 99% que tuvieron problemas económicos producto al derrame de hidrocarburos en sus suelos. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 33.56$ ;  $p > .000$ ) entre la opinión de los productores, donde los afectados por el siniestro en ambos periodos (2002-2010) afirmaron haber tenido problemas diversos producto al derrame en sus suelos de cultivo.

Los productores entrevistados en su totalidad en el año 2002 y 81% en el 2010, opinaron que su situación económica es mala producto al derrame. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 33.56$ ;  $p > .000$ ) entre la opinión de los productores ya que opinaron que hubo problemas económicos producto al derrame, esto lo soporta Michael *et al.* (2000: 113) plantea que los hidrocarburos afectan de manera severa los procesos productivos, haciendo disminuir drásticamente el índice de producción en suelos contaminados por petróleo,

además provoca efectos negativos en el ambiente, suelo, agua, con mayor gravedad resultan las afectaciones al suelo.

La opinión de los productores en relación a la parte económica es persistente, los productores agrícolas están dentro del grupo productivo marginados y pobres del país y con este evento se acrecentó negativamente la situación en la economía en las familias campesinas afectadas de la zona.

En cuanto a la filtración de agua en sus suelos el total de productores entrevistados en el 2002, planteó que no tenían buena filtración de agua sus suelos, en cambio en el 2010, el índice de opinión bajó a un 61.25%. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa por años ( $\chi^2 = 38.026$ ;  $p > .000$ ) entre la opinión de los productores.

Al preguntarles a los productores sobre la retención de la humedad del suelo, el total de los productores respondió en el 2002 que sus suelos no retenían la humedad, en el 2010, el 60% respondió que los suelos no retienen la humedad. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 39.562$ ;  $p > .000$ ) entre la opinión de los productores en ambos años.

Al preguntarles si sentían olores de aceite al sembrar en sus suelos en el 2002, el total de los productores respondió que sí, en cambio en el 2010, un 60% respondió que siente olores de aceite al sembrar sus cultivos. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 39.562$ ;  $p > .000$ ).

El 80% de los entrevistados opinaron que las siembras en los terrenos contaminados no se produce con calidad, comparando ambos periodos, en el 2002, el total de los productores respondió que sus cultivos no son de calidad ni obtienen ganancias de lo que siembran, para el 2010 respondieron en un 60% que lo que siembran no lo producen con calidad. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa ( $\chi^2 = 27.913$ ;  $p > .000$ ) entre la opinión de los productores.



En relación con los riesgos futuros por derrame, 99% de los productores entrevistados considera tener riesgos, debido a la ubicación de los ductos, la percepción que ellos tienen es que al pasar los ductos por sus suelos, en cualquier momento estos pueden explotar nuevamente.

En el 2002, un 91.13% de los productores plantearon que no tuvieron afectación en los árboles de su parcela y en el 2010, el 87.5% planteó que si fueron afectados los árboles de su parcela, es probable que el cambio de opinión se deba a que los efectos del petróleo no fueron mediatos. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa en la respuesta de los productores en ambos períodos ( $\chi^2 = 79.22$ ;  $p > .000$ ).

Un 98% de los productores consideraron que el derrame afecto a los animales que habían en las parcelas así mismo los microorganismos del suelo. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa en la respuesta de los productores en ambos períodos ( $\chi^2 = 121.812$ ;  $p > .000$ ). En este contexto Macnaughton *et al.*(1999: 65) aduce que los vertidos de petróleo tienen un profundo impacto sobre la estructura de las comunidades microbianas naturales, el cual se suele traducir en una reducción de la diversidad, la biomasa y la actividad microbiana, lo que provoca efectos adversos a la flora y la fauna existente en la zona.

Los productores entrevistados en el 2002 y 2010, un 96.25% consideraron que el derrame provocó un impacto ambiental negativo en el medio ambiente. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrada, se encontró diferencia significativa en la respuesta de los productores en ambos períodos ( $\chi^2 = 2.026$ ;  $p > .0248$ ).

La mayoría de los productores plantearon que les gustaría participar en charlas relacionadas con el medio ambiente y uso de suelos.

Al considerar los ingresos de sus productos en el 2002, los productores entrevistados en un 62% consideraron que si obtuvieron ganancias y que los precios pagados a sus productos eran buenos, a diferencia del 2010, en donde 82.3% consideró no tener ganancias de lo que siembran, esta última opinión se justifica por que los productores afirman que los suelos de cultivo, se dañaron y por tanto requieren de una mayor inversión.

Con respecto a los ingresos mensuales por producción se tiene que en el 2002 en promedio mensual eran de \$2,160 pesos, para el año 2010 los ingresos por producción mensual eran de \$1772 pesos, haciendo una deflación por ingresos basados en Stanley *et al.* (1990) los ingresos que se dejaron de percibir fueron de \$388 pesos por cada mes. Después del derrame, la situación económica de los productores de acuerdo con su opinión ha empeorado. Sin embargo, no se puede afirmar que solo el derrame de hidrocarburos provocó esta situación en el ingreso puesto que el nivel general de los precios de insumos y productos agrícolas está influyendo, esto implica que el campo sigue sin cambios positivos y se sigue manteniendo a este sector como el de los más desprotegidos y pobres del país.

Con respecto a la indemnización económica, los campesinos afirmaron en el 2002 y en el 2010 que el dinero pagado por la afectación no fue suficiente y que no sustituiría los beneficios obtenidos que la tierra le dejaría en el tiempo que durara la contaminación de sus suelos. En promedio, los afectados recibieron \$56,033.75 pesos mexicanos por ha dañada y considera que en la actualidad que el pago por daños no fue justo y que se les debió de dar más dinero para compensar las pérdidas que por más de 8 años les ha provocado el siniestro.

Las implicaciones para el pastoreo fueron relevantes puesto que anteriormente sin el derrame llevaban a sus animales a los terrenos agrícolas para aprovechar las hierbas silvestres y los esquilmos de las cosechas, pero en la actualidad, el total de los productores plantearon que ya no llevan a los animales a pastorear y los mantienen siempre en su casa y en algunos casos se ven en la necesidad de comprar forraje para alimentar a sus animales.

Con relación al tiempo que dedican los productores diariamente al trabajo agrícola consideran que no ha tenido cambio alguno. En el año 2002 y 2010, 83.75% de los productores opinó que dedican ocho horas de trabajo al día. Con relación a la valoración del trabajo agrícola, ésta disminuyó ya que en el año de 2002 se consideraba muy importante y en año de 2010 solo se afirma que es importante porque ya no obtiene los mismos beneficios por trabajar la tierra afectada.

Al preguntar sobre las afectaciones en la salud, en el 2002 respondieron en un 91% que no se presentaron problemas de salud atribuibles a la contaminación de los suelos. En el año 2010 se

les realizó la misma pregunta sobre afectaciones a la salud y se encontró que un 90% fue afectado en su salud y padecieron alguna enfermedad por estar en contacto directo con los suelos afectados. De este porcentaje el 88.9 % planteó que las enfermedades que padecieron fueron de tipo respiratorias y alergias en la piel. Al respecto Seoáñez (2008) plantea que aproximadamente, el 40% de las intoxicaciones y muertes en el mundo pueden ser atribuidas a factores ambientales, ejemplo de esto tenemos los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas, los cuales afectan la salud de los productores producto del contacto directo que tienen ellos con sus suelos de cultivo.

### **3.6 CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados podemos concluir que:

La situación económica de los productores de acuerdo a su opinión, ha empeorado a partir de que sus suelos fueron contaminados por hidrocarburos, antes trabajaban la tierra y algunos se dedicaban al comercio invirtiendo las ganancias que obtenían de sus productos agrícolas, en el 2010 consideran que lo poco que producen les alcanza para sobrevivir, no tienen alternativa de otro trabajo ya que no cuentan con los recursos para hacer una inversión inicial en este caso para el comercio.

Con respecto a la contaminación de los suelos agrícolas, el 95% de los entrevistados opinaron que se les contaminó un predio de cultivo cuando se dio el derrame hay que recordar que la media de terrenos que tienen los productores son predios de 1.7 ha que significan un predio por productor, los productores opinaron que sus parcelas en el 2002 estaban muy contaminadas, actualmente opinaron que la contaminación ha disminuido y consideran que sus suelos están algo contaminados pero no producen lo necesario ya que las ganancias por producción han disminuido considerablemente.

En cuanto a la filtración de agua en sus suelos un 61.25% de los productores entrevistados nos plantearon que no tienen buena filtración de agua sus suelos, y aun sienten olores de aceite en un sus parcelas cuando trabajan la tierra.

Las afectaciones en árboles y animales silvestres no fueron apreciadas inmediatamente puesto que en el 2002 se opinó que si fueron afectados pero moderadamente y para el año 2002 la opinión constató que hubo mayor afectación de lo que originalmente se percibió.

Con respecto a la indemnización económica, los campesinos afirmaron en el 2002 y en el 2010 que el dinero pagado por la afectación no fue suficiente, es decir, no sustituiría los beneficios obtenidos que la tierra le dejaba en el tiempo que durara la contaminación de sus suelos.

En cuanto los ingresos en el año 2002, el promedio de ingresos por producción era de \$2,160 pesos, para el año 2010, fue de \$1772 pesos, las pérdidas por producción fue de \$388 pesos por mes. Después del derrame, los ingresos disminuyeron, por lo cual la situación económica de los productores de acuerdo con su opinión ha empeorado.

Los productores opinaron que sus suelos fueron contaminados fuertemente por hidrocarburos, debido a esto consideran que padecieron algunas enfermedades tales como enfermedades respiratorias y alérgicas en la piel, en el 2010, plantearon que no padecen enfermedades producto al derrame.

En relación a la indemnización, los productores opinaron que si les pagaron indemnización pero no fue la convenida, les dieron menos de lo prometido y en algunos casos no les pagaron, además ellos consideran que la indemnización que se les dio no compensa los daños que les provocó el derrame, tanto en la parte social, como económica y ambiental.

