



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**  
**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**

**Uso de plaguicidas agrícolas y su prospección en agua y sedimentos en la  
microcuenca Concá, Querétaro.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener grado de  
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

**Presenta:**

Ing. Juan Fernando Rocha Mier

**Dirigido por:**

Dr. Raúl Francisco Pineda López.

Querétaro, Qro; a 15 de enero de 2023.



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de  
Información



Uso de plaguicidas agrícolas y su prospección en agua y  
sedimentos en la microcuenca Conca, Querétaro.

**por**

Juan Fernando Rocha Mier

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](#).

**Clave RI:** CNMAC-240233-0223-123



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ciencias Naturales**  
**Maestría en Gestión Integral de Cuencas**

**Uso de plaguicidas agrícolas y su prospección en agua y sedimentos en la microcuenca Concá, Querétaro.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener grado de

**Maestría en Gestión Integrada de Cuencas**

**Presenta: Ing. Juan Fernando Rocha Mier**

**Dirigido por: Dr. Raúl Francisco Pineda López.**

**SINODALES**

Dr. Raúl Francisco Pineda López.  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Firma

M.C. José Carlos Dorantes Castro  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Firma

M.C. Adán Mercado Luna  
Vocal

\_\_\_\_\_  
Firma

M.C. Saúl López Ordaz.  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

Dra. Claudia Patricia Ornelas García.  
Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Dr. José Guadalupe Gómez Soto  
Director de la Facultad de Ciencias Naturales

\_\_\_\_\_  
Dra. Flavia Loarca Piña  
Secretaria de Investigación y Posgrado

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Enero 2023  
México

**Dedicatorias.**

**A todas las personas que han luchado por conservar nuestros mantos acuíferos, a los que han muerto por causa de la excesiva aplicación de agroquímicos.**

**A los habitantes de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, para que tengamos una conciencia en la conservación de nuestros ríos y alcemos la voz por una agricultura más sustentable.**

**A mi compañera de vida Karen Arroy Zurita.**

**A mi padre que ya descansa José Rocha Pedraza y mi madre Susana Mier Vela.**

**A los hermanos indígenas tojolabales que me enseñaron el camino verdadero de vivir el cielo desde el suelo.**

## **Agradecimientos.**

**A la Universidad Autónoma de Querétaro, por abrirme las puertas y acogerme como uno más de ellos.**

**A la Dra. Teresa García Gasca, Rectora de la Universidad Autónoma de Querétaro por siempre creer en mí, y darme el apoyo incondicional.**

**Al Dr. Raúl Pineda López, por todo su apoyo incondicional.**

**A mis maestros de la Maestría gracias por todo su enseñanza y aprendizaje.**

## **INDICE**

### **Capítulo I**

#### **Introducción.**

Antecedentes

Planteamiento del problema

Objetivos

Marco teórico

Justificación

### **Capítulo II**

#### **El Área de estudio.**

### **Capítulo III**

#### **Agricultura y plaguicidas en la microcuenca Concá.**

Introducción.

Contexto histórico.

Los sistemas agrícolas.

Agroquímicos y el caso Concá.

Posibles impactos en la microcuenca y otras cuencas río abajo.

Conclusiones.

## **Capítulo IV**

### **Prospección de los agroquímicos.**

Introducción.

Metodología.

Resultados y Discusión.

Primera prospección.

Segunda prospección.

## **CAPÍTULO V**

### **Propuesta de manejo de agroquímicos.**

Problemas actuales.

Proyecto de monitoreo

Normatividad.

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Variables para considerar la alteración dinámica funcional de las Cuencas.  
(Cotler, 2010)

Cuadro 2. Inventario de árboles de la microcuenca Conca y especies vegetales de importancia de uso económico. Fuente: UAQ-AQEH. 1995 y Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca Conca. MAGIC. UAQ. 2015.

Cuadro 3. Vegetación secundaria de la selva baja caducifolia de la microcuenca Conca. Fuente: Serrano V, 2011.

Cuadro 4. Indicadores de geomorfología. Fuente: Plan Rector de Producción y Conservación de la micro-cuenca Conca. MAGIC. UAQ. 2015.