### 3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Adams RH, Álvarez-Ovando AL, Escalante-Espinosa E, Gutiérrez-Rojas M. (2006) Dose - Response Relationship of Organisms in Soil with Heavily Weathered Hydrocarbons and Changes in Fertility Parameters. 13th Int. Environmental Petroleum Conference. San Antonio, Texas, EEUU. ([http://ipec.utulsa.edu/Conf2006/Papers/Adams\\_37.pdf](http://ipec.utulsa.edu/Conf2006/Papers/Adams_37.pdf)). pp. 16-20.
- Beck. U. (2001) Políticas ecológicas en la edad del riesgo, el Roure, Barcelona, España. pp. 2.
- CONAPO. (Consejo Nacional de Población) (2010) Índices de marginación a nivel localidad. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social.
- Culbertson, J.B., Valiela, I., Pickart, M., Peacock, E.E., Reddy, C.M. (2008). Long term consequences of residual petroleum on salt marsh grass. *Journal of Applied Ecology*, pp.45, 1284-1292.
- Dettmer R. G. J. (2006) Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, pp 4.<http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10123868&ppg=4>
- Dorn P. H, Salanitro. J. (2000) Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation. *Chemosphere* pag.419-426.
- Freedman.B. (1995) *Environmental Ecology. The cological effects of pollution, disturbance, and stresses*. 2ª ed. Academic Press. San Diego, CA, EEUU, pp. 606.
- Figueras. A. Tamayo. D. Tintoré. J. (2008) Las lecciones de la catástrofe del Prestige. España: CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p 92.<http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10239096&ppg=92>
- García. N. Arróliga. R. Marín. R. Cambrais. K. Méndez Estrada. D. Bitrán. B. (2006) Características e Impacto Socioeconómico de los Huracanes “Stan” y “Wilma” en la República Mexicana. Pp. 133.
- Golet, G.H., Seiser, P.E., McGuire, D.A., Roby, D.D., Fischer, J.B., Kuletz, K.J., Irons, D.B., Dean, T.A., Jewett, S.C., Newman, S.H. (2002) Long-term direct and indirect effects of the 'Exxon Valdez' oil spill on pigeon guillemots in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*, pp.241, 287-304.
- Harvey, J.S., Lyons, T.S., Page, T.S., Stewart, C., Parry, J.M. (1999) An assessment of the genotoxic impact of the Sea Empress oil spill by the measurement of DNA adduct levels in selected invertebrate and vertebrate species. *Mutation Research*, pp.103-114.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2010) Estudio socioeconómico y de población de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Larraín, S.; Leroy, J. P., y Nansen, K. (2002) Cono Sur sustentable. Aporte ciudadano a la construcción de sociedades sustentables. Programa Cono Sur Sustentable. LOM Ediciones. pp. 23.
- Laffon, B., Fraga-Iriso, R., Pérez-Cadahía, B., Méndez J. (2006) Genotoxicity associated to exposure to Prestige oil during autopsies and cleaning of oil contaminated birds. *Food and Chemical Toxicology*, pp.44, 1714-1723.
- Macías. J.M. Calderón.G. (1994) Desastre en Guadalajara: Notas preliminares y testimonios. CIESAS. México, D.F. pp. 234.
- Martínez. A. A. Velando. A. Oro, D. Genovart. M. Gerique. C. Bartolomé. M.A. Villuendas. E. Sarzo. B. (2006) Sex-specific mortality of European shags after the Prestige oil spill: Demographic implications for the recovery of colonies. *Marine Ecology Progress Series*, pp.271-276.
- Mastandrea. C. Chichizola. C. Ludueña. B. (2005) Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. pp.5 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10090465&ppg=5>.
- Macnaughton. S.J. Stephen. J.R. Venosa. A.D. Davis. G.A. Chang. Y.J. y White. D.C. (1999) Microbial population changes during bioremediation of an experimental oil spill. *Appl Environ Microbiol*. pp.65: 3566-3574.
- Michael. G.D. Buckingham. P. Evans. J. C. (2000) Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, Mc Graw Hill, México. pp. 113.
- Ogram, A. y Feng, X. (1997) Methods of soil microbial community analysis. En : HURST, C., KNUDSEN, G. y McINERNEY, M. manual of Environmental Microbiology. Washington DC, ASM Press, pp 422-430.
- Pardo C. Perdomo R. Benavides. J. (2006). Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. Colombia: Red Nova. pp.4 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10113386&ppg=4>.
- Parrish.P.J. Clark. R.P. (1999) Alaska Oil Spill Bioremediation Monitoring Program: An update. USEPA, NHEERL, Gulf Ecology Division, 1 Sabine Island Drive, Gulf Breeze, FL 32561, EEUU, pp.23. <http://www.epa.gov/ged/publica/c1756.htm>.
- Pérez. V. J.G. García. E. y Esparza. F. G. (2002) Papel ecológico de la flora rizosférica en fitorremediación. *Avance y perspectiva*. pp.21: 297-300.

- Peterson, C.H., Rice, S.D., Short, J.W., Esler, D., Bodkin, J.L., Ballachey, B.E., Irons, D.B. (2003) Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science*, pp.302, 2082-2086.
- Plice. M.J. (1948) Some effects of crude petroleum on soil fertility. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* pp.13: 413-416.
- Porta A, Filliat N, Plata N. (1999) Phytotoxicity and phytoremediation studies in soils polluted by weathered oil. En Leeson A, Alleman BC (Eds.) *Phytoremediation and Innovative Strategies for Specialized Remedial Applications*. Battelle. Columbus, Ohio, EEUU. pp. 51-56.
- Rivera. C.M.C. (2004) Clasificación de suelos tropicales influenciados por derrames de petróleo en Tabasco. *Tecnociencia Universitaria III*. pp. 6-25.
- Seoánez. C. (2008) Contaminación marina y restauración del litoral: contaminación, accidentes y catástrofes agresiones a las costas y soluciones. España: Mundi-Prensa. pp 210. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10234571&ppg=195>
- Stanley. F. Dornbusch. R. Schmalensee. R. (1990) *Economía*. Segunda edición, McGraw Hill. Interamericana de México, S.A de C.V. México. pp. 40.
- Toledo, A. (1988) *Energía, ambiente y desarrollo*. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. pp. 45.
- Xu. J. G. R. Johnson. L. (1995) Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil contaminated, remediated and uncontaminated soil planted to barley and field pea. *Plant and Soil*. pp.173: 3-10.
- Zavala C.J.F, Gavi R.H, Adams S.H., Ferrera-Cerrato D.J, Palma-López D.J, Vaquera H.Y, Domínguez E.J. (2005) Derrames de Petróleo en Suelos y Adaptación de Pastos Tropicales en el Activo Cinco Presidentes, Tabasco. *Terra* pp. 23: 293-302.

## CAPITULO IV

### IMPLICACIONES EN LA AGRICULTURA POR EL DERRAME DE HIDROCARBURO EN ACATZINGO, MÉXICO.

Franklin RIVERA PINEDA<sup>35</sup>, Benito RAMÍREZ VALVERDE<sup>36</sup>, José Pedro JUÁREZ SÁNCHEZ<sup>37</sup>, Beatriz PÉREZ ARMENDÁRIZ<sup>38</sup> Néstor ESTRELLA CHULIM<sup>39</sup>, Francisco ESCOBEDO CASTILLO<sup>40</sup>, Gustavo RAMÍREZ VALVERDE<sup>41</sup>

Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Carretera Federal, México, Puebla, km 125.5, 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162.

#### RESUMEN

En el año 2002, se presentó un derrame de hidrocarburos en Acatzingo Puebla. Para conocer su impacto en los aspectos económico, social y agronómico se realizaron dos encuestas a los afectados por el siniestro una en el año del desastre y otra en el año 2010. De acuerdo con los resultados se encontró que el evento causó graves daños y las opiniones respecto al siniestro son muy similares ocho años después a las manifestadas en el año 2002, la parte social y la parte

---

<sup>35</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Doctorado en Estrategias para el desarrollo agrícola regional, Puebla 72001, Puebla, México. Fax: (52) 222- 285-2162. Correo electrónico: [biofranklin@yahoo.com](mailto:biofranklin@yahoo.com).

<sup>36</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [bramirez@colpos.mx](mailto:bramirez@colpos.mx)

<sup>37</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pjuarez@colpos.mx](mailto:pjuarez@colpos.mx)

<sup>38</sup>Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Centro Interdisciplinario de Postgrado Investigación y Consultoría. 21 Sur 1103 Col. Santiago 72160, Puebla, México. Telf.(+52) 222-2299400 ext. 7527. Email: [beatriz\\_perezitij@yahoo.com.mx](mailto:beatriz_perezitij@yahoo.com.mx)

<sup>39</sup>Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [nestrela@colpos.mx](mailto:nestrela@colpos.mx)

<sup>40</sup> Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Dirección: Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5 Puebla, Puebla. México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [pacoescoca@hotmail.com](mailto:pacoescoca@hotmail.com)

<sup>41</sup>Profesor Investigador Titular del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Dirección: México. C.P. 72130, Tel (222)2 850013, E-mail: [gramirez@colpos.mx](mailto:gramirez@colpos.mx)



productiva fueron las áreas más afectadas. Producto al derrame se desencadenaron procesos productivos irregulares, entre ellos la disminución de la producción, que afecta en forma negativa el aspecto económico de las familias afectadas. En menor medida de acuerdo con la opinión de los productores hubo impacto en la salud y su organización familiar.

**Palabras clave:** cultivo, campesino, contaminación, hidrocarburo, ingreso, producción

## **ABSTRAC**

In 2002, there was an oil spill in Acatzingo Puebla. To understand its impact on the economic, social and agronomic two surveys were conducted for those affected by the incident one in the disaster year and another in 2010. According to the results was that the event caused severe damage and views on the very similar incident eight years later as those stated in 2002, the social and productive were the most affected areas. Product spill broke irregular production processes, including decreased production, which negatively affects the economics of the affected families. To a lesser extent according to the opinion of the producers was no impact on health and family organization.

**Keywords:** farming, farmer, pollution, oil, income, production

## **4.1 INTRODUCCIÓN**

Uno de los problemas ambientales más grandes de este milenio es la contaminación y sus efectos sobre los seres vivos. Por tal motivo conviene conceptualizar el término contaminación como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, tierra y el agua, que afecta a la vida humana o a las distintas especies y que puede agotar o deteriorar los recursos naturales y las materias primas que se extraen de los ecosistemas. En este sentido Phillips *et al.* (2005: 125) Plantean que los hidrocarburos generan consecuencias de degradación de suelos por *Pérdida de elementos nutrientes (N, P, S, K, Ca, Mg)* y puede ser de manera directa o bien al ser eliminados por el petróleo que se infiltran en el suelo, o bien por erosión a través de las aguas de escorrentía, o de la forma indirecta por procesos de remediación de suelos.

Es por ello que hablar de contaminación en México, es hablar de petróleo, como uno de los productos que más impacto ha generado en los suelos de cultivo y con efectos negativos en la economía familiar campesina.

Al ocurrir un derrame de petróleo en un suelo mineral, inmediatamente disminuye la densidad aparente del suelo debido al incremento de carbono orgánico, sin embargo, después de algunos meses los hidrocarburos residuales, sobre todo los muy meteorizados, reducen la capacidad del suelo para volver a su situación natural luego de una compresión temporal, esto se debe al carácter parcialmente oxidado de los hidrocarburos residuales, como una consecuencia de los procesos naturales de recuperación o debido al tratamiento del suelo mediante programas de remediación (Zavala *et al.*, 2005: 293).

Es importante tener en cuenta que la materia orgánica, al igual que los componentes inorgánicos del suelo, definen las propiedades físicas y químicas de los suelos, manteniendo una buena estructura porosa, lo que permite una mejor aireación, mejorando la retención de agua, así mismo favorece la incorporación de nutrientes tales como calcio, magnesio, potasio, amonio, manganeso, hierro y cobre que son una fuente de nitrógeno, fósforo, azufre, los cuales van siendo liberados a medida que la materia orgánica se oxida (mineraliza), además absorbe contaminantes orgánicos potencialmente tóxicos (pesticidas, herbicidas) y constituye el alimento de los microorganismos del suelo, así mismo contribuye al proceso de meteorización (Cicerone, 2009: 37).

Las afectaciones en Acatzingo a ocho años después de un derrame de hidrocarburos han sido poco valoradas y analizadas en términos de implicaciones negativas en el recurso suelo, considerado como un recurso estratégico de sobrevivencia de la unidad de producción familiar. Partiendo de lo anterior en el presente trabajo se planteó como objetivo el identificar los efectos que ha ocasionado a los sistemas de producción y economía familiar de los productores de Acatzingo afectados por el derrame de hidrocarburo en los años 2002 y 2010.