Cuadro 5. Estadística de población microcuenca Conca. Fuente: INEGI 2010.

Cuadro 6. Rendimiento de cultivos en la agricultura de riego. Fuente : Datos de campo.

Cuadro7. Cultivos principales en la agricultura de riego de la microcuenca Conca. (INEGI 2007)

Cuadro 8. Relación de los principales productores de la zona de agricultura de riego de la microcuenca Conca. Fuente: Datos de Campo 2014.

CUADRO 9. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (Stephenson y Solomon, 1993).

Cuadro 10. Relación de los principales plaguicidas utilizados en el Valle de Conca (Rocha 2015) y sus efectos tóxicos. (INE,2007).

Cuadro 11. Consumo promedio anual de plaguicidas en cultivos más comunes en Conca.



Cuadro 12. Resultados de laboratorio prospección 1. Punto 1. Río Carrizal.

Cuadro 13. Resultados de laboratorio prospección 1. Punto 2. Manantial Concá.

Cuadro 14. Resultados de laboratorio prospección1. Punto 3. Acequia principal Valle Concá.

Cuadro 15. Resultados de laboratorio prospección1. Punto 4. Salitrillo.

Cuadro 16. Resultados de laboratorio, en agua, prospección 2.

Cuadro 17. Resultados de laboratorio, en sedimentos, prospección 2.

Cuadro 18. Moléculas analizadas por el laboratorio del grupo de organoclorados.

Cuadro 19. Moléculas analizadas por el laboratorio del grupo de organofosforados.

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Contaminación potencial difusa por agroquímicos. (INEECC)

Figura 2. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

Figura 3. Localización geográfica y administrativa de la Microcuenca de Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives. Fuente Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Figura 4. Localización hidrológica cuenca arriba de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

Figura 5. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

Figura 6. Índice de pendientes de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

Figura 7. Zona de agricultura de temporal de la Microcuenca Concá.

Figura 8. Puntos de muestreo primera prospección. Punto 1. Río de Carrizal. Punto 2 Manantiales Concá. Punto 3. Acequia principal valle agrícola. Punto 4. Salitrillo.

Figura 9. Puntos de muestreo de la segunda prospección.

## Resumen

En el presente trabajo se realizó la prospección en agua y sedimentos de los agroquímicos utilizados en la agricultura dentro de la microcuenca Concá, Arroyo Seco, Querétaro. Derivado de la nula información que se tiene acerca de la contaminación de los acuíferos superficiales, se realizó en un primer término la caracterización de la microcuenca, teniendo un área de 143.2 km<sup>2</sup>, un perímetro de 62.15 km, dentro de la microcuenca se desarrollan diversas actividades productivas, una de ellas es la agricultura de temporal en las partes altas y la agricultura de riego en la parte baja, a lado del Río Santa María, principal afluente. Nuestra área de estudio se centró en la parte baja, en donde se intensifica el uso de agroquímicos, en una primera prospección se hicieron análisis en agua, en el río Santa María, a la entrada de la microcuenca en la comunidad Río del Carrizal, a su paso por la comunidad de Concá, parte media y a la salida de la microcuenca en la comunidad de Salitrillo, encontrándose una presencia negativa. Posteriormente en una segunda prospección se hizo en agua y sedimentos dentro del Valle agrícola de la comunidad de Concá, en las acequias principales, encontrándose en el punto número 3 del muestreo presencia en sedimentos de la sustancia de Temephos, utilizada en la agricultura para el control de diferentes plagas, en ambas prospecciones se utilizó como testigo a los manantiales de la comunidad de Concá. Ante la presencia de agroquímicos, se propone, un nuevo modelo de producción que sea amigable con el medio ambiente y con el cuidado de las aguas superficiales en donde la gestión de la microcuenca tiene un papel importante para lograr este objetivo, se apuesta a poder encuadrar todas las formas de producción a la estrategia de funcionamiento de la microcuenca Concá y microcuencas que se sitúan aguas abajo, las zonas funcionales altas y medias deben de ser responsables de lo que se utiliza ya que sus acciones repercutirán de una forma de impactos positivos o negativos en las partes bajas, tanto para sus pobladores como para los diferentes ecosistemas.