#### **4.2 La agricultura y los efectos por derrames de hidrocarburos**

En México existen extensas áreas contaminadas con hidrocarburo debido principalmente a derrames, así como a las actividades propias de la industria petrolera. Este tipo de compuestos, se

acumulan en ecosistemas marinos y en suelos, siendo los responsables de su deterioro. Algunos suelos contaminados, principalmente en el sureste de México, contienen concentraciones de hidrocarburos hasta de 450,000 mg/kg (Gallegos *et al.*, 2000: 377). Esto significa que los suelos están contaminados por petróleo por encima de la norma permisible en México, que son 1000 mg/kg. Esto conlleva a la degradación del suelo, rebaja de las capacidades y disminución del potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente bienes y servicios (FAO-PNUMA, 1983). En este caso, los procesos productivos se ven afectados por la disminución de la fertilidad y pérdida del potencial químico biológico del suelo, lo que conlleva a pobres resultados en las cosechas. Es por ello que cuando los hidrocarburos entran en contacto con las partículas del suelo, se adhieren a ellas y modifican las propiedades de las mismas y los agregados del suelo se vuelven más estables al endurecerse con el tiempo y se vuelven menos porosos, más hidrofóbicos y su contenido en aire disminuye (Cassidy e Irvine, 1998: 259).

Otra consecuencia de la contaminación en el suelo por petróleo y sus compuestos asociados hace que los solventes se filtren y los sólidos y grasas permanezcan en la superficie o sean llevadas hacia tierras más bajas. Además la contaminación de suelo provoca la destrucción de sus microorganismos, produciéndose un desequilibrio ecológico general. También se puede decir que los impactos típicos generados por la industria petrolera en el suelo incluyen la compactación del suelo, daño o destrucción de la rizósfera y suelo superficial, erosión y pérdida de suelo debido a la pérdida de vegetación y la contaminación con compuestos inorgánicos (sulfatos y sales) y orgánicos (especialmente hidrocarburos) (Canaday *et al.*, 2001: 567). Además puede producir el sofocamiento de las raíces, restando el vigor a la vegetación y en muchos casos, matándola con la desaparición o disminución de poblaciones de microfauna del suelo. Esto genera un desequilibrio y con ello la pérdida de la composición bioquímica de los suelos por lo que estos pierden potencial productivo (Butler *et al.*, 1973: 10).

Se puede decir que la contaminación del suelo con hidrocarburos impide su utilización en actividades como la agricultura. Además de que pone en riesgo las capas freáticas que constituyen la fuente principal de agua potable (Hanson *et al.*, 1997: 191). La contaminación por derrame de petróleo produce pérdidas en la fertilidad en el suelo, con su consecuente impacto negativo en las poblaciones humanas y en la biodiversidad en general asentadas en la zona del

siniestro. Ello significa que los la contaminación por petróleo repercuten en los sistemas agrícolas de las poblaciones locales, así como en el equilibrio ecológico de los ecosistemas naturales. Al respecto Hair *et al.* (2006: 45) mencionan que el petróleo tiene un impacto doble en las comunidades microbianas. O sea por una parte altera su composición, produciendo una alta mortalidad de poblaciones susceptibles y por otra, las poblaciones sobrevivientes degradan en mayor o menor grado ciertos componentes del petróleo.

La permanencia del hidrocarburo puede variar dependiendo de su tipo, además las características del suelo y del medio, ya que juegan un papel importante en el proceso natural de descontaminación y equilibrio de procesos en el ecosistema afectado. Al respecto Atlas, (1981: 180) argumenta que los principales factores que limitan la degradación del petróleo es la resistencia y toxicidad de algunos de sus compuestos y la escasez de organismos capaces de degradar los hidrocarburos.

Leahy y Colwell, (1990: 305) mencionan que producto a los derrames las poblaciones degradadoras por hidrocarburos se multiplican y sufren cambios genéticos que dificultan su funcionamiento en procesos degenerativos del crudo. También lo soporta Di Toro *et al.* (2007: 24) el petróleo está compuesto por diferentes componentes, cada uno de los cuales tienen distinto grado de toxicidad y diferente tiempo de permanencia en el ambiente. Esto implica que los vegetales se ven inmerso en diversos efectos, por los cuales tiene que readaptarse y generar mecanismos de defensa que les permita degradar el toxico, que en muchos caso no se logra.

Se puede decir que la toxicidad tiene efectos adversos en suelos contaminados por hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (PAH) naftaleno, fenantreno y pireno a niveles de 10 mil mg/kg y la toxicidad aumenta con el número de anillos aromáticos. El maíz es el cultivo más susceptible a los suelos contaminados con PAH y en menor proporción el frijol (Peterson *et al.*, 2003: 2082). Por otra parte, en suelos contaminados por largos períodos, conocidos como suelos intemperizados, los compuestos contaminantes llegan a ser inaccesibles (no biodisponibles) para los microorganismos nativos debido a las fuertes interacciones que se producen entre dichos compuestos y la materia orgánica del suelo (De Jonge *et al.*, 1997: 771).

Con respecto a su degradación, en estudios sobre el destino ambiental del petróleo demuestran que aunque la toxicidad del crudo disminuye con la degradación biológica, este sigue siendo una fuente de contaminación y de toxicidad para los organismos presentes en un ecosistema por largo tiempo (Di Toro *et al.*, 2007: 24) Ante un derrame de petróleo, las plantas manifiestan daños iniciales como muerte del follaje y tejidos, la comunidad vegetal responde a la contaminación con un cambio en la composición de especies. En el caso de los ecosistemas de humedales, algunas especies sufren daño foliar al entrar en contacto con el aceite, mientras que otras permanecen relativamente exuberantes y vigorosas (Mills *et al.*, 2003: 887). Pero también sufren las plantas en su rendimiento, en ese sentido Chaineau *et al.* (1997: 1470) encontraron en un ensayo en suelos con 200 a 800 mg kg<sup>-1</sup> de aceite combustible que disminuyó el rendimiento de maíz y trigo, también lo soporta Li *et al.* (1997: 219) en el cultivo de cebada en suelos con 20 mil y 40 mil mg kg<sup>-1</sup> de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) al decir que afectó el rendimiento de la biomasa.

Estos estudios concluyen que los vertidos de hidrocarburos en el suelo matan la vegetación, no solo por su toxicidad, sino además porque producen en el suelo una zona anoxia en las raíces. En donde la carencia de oxígeno y la producción de H<sub>2</sub>S (Ácido sulfúrico) matan las raíces de la mayoría de plantas, incluyendo las raíces de árboles (Bossert y Bartha, 1984: 435).

### 4.3 METODOLOGÍA

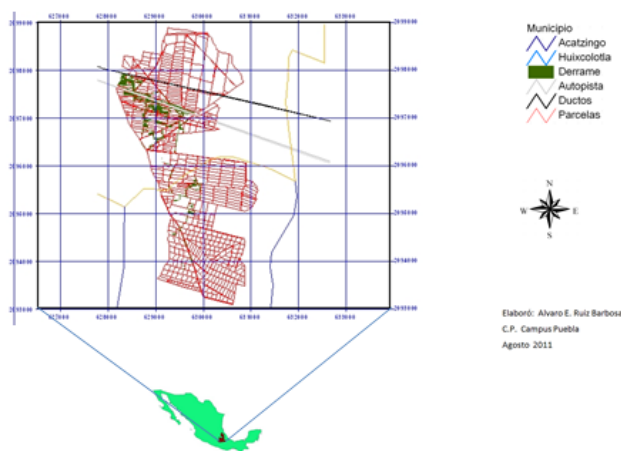
En el año 2002 ocurrió una explosión en Acatzingo debido a una fuga de petróleo crudo en el kilómetro 407 + 640, derivada de la ruptura del oleoducto de 30" de diámetro. Por el derrame de hidrocarburo, se contaminó una superficie agrícola de aproximadamente 50 ha, afectando cultivos, suelo, animales y medio ambiente, El total de petróleo derramado ascendió a unos 450 mil litros de crudo<sup>42</sup>.

La mayor parte de los terrenos dañados directamente se localizan principalmente en el Ejido Santa María Actipan y pequeñas áreas en la periferia de Huixcolotla. Los cultivos más importantes en cuanto a superficie al momento del siniestro eran hortalizas, frijol y en mayor escala maíz.

---

42 Machuca. L. (2002) Desastres por explosión en Acatzingo, Puebla, México. <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm>. México 18 de Enero del 2002.

Figura 1. Localización de la zona siniestrada por derrame de hidrocarburos en Acatzingo Puebla



El Estado de Puebla se ubica entre los paralelos  $20^{\circ} 50'$  -  $17^{\circ} 52'$  N, latitud norte y los  $96^{\circ} 43'$  -  $99^{\circ} 4'$  O, de longitud Oeste; su población es de 5'779,829 millones de habitantes distribuidos en 217 municipios (INEGI, 2010). El municipio de Acatzingo se localiza en la parte central del estado de Puebla, tiene una superficie generalmente plana y con suelos de cambisol, con una extensión territorial de 125.02 Km<sup>2</sup> y una población de 52,078 habitantes, el 37.1 de su población está en pobreza alimentaria. La principal actividad económica del municipio es la actividad agrícola, minería, petróleo, ganadería, industria, comercio, turismo, caza, pesca. (INEGI, 2010). En Acatzingo se ubica la comunidad Actipan de Morelos, donde se generó el mayor impacto por el derrame. Con respecto a la población económicamente activa se tiene que la mayoría de la población se dedica a la agricultura y generalmente producen granos básicos y hortalizas. La producción agrícola se realiza en tierras fundamentalmente de temporal, es una zona seca y frecuentemente ocurren heladas y sequías (INEGI, 2010).

Otro municipio afectado en menor escala por el derrame fue San Salvador Huixcolotla: se localiza en la parte central del estado de Puebla. Tiene una superficie de 33.18 kilómetros cuadrados, con una población de 13,541 habitantes. Posee grado de marginación medio. La superficie sembrada para el 2009 fue de 2,077 ha con una superficie cosechada de 777 ha (INEGI, 2010).

Para el presente estudio se consideró un universo de 79 familias que fueron afectadas directamente por el derrame en el año 2002 y volvieron a ser entrevistadas en el 2010. Con ello se buscó entrevistar a la totalidad de afectados directamente por el derrame de hidrocarburos por medio de un recorrido de campo, para la colecta de información secundaria se realizó una revisión bibliográfica de libros, páginas web, artículos y se consultaron páginas de las diversas secretarías de gobierno para obtener datos relacionados con el estudio.

### **Indagación**

Para la obtención de la opinión de los productores afectados por el derrame de hidrocarburo en el año 2002, se tomaron los resultados de un trabajo interdisciplinario de académicos del Colegio de Postgraduados que operó en la zona inmediatamente después del derrame y posteriormente se diseñó y aplicó un cuestionario en el 2010 usando la técnica de entrevista directa acotada en un cuestionario estructurado con algunas variables similares, con el fin de valorar los cambios que se dieron de acuerdo a la opinión de los productores en este periodo de estudio.

Para conocer las afectaciones por el derrame de hidrocarburos en las unidades de producción, se consideró la opinión de 79 jefes (as) productores (as) de familia, los cuales fueron entrevistados en dos periodos de tiempo, en el año 2002 y en el 2010. Para la colecta de la información se aplicó un cuestionario estructurado en áreas referentes a la afectación ambiental, económica y social, con el objetivo de comparar dos cortes transversales de tiempo indicadores productivos económicos y sociales.

Para determinar significativamente la diferencia o igualdad de opinión en la afectación o implicaciones por el derrame de hidrocarburo se utilizó la prueba de Wilcoxon de muestras relacionadas y la t de Student para muestras relacionadas. La selección de la prueba fue en función de la escala de medición de la variable. En ambas pruebas se utilizó un nivel de significancia de 0.05. La razón del uso de las pruebas Wilcoxon y t Student se da por que los 79 entrevistados provienen de la misma muestra y cada opinión es valorada en dos momentos temporales diferentes, siendo el año 2002 la referencia para identificar las diferencias de opinión vertidas en el año 2010. El software utilizado para la captura, ordenamiento, codificación de información y generación de resultados fue el SPSS 15.0.

#### **4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### Características de los activos productivos

Los productores de la región son familias pobres, dedicadas a la agricultura, con pequeñas parcelas de cultivo las cuales son usadas como única forma de sobrevivencia o sostén familiar, producto al derrame que se originó en el 2002 se evidenciaron un sinnúmero de sucesos en la composición familiar y en el medio ambiente. De acuerdo con esto, en los años 2002 y 2010 un 95% de los campesinos afectados por el derrame opinaron que se contaminó por el siniestro al menos un predio. Con relación a las características de sus terrenos se encontró que la tenencia de la tierra, el 90% de los productores tiene propiedad ejidal y 84.9% manifestó que sus terrenos son de temporal. Sobre los cultivos que estas familias siembran se encontró que un 68% se dedican al cultivo de maíz, frijol y hortalizas. El 95% de los productores tienen en promedio 1.7 ha y al ocurrir el derrame se les contaminó entre 0.5 y 0.9 ha de sus terrenos.

##### Características generales de la afectación

Al preguntar a los productores sobre la calidad de sus suelos, en el 2002 el total de los productores opinaron que sus suelos se encuentran muy contaminados y que no tenían buena filtración de agua en los mismos, en el 2010, el 61% opinó que sus suelos se encuentran poco contaminados y 69.2% planteó que los suelos no tienen buena filtración de agua, 69.8% planteó que al no haber buena filtración de agua los suelos no retienen la humedad y los cultivos se ven afectados en los procesos de germinación y desarrollo, al respecto Burns y Codi (2004: 2) encontraron que después de un derrame quedan concentraciones de crudo a niveles subtóxicos en la zona intersticial de los vegetales que afectan su funcionamiento y producción sino se manejan adecuadamente.

Al asociar las opiniones de los productores con el impacto ambiental del derrame en sus suelos, 98.7% de los entrevistados manifestaron que este provocó un impacto severo en el suelo y la afectación se extendió a plantas y animales silvestres, también mencionaron que se refleja en los rendimientos de sus cultivos al disminuir en un 33% la producción y los ingresos generados por la actividad agrícola cayeron un 35%. El 71.7% de los productores atribuyen las causas del bajo rendimiento a que los suelos todavía están contaminados. Lo comenta Amin y Comoglio (2002:



139).El petróleo crudo ligero y el refinado tienen la capacidad de penetrar en el suelo y llegar a las capas freáticas y puede ser muy toxico para los microflora del suelo, también En otro estudio realizado por Gundlach *et al.* (1993: 303) encontraron una disminución en la biomasa de las epifitas (*Bostrychia*) después de un derrame de petróleo en Puerto Rico, demostrando la influencia del petróleo en el desarrollo del *Bostrychietum*, en este caso el hidrocarburo interfiere en los procesos productivos de cualquier cultivo y en aspectos fisiológicos de cualquier especie vegetal.

Cuadro 1. Opinión de los productores de los efectos del derrame en sus terrenos en los años 2002 y 2010

| CONCEPTO   | Test de Wilcoxon (Z) | Sig. asintót. (bilateral) |
|--|----------------------|---------------------------|
| Problemas económicos generados a los productores por el derrame.                     | -7.506               | 0.000                     |
| Filtración de agua en los suelos   | -5.477               | 0.000                     |
| Retención de la humedad el suelo   | -5.567               | 0.000                     |
| Percepción de riesgos futuros de derrame   | -2.467               | 0.157                     |
| Efecto del derrame en árboles de su parcela  | -1.000               | 0.317                     |
| Opinión de los efectos del derrame sobre los animales                                | -8.188               | 0.000                     |
| Impacto ambiental del derrame en los suelos.   | -3.642               | 0.000                     |
| Opinión de participar en trabajos de investigación y mejoramiento de la agricultura. | -4.455               | 0.336                     |
| Afectaciones agrícolas por el derrame  | -7.606               | 0.000                     |

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de la encuesta aplicada Acatzingo, Pué., 2002 y 2010.

Al analizar la problemática económica se encontró que existe diferencia estadística en las opiniones de los productores. En el año 2002 el total de los productores entrevistados opinaron que tuvo una afectación muy sería en la parte económica familiar, para el año 2010, un 40.5% manifestó que el grado de problema económico que atraviesan es crítico.

Con relación a la filtración de agua en los suelos, estadísticamente existen diferencias significativas en la opinión de los productores entrevistados. Para el 2002, el total de los productores opinaron que no tenían buena filtración de agua en sus suelos, pero en el 2010, el

porcentaje de opinión negativa disminuyó hasta un 62%. En cuanto a la retención de la humedad por los suelos, en el año 2002 el total de los productores opinaron que los suelos no retenían la humedad, mientras que en el 2010, la opinión negativa disminuyó hasta un 60.8%.

La percepción de riesgos futuros de derrame mostro que no existen diferencias estadísticas, puesto que en el año 2002 el total de los productores afectados planteo que tienen riesgos futuros de derrame en sus suelos de cultivo y para el año 2010, el 97.5% de los productores siguió considerando que tienen riesgos.

Las consideraciones en los efectos a los árboles de las parcelas contaminadas no tuvieron diferencias estadísticas, de acuerdo a la opinión de los productores fueron similares en los dos periodos de tiempo. En el 2002 el total de los productores entrevistados manifestó que el derrame tuvo efectos negativos en los arboles de sus parcelas ya que la mayoría se perdió por el impacto, para el 2010 el 98.5% opino que hubo efectos negativos en los árboles y se perdieron producto al impacto.

El impacto sobre los animales mostro diferencias estadísticas en la opinión de los productores, para el 2002 el 91.1% manifestó que los animales no fueron afectados por el derrame. No obstante, en el 2010 el porcentaje de opinión vario, ya que un 96.2% manifestaron que sus animales fueron afectados por el derrame de petróleo en sus suelos.

El impacto ambiental por el derrame en sus terrenos de cultivo mostro diferencias estadísticas, para el año 2002 un 87.3% de los productores manifestaron que sus suelos estaban muy contaminados, el porcentaje disminuyó para el 2010 a un 59.5%.

La participación en actividades de investigación agrícola no mostro diferencias estadísticas, para el 2002 un 70.9% opinaron que estarían interesados en participar en eventos de investigación, para el 2010 un 77.2% también opinó que les gustaría participar en trabajos de investigación agrícola.

El grado de afectación agrícola por el derrame mostró diferencias estadísticas en ambos años, para el 2002 el total de los productores entrevistados manifestaron que la afectación a sus terrenos agrícolas fue muy fuerte, para el año 2010 la percepción de ellos cambio dado que un 70.9% manifestaron que la afectación fue fuerte.

En cuanto a la importancia del trabajo agrícola, los productores entrevistados en el periodo 2002, mencionaron que era muy importante para ellos, en cambio para el 2010, el 87% de los productores respondieron que el trabajo agrícola era importante. Los entrevistados mencionaron que las condiciones del campo ya no son las mismas y que lo poco que producen solo les ajusta para sobrevivir.

Con relación a los efectos en la salud de las familias afectadas en el 2002 los productores respondieron en un 91% que no se presentaron problemas de salud atribuibles a la contaminación de los suelos. En el año 2010 se realizó la misma pregunta sobre afectaciones a la salud y se encontró que un 90% opinaron que fue afectada su salud por estar en contacto directo con los suelos siniestrados. De este porcentaje el 88.9 % planteó que las enfermedades que padecieron fueron de tipo respiratorias y alergias en la piel.

En cuanto a la obtención de ingresos para la manutención de su familia, 43.39% de los entrevistados en ambos años plantearon que tenían otra parcela para trabajar. En el 2002 los productores plantearon en un 68.35% que recibieron ayuda de otros familiares, en cambio en el 2010, el 58.75% opinó que tenían otra parcela para trabajar.

La opinión con respecto a la indemnización que recibieron los productores en el 2002 ellos respondieron en un 71% y en el 2010 el 77%, que el dinero que recibieron no era suficiente para hacer frente a la afectación de su parcela.

Cuadro 2. Cambios en los factores de producción agrícola.

| Indicadores                                   | Media   | t      | Sig. (bilateral) |
|---|---------|--------|------------------|
| Ingresos mensual de la producción en 2002     | 2160    | 2.321  | 0.023            |
| Ingreso mensual de la producción en 2010      | 1772.15 |        |                  |
| Horas de trabajo al día en el campo en 2002   | 7.87    | 0.174  | 0.82             |
| horas de trabajo en el campo en 2010          | 7.8481  |        |                  |
| Rendimiento por Ha en Maíz, antes del derrame | 3.1     | 15.479 | 0.000            |
| Rendimiento por ha de maíz en 2010            | 1.9804  |        |                  |
| Numero de barbechos en 2002                   | 1.8481  | -3.138 | 0.000            |
| Numero de barbechos en 2010                   | 2       |        |                  |
| Rendimiento por ha en frijol en 2002          | 1       | 39.209 | 0.000            |
| Rendimiento por ha en frijol en 2010          | 0.438   |        |                  |

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de la encuesta aplicada Acatzingo, Pué., 2002 y 2010.

La prueba t apareada nos muestra que existen diferencias en relación a los ingresos percibidos por producción, en el 2002 percibían ingresos mensuales por producción de \$2160 pesos y para el 2010 disminuyeron los ingresos mensuales por producción a \$1772 pesos.

Con relación a los índices de producción para el caso del maíz, en el 2002 los rendimientos eran de 3.1 toneladas por ha, después del derrame en el año 2010 los índices de producción disminuyeron hasta 1.9 toneladas por ha.

La producción de frijol también mostro cambios en los rendimientos, para el 2002 la producción era de 1 tonelada por ha, en el año 2010 la producción disminuyó hasta 0.438 toneladas por ha.

Por lo anterior se ratifica la hipótesis que el siniestro tuvo efectos negativos en la parte socioeconómica y procesos productivos en los campesinos afectados por el evento.

#### 4.5 CONCLUSIONES

La contaminación de los recursos naturales y su degradación, tiene efectos colaterales en los aspectos económicos y sociales de las poblaciones que viven directamente de la agricultura. Por otro lado la importancia económica de las explotaciones intensivas de petróleo ya que la principal fuente de divisas hace que la economía del país dependa de esta. , Pero el tipo de manejo y mantenimiento que se le ha dado a sus instalaciones y oleoductos ha provocado derrames y accidentales, dejando como consecuencia la contaminación de terrenos agrícolas que son parte del recurso natural explotado para la sobrevivencia campesina. Aparte de estas causas, hay otros efectos alternos de contaminación ambiental, que unido al anterior han provocado consecuencias sociales en poblaciones del Estado de Puebla.

Del estudio realizado en Acatzingo podemos concluir que al asociar las opiniones de los productores con el impacto ambiental del derrame, 98.7% de los entrevistados manifestó que este provocó un impacto severo en el suelo y la afectación se extendió a plantas y animales silvestres. Parte de su opinión está sustentada por que sus rendimientos disminuyeron así como sus ingresos por la actividad agrícola.

Existen diferencias en las opiniones brindadas en el año 2002 y las que brindaron en el 2010 con relación al impacto del derrame en sus suelos, animales, filtración de agua en sus terrenos afectados, retención de la humedad del suelo, impacto en su producción agrícola, la percepción de ellos es negativa en cuanto al impacto y sus efectos, los productores manifiestan que sus suelos están contaminados y el derrame generó impacto negativo en la producción agrícola y en su economía familiar.

El impacto del derrame mermo los rendimientos en la producción de maíz, antes del derrame eran de 3 toneladas por ha y esta disminuyó en aproximadamente una tonelada por ha, producto al impacto del petróleo en sus suelos de cultivo.