Palabras clave: Microcuenca Concá, agroquímicos, río Santa María, temephos.

## **Abstract**

In this work, water and sediment prospecting of agrochemicals used in agriculture was carried out within the micro-basin of Conca, Arroyo Seco, Querétaro. Derived from the absence of information on the contamination of surface aquifers, the characterization of the microbasin was first carried out, having an area of 143.2 km<sup>2</sup>, a perimeter of 62.15 km, various production activities are carried out within the microbasin, one of them being temporary agriculture in the upper parts and irrigation agriculture in the lower part, next to the Santa María River, the main tributary. Our study area focused on the lower part, where the use of agrochemicals is intensified, in a first prospection, water analyzes were carried out, on the Santa María River, at the entrance of the microbasin in the Río del Carrizal community, to its passage through the community of Conca, middle part and to the exit of the microbasin in the community of Salitrillo, finding a negative presence. Subsequently, in a second prospection, carried out in water and sediments within the agricultural valley of the community of Conca, in the main ditches, finding in point number 3 of the sampling the presence of the Temephos substance in sediments, which is used in agriculture for control of different pests, in both prospectations, the springs of the community of Conca were used as evidence. Considering the presence of agrochemicals, this work proposes a new production model that is friendly to the environment and to the care of surface waters, where the management of the microbasin has an important role to achieve this objective, it is committed to frame all forms of production to the operation strategy of the Conca microbasin and microbasins that are located downstream, the high and medium functional areas must be responsible for what is used since their actions will have a positive or negative impact in the lower parts, both for its inhabitants and for the different ecosystems.

**Keywords: micro-basin Conca, agrochemicals, river Santa María, temephos.**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **ANTECEDENTES**

En el municipio de Arroyo Seco, Querétaro está ubicada la microcuenca “Conca”, ahí en su parte baja la agricultura ha tenido avances importantes a lo largo de los años, existe un afluente que por mucho tiempo ha dado vida a las comunidades y a la región de la Sierra Gorda. El Río Santa María, en su paso por el estado de Querétaro atraviesa localidades en el municipio de Arroyo Seco como son Las Vegas Cuatas, Río del Carrizal y Concá, en esta última población los sistemas productivos agrícolas como se ha mencionado anteriormente han tenido un crecimiento importante en las últimas décadas, en donde el sistema llamado “milpa”, ha sido reemplazado por el cultivo de las hortalizas y frutales en una escala comercial. Es así que, derivado del crecimiento de la actividad agrícola en sistemas más especializados, se ha ido incrementando el uso de diferentes productos agroquímicos desde insecticidas, fungicidas, y fertilizantes que son aplicados a las siembras, los productos utilizados no siempre se han venido manejando apropiadamente, aún cuando ya existen algunas aplicaciones de productos biológicos y orgánicos.

Todas las aplicaciones de estos productos químicos a las siembras y sus residuos se supone que van contaminando los canales de riego o acequias<sup>1</sup>, las cuales desembocan al Río Santa María, cruzando varias comunidades, que pueden verse afectadas por estos residuos.

---

<sup>1</sup> Acequias. Zanja o canal por donde se conducen las aguas para regar y para otros fines.

En lo referente a la microcuenca alta y media, la utilización de los productos agroquímicos en la agricultura se da de una forma moderada, debido a que los cultivos predominantes es el maíz, frijol, calabaza, dentro del sistema milpa, en donde el destino final de la producción es el autoconsumo.

Al mismo tiempo, que la agricultura que se practica es de temporal, dependiendo de las lluvias del año, que han sido cada vez más erráticas, y podemos observar que los escurrimientos en su mayoría son intermitentes hacia la parte baja de la microcuenca.

Derivado de las lluvias erráticas se ha dejado de sembrar un 30% en la parte alta y media de la microcuenca, así mismo el año 2016 se perdió un 40% de las milpas cultivadas. Por lo anterior el uso de los agroquímicos ha disminuido de una forma considerable.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente en el territorio del valle de Conca, se ha venido incrementando el uso de productos químicos especializados y cada vez más frecuentes en la agricultura, en especial en la producción de hortalizas como jitomate, chile, pepino, calabacita y también en granos básicos como el maíz y el frijol. Sin embargo, la información sobre las posibles repercusiones que puede provocar el uso sin control de estos productos al medio ambiente y los afluentes riverinos cercanos es escasa.