Con relación a la siembra de frijol los rendimientos variaron, en el 2002 opinaron que producían 1 tonelada por ha, pero después del derrame la producción disminuyó a 0.4 toneladas por ha. Esto nos muestra ocho años después del siniestro las familias campesinas siguen resintiendo el impacto del siniestro y que los apoyos, tanto de mediación del suelo como de estímulos económicos han sido insuficientes para revertir las difíciles condiciones de vida de estas familias.

## 4.6 BIBLIOGRAFÍA

- Amin, O. y Comoglio, L. (2002). Toxicidad del petróleo diesel en el primer estadio larval de la centolla (*Lithodessantolla*) y del centollon (*Paralomis granulosa*). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37 (2): 139 – 144
- Atlas, R.M. (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: An environmental perspectiva. *Microbiological Reviews* 45: 180-209.
- Bossert, I. y Bartha, R. (1984). The fate of petroleum in soil ecosystems. En: R.M. Atlas (ed) *Petroleum Microbiology*. MacMillan, Nueva York, pp. 435-473.
- Butler, J.N., Morris, B.F., Sass, J. (1973). Pelagic tar from Bermuda and the Sargasso Sea. *Bermuda Biological Station Special Publication No. 10*. Bermuda.
- Burns, K.A. y Codi, S. (2004). Contrasting impacts of localized versus catastrophic spills in mangrove sediments. *Mangroves and Salt Marshes*. Volume 2, Number 2: 6374.
- Canaday, C. y Rivadeneyra, J. (2001). Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat. *Biodiversity and Conservation* 10: 567-595.
- Cassidy, D.; Irvine, R. 1998. Interactions between organic contaminants and soil affecting bioavailability. En: *Bioremediation Principles and Practice*. Volumen I : Fundamentals and Applications. Editado por Sikdar, S. e Irvine, R. Technomic Publication. Pennsylvania, Estados Unidos. p. 259-282.
- Chaineau, C.H., J.L. Morel y J. Oudot. (1997). Phytotoxicity and plant uptake of fuel oil hydrocarbons. *J. Environ. Qual.* 26: 1470-1483.
- Cicerone, D. (2009). Contaminación y medio ambiente. Argentina: Eudeba. p 37. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolposp/Doc?id=10357584&ppg=37>.
- De Jonge, H; Freijer, J.I.; Verstraten, J.M.; Westerveld, J. y Van der Wielen. (1997). Relation between bioavailability and fuel oil hydrocarbon composition in contaminated soils. *Environ. Sci. Technol.* 31 (3): 771 – 775
- Di Toro, D.M. McGrath, J.A., Stubblefield, W.A. (2007). Predicting the Toxicity of Neat and Weathered Crude Oil: Toxic Potencial and the Toxicity of Saturated Mixtures. *Environmenatl Toxicology and Chemistry* 26(1): 24 -36.
- FAO-PNUMA. (1983). Directrices para el control de la degradación de suelos. Roma.

Gallegos-Martínez, M.; Gómez-Santos, A.; González-Cruz, L.; Montes de Oca-García, A.; Yáñez-Trujillo, L.; Zermeño-E guía Lis, J. y Gutierrez-Rojas, M. 2000. *Water Sci. Technol.* 42, 377-384.

Gundlach, E.R., J.M. Michel, G.I. Scott, M.O. Hayes, C.D. Getter y W.P. Davis. (1993). *Ecological Assessment of the Peck Slip (19 Diciembre, 1978) Oil spill in Eastern Puerto Rico. Memorias: Conferencia sobre Evaluación de Daño Ecológico, Washington, DC, EEUU. 1979, pp. 303-318.*

Hair, F., Anderson, R. E, Tatham, R. L. y Black, W. C. (2006). *Multivariate data analysis with readings.* New Jersey: Prentice Hall, pp45.

Hanson, K.; Anuranjini, N.; Madhavi, K. ; Anjana, d.(1997). *Bioremediation of crude oil contamination with Acinetobacter sp. A3.* *Current Microbiology.* Baroda, India. 35:191-193.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2010) *Estudio socioeconómico y de población de México.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Li, X., Y. Feng y N. Sawatsky.(1997). *Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils: plant growth.* *Plant Soil* 192: 219-226.

Leahy J.G. y Colwell, R.R. (1990). *Microbial degradation of hydrocarbons in the environment.* *MicrobialReviews* 54: 305-315.

Mills, M.A., J.S. Bonner, J.M. McDonald, Ch.A. Page y L. Autenrieth.(2003). *Intrinsic bioremediation of a petroleum impacted wetland.* *Marine Pollut. Bull.* 46: 887-899.

Peterson, C.H Rice, S.D. Short J.W, Esler, D. Bodkin, J.L. Ballachey, B.E., Irons, .B (2003). *Long Term Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill.* *Science* 302: 5653, pp. 2082 – 2086.

Phillips. S. W. (2005). *Química conceptos y aplicaciones.* Mc Graw Hill Interamericana Editores, S A de C V. México .pp. 125-168.

Zavala.C.J.F. Gavi. R.R.H, Adams. S.H.R, Ferrera. C. D.J. Palma. L. D.J. Vaquera H.Y, Domínguez E.J.M. (2005). *Derrames de Petróleo en Suelos y Adaptación de Pastos Tropicales en el Activo Cinco Presidentes, Tabasco.* *Terra* 23: 293-302.

## VII. CONCLUSIONES GENERALES

La revisión de los datos expuestos en la presente tesis, permite reconocer dos aristas que sirven de impulso inicial para una posible guía de análisis y acción futura. Una es el proceso crítico del campo mexicano desde hace décadas. La otra es la fragilidad del sistema agrícola ante fenómenos de tipo natural y antrópico, asociado a la explosión demográfica, marginación, pobreza y falta de atención gubernamental de este sector.

La crisis del sector agrícola se percibe fácilmente en su rostro humano más que en los datos, aún más se delimita cuando se cruza la frontera urbana y se accede a los espacios agrícolas rurales en todo México y fundamentalmente en las zonas Centro y Sur de la república.

Los siniestros que ocurren por décadas, han tenido un impacto económico sobre el sector agrícola muy severo, considerado como los más desprotegidos, marginados, pobres y con índices de rezagos mayores que las demás poblaciones no agrícolas.

Los procesos de explotación de los recursos en México, se han desarrollado de forma acelerada, sin medir los efectos en los ecosistemas y espacios agrícolas que se explotan. Uno de los recursos que económicamente ha magnificado la economía mexicana ha sido el petróleo, pero ha sido un rubro que ha desencadenado un sinnúmero de impactos ambientales a los suelos de tipo agrícola, y al recurso agua. Comúnmente los suelos agrícolas son explotados por familias campesinas que hoy en día se encuentran marginados y en pobreza extrema, sumado a que son más vulnerables ante la ocurrencia de siniestros tanto naturales como de tipo antrópico.

Los productores afectados directamente por el derrame en Acatzingo Puebla, consideraron que de la siembra que realizan en sus suelos las ganancias son menores a los productores que no fueron afectados, esto se refleja porque un 56% de los productores entrevistados opinaron que de los cultivos que se siembran en los suelos afectados obtienen menores ganancias por producción agrícola que los no afectados, por tal razón consideran que el derrame les trajo efectos negativos en su situación económica familiar e incrementó la pobreza, debido a que la agricultura es la única fuente de trabajo que tienen.



La mayoría de los productores entrevistados opinaron las parcelas afectadas por el derrame ocho años después del evento todavía están contaminadas por hidrocarburos, por lo que consideran que los procesos de remediación que realizaron las compañías no fueron totalmente efectivos en la recuperación de sus suelos.

El total de los productores entrevistados considera que el derrame causo efectos negativos en el medio ambiente, fundamentalmente agua, suelos de cultivo, y padecimiento de enfermedades en personas, incluso la mayoría de productores entrevistados manifiesta que padecieron ellos o sus familiares enfermedades respiratorias y alergias.

La situación económica de los productores de acuerdo a su opinión, ha empeorado a partir de que sus suelos fueron contaminados por hidrocarburos, antes trabajaban la tierra y algunos se dedicaban al comercio invirtiendo las ganancias que obtenían de sus productos agrícolas, en el 2010 consideran que lo poco que producen les alcanza para sobrevivir, no tienen alternativa de otro trabajo ya que no cuentan con los recursos para hacer una inversión inicial en este caso para el comercio.

Los productores en el 2002, opinaron que sus parcelas estaban muy contaminadas, mas sin embargo en la actualidad, opinan que la contaminación ha disminuido y consideran que sus suelos están algo contaminados, pero no producen lo necesario ya que las ganancias por producción han disminuido considerablemente, después del derrame sus suelos quedaron menos fértiles y ya no producen lo mismo, aunado a esto, los precios de sus productos en el mercado no satisfacen sus demandas ni las ganancias que ellos esperan.

La contaminación del suelo por petróleo y por ende la reducción de infiltración de agua y retención de humedad fue muy alta en el año 2002, sin embargo, en el año 2010, la afectación se considera moderada y es atribuible a la intervención para la remediación de los terrenos contaminados. Las afectaciones en árboles y animales silvestres no fueron apreciadas inmediatamente puesto que en el 2002 se opinó que si fueron afectados pero moderadamente y para el año 2010 los productores opinaron que hubo mayor afectación de lo que originalmente se percibió.

Con respecto a la indemnización económica, los campesinos afirmaron en el 2002 y en el 2010 que el dinero pagado por la afectación no fue suficiente, es decir, no sustituiría los beneficios obtenidos que la tierra le dejaba en el tiempo que durara la recuperación de sus terrenos de cultivo.

Después del derrame, las ganancias promedio por producción disminuyeron, por lo cual la situación económica de los productores de acuerdo con su opinión ha empeorado. Sin embargo, no se puede afirmar que solo el derrame de hidrocarburos provocó esta situación en el ingreso puesto que el nivel general de los precios de insumos y productos agrícolas está influyendo.

Los productores opinaron que sus suelos fueron contaminados fuertemente por hidrocarburos, debido a esto consideran que padecieron algunas enfermedades tales como enfermedades respiratorias y alérgicas en la piel. La prueba t nos mostró que de acuerdo con la opinión de los entrevistados los rendimientos en la producción de maíz antes del derrame en el año 2002 su producción era de 3 toneladas por ha, después del derrame 2010, los entrevistados manifestaron en su totalidad que la producción había disminuido a 1 tonelada por ha, producto al impacto del petróleo en sus suelos de cultivo. Con relación a la siembra de frijol los rendimientos variaron, en el 2002 opinaron que producían 1 tonelada por ha, pero después del derrame la producción disminuyó a 0.4 toneladas por ha.

En 2002 se realizó la remediación de los terrenos afectados por varias empresas y como resultado los terrenos se supone quedaron libres de TPH's, sin embargo de acuerdo a las opiniones de los productores entrevistados ocho años después del evento manifestaron todavía existen problemas fuertes en cuanto a reducción en la capacidad de filtración del agua y retención de la humedad en el suelo y baja en la producción agrícola.

## **VIII. RECOMENDACIONES GENERALES**

La relación de este todo y todas sus partes obliga a saber que las medidas de mitigación deben de ser diferenciadas pero sobre todo novedosas como mecanismo amortiguador de impactos generados a productores por siniestros.

Estos aspectos los podemos enfrentar en principio por nuevas formas de pensar el problema:

a-Modernizar la agricultura

b-Se hace necesario repensar el concepto de prevención, ampliar por un lado las consideraciones de las contingencias posibles y por otro, disminuir las condiciones de alto riesgo en la que sobreviven la mayoría de las poblaciones rurales de México mediante programas de capacitaciones y apoyo científico técnico a productores rurales expuestos a eventos.