Por otra parte el Río Santa María es un afluente perenne, afectado ocasionalmente por huracanes, éstos han dejado devastada su área riparia y en donde a su paso por diversas comunidades aguas abajo de la comunidad de Conca su agua se utiliza para diversas actividades. Así mismo existe un decreto en el cual el Río Santa María en su cuenca III, será una Reserva de agua, para abastecer de agua a la zona metropolitana de Querétaro. (DOF, 2013)

El valle de Concá es una zona importante para la economía de la Sierra Gorda, por la generación de empleos en la temporada alta de producción de hortalizas y, el Río Santa María es uno de los afluentes de alta importancia, no se tiene información sobre la interacción de la agricultura y el río, lo es necesario para tomar decisiones importantes. Lo más relevante es llevar en armonía esa interacción, ya que por una parte es crucial seguir produciendo alimentos con un alto grado de seguridad e inocuidad libre de residuos de pesticidas y, por la otra parte, la conservación de la vida del río Santa María, ya que las comunidades aguas abajo recibirían agua de buena calidad y segura, libre de residuos de productos utilizados por la agricultura.

Ante lo anteriormente expuesto, es necesario generar el conocimiento e información sobre los efectos que ejerce la agricultura sobre las acequias dentro del valle agrícola de Concá y el Río Santa María.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Evaluar el uso de los plaguicidas mediante su prospección en agua y sedimentos utilizados en la agricultura y la posible contaminación de las acequias y el río Santa María dentro de la microcuenca Conca.

### **Objetivos particulares.**

1. Recuperar la memoria histórica de los sistemas agrícolas de riego y temporal en la microcuenca Conca.
2. Realizar un diagnóstico de los plaguicidas utilizados en los sistemas agrícolas productivos en la microcuenca Conca.
3. Efectuar una prospección de residuos de plaguicidas en agua y sedimentos de las acequias del valle agrícola de Conca y en su desembocadura al río Santa María.

## **Marco Teórico**

En su artículo denominado “La pertinencia del enfoque de cuencas como unidad de gestión del espacio geográfico” (García Mendieta Humberto, 2015) define la cuenca desde dos vertientes, la primera a partir de una aproximación física y la segunda como un sistema que considera un entramado de relaciones (económicas, sociales y ambientales). La cuenca hidrográfica, para Ibáñez (2011), se define como “toda el área o superficie del terreno que aporta sus aguas de escorrentía a un mismo punto de desagüe o punto de cierre”. Está compuesta, además, por



elementos bióticos (flora y fauna) y abióticos (agua, suelo, aire, entre otros) que se encuentran interrelacionados, y que son delimitados por un parteaguas (Cotler y col. 2013). Los parteaguas son las partes más altas de las montañas y cerros que también funcionan como límites imaginarios y como divisiones de las aguas que se precipitan y escurren en este territorio hasta un cuerpo de agua.

La cuenca se divide en tres zonas funcionales: zona alta, media y baja. La zona alta permite la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año. Los procesos en las partes altas de la cuenca invariablemente tienen repercusiones en la parte baja, dado el flujo unidireccional del agua, y por lo tanto toda la cuenca se debe gestionar como una sola unidad.” (García y col. 2005: 13). La zona media, capta y transporta parte del agua que viene de la zona alta, aquí crecen los cuerpos de agua que van captando el agua que entra al sistema. En la zona baja encontramos grandes cuerpos de agua y gran cantidad de nutrimentos que se acumulan por el transporte de sedimentos. En esta zona se promueven los asentamientos humanos y donde su pendiente y concentración del agua permiten el desarrollo de las actividades agrícolas, pesqueras, turístico-recreativas, entre otras.

Actualmente las cuencas han sufrido diversos impactos que pueden poner en riesgo a los diferentes procesos naturales que se desarrollan en su interior.