Intensificar formas biológicas de remediación de los suelos, con el fin de contribuir con mayor eficiencia a la limpieza de los hidrocarburos y de esta manera obtener resultados satisfactorios en la incorporación al ecosistema de los microorganismos necesarios para asegurar la capacidad del suelo en cuanto a fertilidad y producción.

De acuerdo al análisis económico y productivo que se realizó, se hace necesario incidir en las variables suelo y productividad como una forma de iniciar con un proceso de recuperación ambiental y química en la zona afectada por el evento, con el propósito de apoyar la recuperación financiera de las familias afectadas, además contemplar otros componentes o variables conexas con las fundamentales que también forman parte de la problemática.

Aplicar las políticas encaminadas al sector agrícola, que permitan disminuir el rezago de miles de productores, permitiendo una mayor atención gubernamental, encaminada a la protección y aseguramiento de los mismos, ante posibles riesgos que acaban con sus cosechas y marginan aún más sus familias.

Implementar planes y programas en conjunto para la disminución de los impactos en el sector agrícola por riesgos, que conllevan a desastres en estas zonas.

Promover en el sector campesino y seriamente afectado por eventos naturales, así como antrópicos, la implementación de semillas genéticamente mejoradas que permitan hacerle frente a estos fenómenos.

## IX. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Abbondanzi F. Cachada. A. Tiziana. C. Guerra, R. Raccagni. M. Iacondini. A (2003) Optimisation of a microbial bioassay for contaminated soil monitoring: bacterial inoculum standardisation and comparison with Microtox assay. *Chemosphere*, pp.53: 889-897.
- Adams RH, Álvarez-Ovando AL, Escalante-Espinosa E, Gutiérrez-Rojas M (2006) Dose - Response Relationship of Organisms in Soil with Heavily Weathered Hydrocarbons and Changes in Fertility Parameters. 13th Int. Environmental Petroleum Conference. San Antonio, Texas, EEUU. ([http://ipec.utulsa.edu/Conf2006/Papers/Adams\\_37.pdf](http://ipec.utulsa.edu/Conf2006/Papers/Adams_37.pdf)). pp. 16-20.
- Aguilar A. y Graizbord B. (2001). La distribución espacial de la población. Concentración y dispersión, La Población de México. Tendencias y perspectivas sociodemográficas hacia el siglo XXI. México. Consejo Nacional de Población y Fondo de Cultura Económica, 235 pp.35.
- Alonso A. C. Munilla I. López A. M. Velando A. (2007). Sub lethal toxicity of the Prestige oil spill on yellow-legged gulls. *Environment International*, 54, 773-781.
- Altieri M. A. (2008). Movilizándonos para rescatar nuestro sistema alimentario. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/78323>.Pag.35.
- Altieri M. A. (1995). *Agroecology: the Science of Sustainable Agriculture*. Third Edition. Westview Press: Boulder .pp.12.
- Anderson M. P. Woodrow (1989). *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disaster*. Westview Press. Boulder. pp. 15.
- Anderson T.A.E.A. Guthrie, and Walton. B.T. (1993). Biorremediation in the rhizosphere. *Environmental Sci. Technol.* 27: 2630-263.
- Amin, O. y Comoglio, L. (2002). Toxicidad del petróleo diesel en el primer estadio larval de la centolla (*Lithodes santolla*) y del centollon (*Paralomis granulosa*). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37 (2): 139 – 144
- Atlas, R.M. (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: An environmental perspectiva. *Microbiological Reviews* 45: 180-209.
- Ayllon T. T. J. F. Chávez. (1994). México: sus recursos naturales y su población. Segunda Edición. Limusa. México. Barcelona, M.; A. Wehrmann.

- Anselstetter, V. y Heimpel, H. (1986). Acute hematotoxicity of oral benzo(a)pyrene: the role of the Ah locus. *Acta Haematologica Basel*, pp.76, 217-223.
- Auffret M. Duchemin M. Rousseau S. Boutet I. Tanguy A. Moraga D. Marhic A. (2004). Monitoring of immunotoxic responses in oysters reared in areas contaminated by the "Erika" oil spill. *Aquatic Living Resource*, pp.17, 297-302.
- Balseiro, A., Espí, A., Márquez, I., Pérez, V., Ferreras, M.C., García Marín, J.F., Prieto, J.M. (2005). Pathological features in marine birds affected by the Prestige'soil spill in the North of Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, pp. 41, 371-378.
- Beck, U (2001). *Políticas ecológicas en la edad del riesgo*, El Roure, Barcelona, España. pp. 2.
- Behrman, R. Kliegman R. (1997). *Tratado de Pediatría*, décimo quinta edición, DF. Interamericana, vol. 2. pp. 2.
- Bohn H.L., McNeal B.L. y O'Connor G.A. (2001). *Soil Chemistry*.3a ed. Wiley. New York, EUA, 30, 303 pp.
- Bossert, I. y Bartha, R. (1984).The fate of petroleum in soil ecosystems. En: R.M. Atlas (ed) *Petroleum Microbiology*. MacMillan, Nueva York, pp. 435-473.
- Bouquegneau, J.M., Coignoul, F., Das, K., Debacker, V., Haelters, J., Holsbeek, L., Jauniaux, T., Joiris, C., Stienen, E., Tavernier, T., Van Waeyenberge, J. (1997).North Sea seabirds and marine mammals: pathology and ecotoxicology. In: *Firstscientific support plan for sustainable development policy (SPSD I)*. FlandersMarine Institute. pp. 125-138.
- Butler, J.N., Morris, B.F., Sass, J. (1973). *Pelagic tar from Bermuda and the Sargasso Sea*. Bermuda Biological Station Special Publication No. 10. Bermuda.
- Burns, K.A. y Codi, S. (2004). Contrasting impacts of localised versus catastrophic oil spills in mangrove sediments. *Mangroves and Salt Marshes*. Volume 2, Number 2: 6374.
- Castillo R. J. (2005). Condiciones geológicas y análisis de los factores detonantes que pueden originar un nuevo desastre en la subcuenta del río Apulco, Sierra Norte de Puebla. *Rev. Evolución*, 6(10), 3 – 11.
- Cardozo V. (2010). Explosión de ducto en San Martín Texmelucan. *La Jornada México* [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/1/2010/12/19>.
- Casassus J. (2003). *La escuela y la desigualdad*, Santiago, LOM Ediciones. pp. 23.
- Canaday, C. y Rivadeneyra, J. (2001). Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat. *Biodiversity and Conservation* 10: 567-595.

- Cassidy, D. ; Irvine, R.. 1998. Interactions between organic contaminants and soil affecting bioavailability. En : Bioremediation : Principles and Practice. Volumen I : Fundamentals and Applications. Editado por Sikdar, S. Irvine, R. Technomic Publication. Pennsylvania, Estados Unidos. p. 259-282.
- Chaîneau, C.H., J.L. Morel y J. Oudot. 1997. Phytotoxicity and plant uptake of fuel oil hydrocarbons. *J. Environ. Qual.* 26: 1470-1483.
- CENAPRED (Centro Nacional Para la Prevención de Desastres) (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. <http://www.cenapred.unam.mx/es/>.
- CENAPRED (2003). Los desastres naturales en México. Centro Nacional Para la Prevención de Desastres, <http://www.cenapred.unam.mx/es>. 5 pp.
- CENAPRED (Centro Nacional Para la Prevención de Desastres). (2004). “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”. Serie Atlas Nacional de Riesgos.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina) (1999) El impacto de los desastres naturales en el desarrollo 1972-1999.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina) (2006). Panorama Social de América Latina 2005, Comisión Económica Para América Latina Washington DC. 45 pp.
- CCE. (Comisión Comunidad Europea). (2002). Towards a thematic strategy for soil protection. Commission of the European Communities. Bruselas, 2002.
- Chaîneau. H.C. Morel. L.J. Oudot. J. (2000). Biodegradation of fuel oil hydrocarbons in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.). *J. Envir. Qual.* pp. 29: 569-578.
- Cicerone D. (2009). Contaminación y medio ambiente Argentina. [en línea] <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10357584&ppg=37>. 16/11/2010
- CONAPO (2002) (Consejo Nacional de Población) Índices de marginación a nivel local. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social. Diario oficial de la federación. 12 de noviembre de 2010.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2002). Informe de ejecución del Programa de acción de la Conferencia Internacional sobre la población y el desarrollo, 1994-2003, México.
- CONAPO. (Consejo Nacional de Población). (2010). Índices de marginación a nivel localidad. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (1995). Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. Resumen de los Fenómenos Hidrometeorológicos Más Importantes Ocurredos Durante el Año, Diciembre, México.

- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2002). Índices de marginación a nivel localidad. México. Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Social.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2003). Prontuario Demográfico de México. México. Consejo Nacional de Población.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). (2004). Informe de ejecución del Programa de acción de la Conferencia Internacional sobre la población y el desarrollo, 1994-2003, México.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de desarrollo social). (2005). Grado de rezago social, con base en el II Censo de Población y Vivienda, ENIGH, 2005. Incidencia de pobreza alimentaria, estimaciones.
- Custer, T.W., Custer, C.M., Hines, R.K., Sparks, D.W., Melancon, M.J., Hoffman, D.J., Bickham, J.W., Wickliffe, J.K. (2000). Mised-function oxygenases, oxidative stress, and chromosomal damage measured in lesser scaup wintering on the Indiana harbor canal. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, pp.38, 522-529.
- Culbertson, J.B., Valiela, I., Pickart, M., Peacock, E.E., Reddy, C.M. (2008). Longterm consequences of residual petroleum on salt marsh grass. *Journal of Applied Ecology*, pp.45, 1284-1292.
- Daly H. (2004). Criterios operativos para el desarrollo sostenible <http://www.eumed.net/cursecon/textos/Daly-criterios.htm>. pp.2
- Dettmer G. J. (2006). Educación y desastres: reflexiones sobre el caso de México. *Red Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 2006. pp 4. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10123868&ppg=4>
- De Jonge, H; Freijer, J.I.; Verstraten, J.M.; Westerveld, J. y Van der Wielen. 1997. Relation between bioavailability and fuel oil hydrocarbon composition in contaminated soils. *Environ. Sci. Technol.* 31 (3): 771 – 775
- Díaz B. A. (2009). Un análisis económico político para México del protocolo de Kioto. Perú: Red Académica Iberoamericana Local-Global, pp 2. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10327418&ppg=3>.
- Dicks. B. (1999). The Environmental Impact of Marine Oil Spills. Effects, Recovery and Compensation. International Seminar on Tanker Safety, Pollution Prevention, Spill Response and Compensation. Rio de Janeiro, Brazil. pp. 1-8.
- Di Toro, D.M. McGrath, J.A., Stubblefield, W.A. (2007). Predicting the Toxicity of Neat and Weathered Crude Oil: Toxic Potencial and the Toxicity of Saturated Mixtures. *Environmenatl Toxicology and Chemistry* 26(1): 24 36.



- Dorn P. H, Salanitro. J (2000). Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation. *Chemosphere* pag. 419-426.
- Ederra I. A. (1997). *Botánica ambiental aplicada, las plantas y el equilibrio ecológico de nuestra tierra*. 2a ed. Universidad de Navarra. Pamplona, España. 55, 555 pp.
- Enkerlin E. (2004)¿Qué es desarrollo sustentable? <http://www.fundacionsustentable.org/article434.html>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2008). *Food Outlook: Global Market Analysis*. <http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e00.htm>.
- FAO-PNUMA. 1983. *Directrices para el control de la degradación de suelos*. Roma.
- Gallegos-Martínez, M.; Gómez-Santos, A.; González-Cruz, L.; Montes de Oca-García, A.; Yáñez-Trujillo, L.; Zermeño-Eguía Lis, J. y Gutiérrez-Rojas, M. 2000. *Water Sci. Technol.* 42, 377-384.
- Fernández J. (1998). La biomasa como alternativa energética. *Tecnoambiente*, 71, págs. 45-51.
- Ferrera C. R., Alarcón A., Mendoza L. M. R. W., Sangabriel D., Trejo-Aguilar J. S., Cruz-Sánchez C., López O. y Delgadillo-Martínez J. (2007). Fitorremediación de un suelo contaminado con combustóleo utilizando *Phaseolus coccineus* y fertilización orgánica e inorgánica. *Agrociencia*. 41, 817-826.
- Frers C. (2009). Cuidemos la biodiversidad. Argentina. El Cid Editor apuntes [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316662&pp.4>. 16/12/2010
- Figueras A., Tamayo D. y Tintoré J. (2008). Las lecciones de la catástrofe del Prestige. España: CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10239096&ppg>. pp. 92. 16/12/2010
- Freedman.B. (1995). *Environmental Ecology. The ecological effects of pollution, disturbance, and stresses*. 2ª ed. Academic Press. San Diego, CA, EEUU, pp. 606
- García N. Arróliga, R. Marín. R. Cambrais. K. Méndez Estrada. D. Bitrán. B. (2006). Características e Impacto Socioeconómico de los Huracanes “Stan” y “Wilma” en la República Mexicana. pp. 133.
- Giardini, H. L. (2006). Arrasando la Amazonia en nombre del progreso (de las multinacionales). [http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/60506/\(printversion\)/1](http://www.ecoportal.net/layout/set/print/content/view/full/60506/(printversion)/1)
- Golet, G.H., Seiser, P.E., McGuire, D.A., Roby, D.D., Fischer, J.B., Kuletz, K.J., Irons, D.B., Dean, T.A., Jewett, S.C., Newman, S.H. (2002). Long-term direct and indirect effects of the 'Exxon Valdez' oil spill on pigeon guillemots in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*, pp.241, 287-304.

- Goldsmith E. (2004). Feeding the world under climate change. *Science in Society*. pp. 24, 34-36. Disponible en español en: <http://www.ecoportel.net/content/view/full/38336>
- Grain. (2006). Bill Gates pretende resucitar la marchita Revolución Verde de la Fundación Rockefeller. <http://www.ecoportel.net/content/view/full/>. pp. 63: 416
- Gutiérrez E. M. (1990). Los Residuos Sólidos Peligrosos: ¿Un Riesgo sin Solución? *ciencias*. No. 20 UNAM. Jury, W. A. 1989. Chemical Movement through Soil. Vadose Zone Modeling of Organic Pollutants. Stephen C. Hern, Susan M. Melancon. Lewis Publishers Inc. USA.
- Gundlach, E.R., J.M. Michel, G.I. Scott, M.O. Hayes, C.D. Getter y W.P. Davis. (1993). Ecological Assessment of the Peck Slip (19 Diciembre, 1978) Oil spill in Eastern Puerto Rico. *Memorias: Conferencia sobre Evaluacion de Daño Ecológico*, Washington, DC, EEUU. 1979, pp. 303-318.
- Hair, F., Anderson, R. E, Tatham, R. L. y Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis with readings*. New Jersey: Prentice Hall.
- Harvey, J.S., Lyons, T.S., Page, T.S., Stewart, C., Parry, J.M. (1999). An assessment of the genotoxic impact of the Sea Empress oil spill by the measurement of DNA adduct levels in selected invertebrate and vertebrate species. *Mutation Research*, pp.103-114.
- Hanson, K. ; Anuranjini, N. ; Madhavi, K. ; Anjana, d..1997. Bioremediation of crude oil contamination with *Acinetobacter* sp. A3. *Current Microbiology*. Baroda, India. 35:191-193.
- Hellpap, C., Beck, M. (2002) El papel de la construcción apropiada en la ayuda de emergencia orientada al desarrollo. *GATE / GTZ Basin*. pp. 25.
- Hernández C.M.E., Torres T.L. y Valdez C.V. (2010). “Sequía Meteorológica” en: C. Gay (ed.). *México una Visión hacia el Siglo XXI. El Cambio Climático en México*, 136 pp.
- Hitz L. Kriesch. S. Schmid. E.R. (2000). Occurrence or predictable disaster, New models in earthquakes probability assessment, Swiss Re publishing. pp. 2.
- Infante C. (1998). Biorremediación de derrames de hidrocarburos en ambientes naturales. *Memorias del IV Congreso interamericano sobre el medio Ambiente Caracas Venezuela diciembre de 1997, colección simposio, volumen II*. P 325-328. Editorial Equinoccio, Ediciones de la universidad Simón Bolívar, caracas.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). *Prontuario estadístico México*. pp. 1-5.
- INEGI (Instituto de estadística Geografía e informática). (2006). *Distribución porcentual de la población económicamente activa (PEA) ocupada según sector de*

actividad,18952000.[http://www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/población/2000/100historia/epobla10.asp?s=est&c=995](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/población/2000/100historia/epobla10.asp?s=est&c=995).

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). (2006) Sistemas de cuentas Nacionales de México, Evaluación del Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2010). Anuario estadístico agropecuario y aprovechamiento forestal del año 2008, México en cifras. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=11>. 16/02/2011/2:00pm.
- INEGI (2010). Estudio socioeconómico y de población de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 23 de mayo 2011.
- IPCC (Instituto para el cambio climático) (2007) Climate Change. The Physical Science Basis, IPCC, Geneva, Switzerland, <http://www.ipcc-wg2.org/>
- Iturbe A.R., Castro R.A. y Madrigal M.I. (1998). Técnicas de rehabilitación de suelos y acuíferos. Series del instituto de Ingeniería, UNAM, México. 612, 16-17.
- Jovel R. (1989). Los desastres naturales y su incidencia económico-social. Revista de la CEPAL N 38.pp.133-146.
- Jones, T.C., Hunt, R.D., King, N.W. (1997). Diseases due to extraneous poisons. In Veterinary pathology, 6th Edition, T. C. Jones, R.D. Hunt, D., King, H.W. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, pp. 695-780.
- Kanally R.A., Bartha R., Watanabe K. y Harayama S. (2000). Rapid mineralization of benzo[a]pyrene by a microbial consortium growing on diesel fuel. Appl. and Environmental Microbiology. Vol. 66, pp. 4205-4211.
- Klaus D. Lavadenz.I. (2001). Mexico's "second agrarian reform": Implementation and impact. World Bank, University of Maryland, Secretaría de Reforma Agraria, México. pp.20.
- Kyunh H. B. K., Hee S. O., Hee M.Y., Byung D. K., Jaisoon I. y In S. L. (2004). Effects of crude oil, oil components and bioremediation on plant growth. Journal of Environmental Science and Health. Part A-toxic/hazardous Substances & Environmental Engineering. A.39 (9), 2465-2472.
- Laffon, B., Fraga-Iriso, R., Pérez-Cadahía, B., Méndez J. (2006). Genotoxicity associated to exposure to Prestige oil during autopsies and cleaning of oil contaminated birds. Food and Chemical Toxicology, pp.44, 1714-1723.
- Larraín N. Housley. S. P. (1994). Percepción y prevención de catástrofes naturales en Chile". Investigaciones, Ediciones Universidad Católica de Chile, pp. 67.

- Larraín, S.; Leroy, J. P., y Nansen, K. (2002): Cono Sur sustentable. Aporte ciudadano a la construcción de sociedades sustentables. Programa Cono Sur Sustentable. LOM Ediciones. pp. 23.
- Lastra J., Andrés A. y López T.G. (2004). Explosión de hidrocarburos. La Jornada [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2004/dic04/041224/035n1est.php?printver=1&fly>. 16/12/2010.
- Leahy J.G. y Colwell, R.R. (1990). Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbial Reviews* 54: 305-315.
- Lira C. S. (2005). Contaminación por Hidrocarburos en México [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2005/05/050105/033n1est.php?printver=1&fly>. 2005.1-3pp. 20/11/2010.
- Li, X., Y. Feng y N. Sawatsky. 1997. Importance of soil-water relations in assessing the endpoint of bioremediated soils: plant growth. *Plant Soil* 192: 219-226.
- Löser. C. Seidel H. Zehnsdorf A. Stottmeister. U. (1998). Microbial degradation of hydrocarbons in soil during aerobic/anaerobic changes and under purely aerobic conditions. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* pp.631.
- Macías J.M. Padilla. C. (1993). Analizando el desastre de Guadalajara. CIESAS. México, D.F., 71p.
- Machuca J. L. (2002). Explosión deja destrucción y muerte en San Martín Texmelucan La Jornada de Oriente, México, <http://www.jornada.unam.mx/2002/01/18/oriente-a.htm> 22 de diciembre del 2010./ 2:00pm. pp. 1
- Madrigal M.I. (1998). Alternativas para la rehabilitación de suelos contaminados con hidrocarburos en México. UNAM. México, P.p. 23. 196.
- Madigan M. T., Martinko J. M. y Parker J. (1998) *Biología de los Microorganismos*. 8va ed. Prentice Hall. EUA. 155, 1064 pp.
- Martínez. A. A. Velando. A. Oro, D. Genovart. M. Gerique. C. Bartolomé. M.A. Villuendas. E. Sarzo. B. (2006). Sex-specific mortality of European shags after the Prestige oil spill: Demographic implications for the recovery of colonies. *Marine Ecology Progress Series*, pp.271-276.
- Mastandrea. C. Chichizola. C. Ludueña. B. (2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. Scielo Argentina. pp.5 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10090465&ppg=5>.
- Macnaughton. S.J. Stephen. J.R. Venosa. A.D. Davis. G.A. Chang. Y.J. y White. D.C. (1999) . Microbial population changes during bioremediation of an experimental oil spill. *Appl Environ Microbiol.* pp.65: 3566-3574.

- Macías J.M. y Calderón G. (1994). Desastre en Guadalajara: Notas preliminares y testimonios. CIESAS. México, D.F, 234 pp.
- Méndez I. D.H. Guerrero. Moreno.L. Sosa. C (1984). El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. Editorial Trillas. México. Pág. 2-25.
- Michael G.D., Buckingham P. y Evans J.C. (2000). Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, Mc Graw Hill, México, pp. 113. 400.
- Mills, M.A., J.S. Bonner, J.M. McDonald, Ch.A. Page y L. Autenrieth. 2003. Intrinsic bioremediation of a petroleum impacted wetland. *Marine Pollut. Bull.* 46: 887-899.
- Moraga J. C. (2003). Remediación de Sitios Contaminados Golder Associates. USA, 19, 119 pp.
- Millar, J. W. (2008). Atraen capitales occidentales a las tierras fértiles y ociosas de la ex Unión Soviética. [http://www.lanacion.com.ar/wsjs/nota.asp?nota\\_id=1012580](http://www.lanacion.com.ar/wsjs/nota.asp?nota_id=1012580) pp. 234.
- Navarro M. (2009). Los desastres en su interacción con la ciencia, la tecnología y la sociedad. Cuba: Centro Provincial de las Ciencias Médicas en Cienfuegos. 3, 120 pp. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10337761&ppg=3>.
- Odokuma L.O, Dickson A.A (2003) Bioremediation of a Crude Oil Polluted Tropical Rain Forest Soil. *Global J. Env. Sci.* pp.2: 29-40.
- Ocampo F. I. 2004. Gestión del Agua y Sustentabilidad de los sistemas de pequeño Riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México. Universidad de Córdoba, España.
- Ocampos O. y Melgarejo P.G. (2002). Inestabilidad de laderas en la Sierra Norte y Nororiental del estado de Puebla. *Elementos ciencia y cultura* [en línea]. Vol. 9 <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/srd/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29404708&iCveNum=18779>, pp.16/12/2010
- OFDA-CRED (Base internacional de datos). (2002). Base internacional de datos. desastres naturales y el medio ambiente. [www.md.ucl.ac.be/cred](http://www.md.ucl.ac.be/cred).
- Ogram, A. y Feng, X. (1997). Methods of soil microbial community análisis. En : HURST, C., KNUDSEN, G. y McINERNEY, M. *manual of Environmental Microbiology*. Washington DC, ASM Press, pp 422-430.
- Ortiz. O.M. (2000). Bioensayos con *Cyperus elegans* para la determinación del potencial fitotóxico de suelos contaminados con hidrocarburos en el pantano de Santa Alejandrina, Veracruz. Tesis. UNAM. México. pp.112.
- Ortínez B., Oscar I. y Gavilán G. (2009). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. Instituto Nacional de Ecología [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316262&pp.2.24/11/2010>.

- Parrish.P.J. Clark. R.P. (1999). Alaska Oil Spill Bioremediation Monitoring Program: An update. USEPA, NHEERL, Gulf Ecology Division, 1 Sabine Island Drive, Gulf Breeze, FL 32561, EEUU, pp.23. <http://www.epa.gov/ged/publica/c1756.htm>.
- Pardo C. Perdomo R. Benavides. J. (2006). Efecto de la adición de fertilizantes inorgánicos compuestos en la degradación de hidrocarburos en suelos contaminados con petróleo. Colombia: Red Nova. pp.4 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10113386&ppg=4>.
- Pérez V.J.G., García E. y Esparza F. G. (2002). Papel ecológico de la flora rizosférica en fitorremediación. Avance y perspectiva. 21, 297-300.
- Pérez V. J.G. García. E. y Esparza. F. G. (2005). Papel ecológico de la flora rizosférica en fitorremediación. Avance y perspectiva 21: 297-300.
- Pérez M. M. (2000) “Miradas y Esperanza puestas en el norte: migración de Veracruz a los Estados Unidos”, México, pp. 69-79.
- Pérez A. B., Castañeda A. D., Castellanos G., Jiménez S. T., Tapia H. A. y Martínez C. D. (2011). Efecto del antraceno en el crecimiento de maíz y frijol empleando suelos de origen agrícola. Revista Terra Latinoamericana. 29, 95-102.
- Peña C., Carter. D. y Ayala F. (2001). Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program website at, [en línea].<http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/125>, 12/03/2011.
- Peterson, C.H., Rice, S.D., Short, J.W., Esler, D., Bodkin, J.L., Ballachey, B.E., Irons, D.B. (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. Science, pp.302, 2082-2086.
- Phillips. S. W. (1999). Química conceptos y aplicaciones. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S A de C V. México .pp. 125-168.
- Piñeiro D. (2001). Población y trabajadores en el contexto de transformaciones agrarias en Giarraca, N. (Comp.) ¿Una nueva ruralidad en América Latina?. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires, 2-10, 200 pp.
- Plice M. J. (1948). Some effects of crude petroleum on soil fertility.Proc. Soil Sci. Soc. Am. pp.13: 413-416.
- PROFEPA (Procuraduría federal de protección al ambiente). (2003). Procuraduría federal del medio ambiente Estados Unidos Mexicanos.

- Pothuluri. V.J. Cerniglia C.E. (1994). Microbial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons. En Chaudry RG (Ed.) Biological Degradation and Bioremediation of Toxic Chemicals. Dioscorides. Portland, OR, EEUU. pp. 92-123.
- Porta A, Filliat N, Plata N (1999) Phytotoxicity and phytoremediation studies in soils polluted by weathered oil. En Leeson A, Alleman BC (Eds.) Phytoremediation and Innovative Strategies for Specialized Remedial Applications. Battelle. Columbus, Ohio, EEUU. pp. 51-56.
- Quadri T. G. (1994). Industria y Política Ambiental. El Nacional. Sábado 18 de Junio. México.
- RAN (Registro Agrario Nacional). (2006). Acumulado histórico de la creación de sociedades rurales en México. <http://www.ran.gob.mx/ran/archivos/ServiciosRAN/estadisticas/cgsocrur.pdf>
- Rivera C.M.C. (2004). Clasificación de suelos tropicales influenciados por derrames de petróleo en Tabasco. *Tecnociencia Universitaria III* (7): pp. 6-25.
- Rivera. C.M.C. (2004). Clasificación de suelos tropicales influenciados por derrames de petróleo en Tabasco. *Tecnociencia Universitaria III*. 10, 6-25.
- Rodríguez E. (2006). Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: diagnóstico sobre el riesgo y vulnerabilidad. República de México: Red Frontera Norte. pp. 4. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10118849&ppg=4>.
- Roy J.L. y Mc Gill W.B. (1999). Characterization of disaggregated nonwetttable surface soils found at old spill site. *Can. J. Soil Sci.* 78, 331-344.
- SAGARPA (2011) Producción de Maíz con agricultura de Conservación. Bol. NUM.500/11 <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2011B500.aspx>.
- Salanitro J.P, Dorn PB, Huesemann M.H, Moore K.O, Rhodes I.A, Rice Jackson L.A, Vipond T.E, Western M.M, Wisniewski H.L. (1997) Crude Oil Hydrocarbon Bioremediation and Soil Ecotoxicity Assessment. *Env. Sci. Technol.* pp. 31: 1769-1776.
- Sanahuja, J. A. (2002), Guerras, desastres y ayuda de emergencia, Edit. Intermón Oxfam, Barcelona. Pp.140.
- Sarmiento T. O. Espinoza. M.R. Álvarez. R. J. (2009). Emergencia ambientales asociadas a sustancias Químicas en México. Instituto Nacional de Ecología. pp. 55 <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316768&ppg=3>.
- Sarmiento T. O., Espinoza M.R. y Álvarez R. J. (2009). Emergencia ambientales asociadas a sustancias Químicas en México. Instituto Nacional de Ecología [en línea]. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10316768&pp.55.16/04/2011>

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2011). Datos estadísticos de la agricultura en México, datos anuales, revisado 16/02/2011/2:00pm, actualizado hasta el 31 de diciembre del 2010. Gobierno de México año del bicentenario de la Revolución, [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=347](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=347)
- Saval B. S. (1995). Acciones para la Remediación de Suelos en México. En: memoria del segundo mini simposio internacional sobre remoción de contaminantes de aguas y suelos. Instituto de Ingeniería, UNAM. México p: 168-173.
- Saval S. (1997). La biorremediación como alternativa para la limpieza de sitios contaminados con hidrocarburos. In: seminario internacional sobre restauración de sitios contaminados. Instituto Nacional de Ecología- SERMANAP, agencia de cooperación Internacional del Japón y centro nacional de investigación y Capacitación Ambiental. México. Pág. 18.
- SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social). (2002). Medición de la pobreza, variantes metodológicas y estimación preliminar. Comité Técnico para la Medición de la Pobreza. Serie documentos de investigación.
- Seoánez. C. (2008). Contaminación marina y restauración del litoral: contaminación, accidentes y catástrofes agresiones a las costas y soluciones. España: Mundi-Prensa. pp 210. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10234571&ppg=195>
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y los Recursos naturales). (2000). Estadísticas selectas: agua. Extracción y usos principales del agua, [http://www.semarnat.gob.mx/naturaleza/estadisticaam/informe/medio\\_ambiente/agua/1-2-1.htm](http://www.semarnat.gob.mx/naturaleza/estadisticaam/informe/medio_ambiente/agua/1-2-1.htm).
- SEMARNAT (2004). Aumento la descarga de contaminantes por PEMEX. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/s2004-31-12.shtml> México, 3 pp.
- SEMARNAT (Secretaria del medio ambiente recursos naturales). (2005). Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 29/03/2005. México, DF, México. 20 pp.
- SEMARNAT (Secretaria del Medio Ambiente y los Recursos naturales). (2007) ¿Y el medio ambiente?. Problemas en México y el mundo, México, pp. 5.
- Shrubsole D. (2000). Flood management in Canada at the Crossroads, Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto. Research Paper Series N°5, pp.30.
- Skinfill M. (2003). El componente cultura en el contexto de la educación ambiental. 2ª ed. Chile. Editorial Educativa. Pag. 55.



- Soto E. (2009). Puebla estado con más emergencias ambientales [en línea]. [http://www.e-consulta.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=30443&Itemid=181](http://www.e-consulta.com/index.php?option=com_content&task=view&id=30443&Itemid=181) pp 25/05/2011.
- Stanley. F. Dornbusch. R. Schmalensee. R. (1990). Economía. Segunda edición, McGraw Hill. Interamericana de México, S.A de C.V. México. pp. 40.
- Steiner R. (2010). British Petroleum "maquilla" el derrame de crudo y su impacto en el Golfo de México. Universidad de Alaska <http://www.greenpeace.org/argentina/prensa-rss/bp-maquilla-derrame-en-el-g>.pág.1. (consulta, 7 de mayo, 2010/ 9:00am).
- Streeten P. (1981), First Things First. Meeting Basic Human Needs in the Developing Countries, Oxford University Press, Oxford. pp. 16.
- Suárez G. R. y Jiménez. Z. J. (1987). "Sismo en la Ciudad de México y el Terremoto del 19 de septiembre de 1985", Cuadernos del Instituto de Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM México, D.F. pp 1-18.
- Suárez H. Fernández. D. Garza G. (2009). Impacto de la ciencia y la tecnología en la salud y el cuidado del medio ambiente acuático. Cuba: Editorial Universitaria. Biología Vol. 18, No.1. pp. 3. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10287278&ppg=3>
- Tobin G. y Burrell. M. (1997). Natural Hazards: Explanation and Integration, Nueva York, The Guilford Press, pp.24.
- Toledo A. (1988). Energía, ambiente y desarrollo. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. 45, 200 pp.
- Torres M. (2004) El derrame de crudo en Omealca, efectos en las poblaciones pobres [en línea]. <http://www.jornada.unam.mx/2004/oct04/041016/034n2est.php?printver=1&fly=1> (1 de 2) 17/10/2004
- Verdeja L. J. (2010). Tres décadas de pobreza en México 1970-2000: diagnóstico y propuestas. México: Instituto Politécnico Nacional, pp. 23. <http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/Doc?id=10365632&ppg=23> Copyright © 2010. Instituto Politécnico Nacional. El rights reserved.
- White, K.L.J., Lysy H.H., Holsapple, M.P. (1985). Immunosuppression by polycyclic aromatic hydrocarbons: a structure-activity relationship in B6C3F1 and DBA/2mice. Immunopharmacology, 9, pp.155-164.
- Wilche C. G. (1993). La vulnerabilidad global. In Maskrey. A. Comp. Los desastres no son naturales. Colombia, La Red. pp. 9 - 50.
- Xu. J. G. R. Johnson. L. (1995). Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil contaminated, remediated and uncontaminated soil planted to barley and field pea. Plant and Soil. pp.173: 3-10.

Zavala C.J.F, Gavi R.H, Adams S.H., Ferrera-Cerrato D.J, Palma-López D.J, Vaquera H.Y, Domínguez E.J. (2005) Derrames de Petróleo en Suelos y Adaptación de Pastos Tropicales en el Activo Cinco Presidentes, Tabasco. Terra pp. 23: 293-302.

Zavala C.J.A., Ruiz D.J. y Palma J. (2005). Contaminación por metales pesados en las tierras del Campo petrolero Samaria, La investigación edafológica. Tabasco, México, 24, 293 pp.