En el libro “Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización.” (Cotler, 2010) se hace referencia a que el agua, como recurso estratégico, depende del manejo sostenible de los ecosistemas, que por esta razón debería constituir una prioridad nacional. Ahora bien, los ecosistemas, como sistemas complejos, operan a través de múltiples procesos que se diferencian en escalas temporales y espaciales, dando lugar a dinámicas funcionales diversas (Osmond et al., 1980).

Por ello, cualquier acción, programa o esquema de manejo debe estar sustentado en datos, información y conocimiento que permita prever efectos y externalidades, inferir escenarios futuros e incrementar la adaptación de los ecosistemas a los cambios globales; es decir, la ciencia debería convertirse en el principal sustento de toda toma de decisiones.

**Cuadro 1. Variables para considerar la alteración dinámica funcional de las Cuencas. (Cotler, 2010)**

INDICADOR	IMPACTO EN LA DINÁMICA FUNCIONAL DE LAS CUENCAS
Índice de Transformación Humana de los Ecosistemas (ITHE)	Grado de transformación humana de los sistemas naturales: cambios en la conectividad, capacidad de infiltración, evapotranspiración, así como en la dirección de los flujos hídricos (escorrentía). Pérdida de biodiversidad y hábitat. Promueve procesos de erosión.
Degradación de suelos	Alteración del estado y de las funciones de los suelos: disminuye infiltración, aumenta evaporación y escorrentía, promueve generación de sedimentos y contaminación de cuerpos de agua.
Fragmentación de ríos y deterioro de zonas riparias	Segmentación, interrupción y desviación del caudal de los ríos por presas, diques, bordos, canales y carreteras; promueve cambios en la cantidad y calidad del agua y sedimentación, ocasionando pérdida de biodiversidad acuática. Cambios en el régimen hidrológico de la cuenca y el balance hídrico cuenca alta-cuenca baja. Pérdida y degradación de los sistemas riparios: pérdida de vegetación y fauna riparia, altera flujos hídricos, disminuye posibilidad de autodepuración hídrica y retención de sedimentos. Pérdida de hábitat y biodiversidad. Promueve el establecimiento de especies exóticas.
Presión hídrica	Proporción del volumen de agua extraída para usos consuntivos en relación al agua naturalmente disponible: agotamiento del recurso hídrico, ausencia de caudal ecológico; desequilibrio hídrico.
Contaminación potencial difusa	Generación y concentración de contaminantes provenientes de agroquímicos: contaminación de suelos y de cuerpos de agua. Deterioro de la calidad de agua. Pérdida de funciones riparias.

Cotler (2010), expone en el cuadro 1, las diferentes variables a considerar la alteración funcional de las cuencas, en donde resalta en el apartado de contaminación difusa, ya que los contaminantes provenientes de agroquímicos alteran la dinámica funcional de las cuencas.

Hasta hace algunos años, el foco principal de atención en relación con la contaminación de cursos de agua era la contaminación directa o puntual. Sin embargo, actualmente existe una creciente preocupación por la contaminación difusa, principalmente desde parcelas agrícolas (Bechman et al., 2008; Collins et al., 2008; Hanson y Trout, 2001). La contaminación difusa puede ser definida como la introducción de contaminantes a un curso de agua superficial o sistema de agua subterráneo, a través de vías indirectas, como el lavado de contaminantes a través

del suelo, o desde fuentes que no es posible establecer con exactitud en un lugar o sitio específico. La contaminación difusa puede ser continua o intermitente, siendo esta última la más común debido a que está relacionada con actividades estacionales propias de la agricultura, como la época de fertilización o de aplicación de pesticidas (Carpenter et al., 1998).

Siendo la contaminación difusa un proceso poco estudiado que altera el funcionamiento eco-hidrológico de las cuencas, se planteó elaborar un modelo a partir de los factores que explican el comportamiento de este proceso en todas las cuencas del país. Del Censo Agropecuario (INEGI, 2008) se obtuvieron las cantidades de pesticidas y fertilizantes utilizadas por cada municipio. A partir de ciertas premisas que determinan la vulnerabilidad a la contaminación difusa en el territorio, se construyó un modelo jerárquico multicriterio para inferir la contaminación potencial difusa ocasionada por la aplicación de agroquímicos en las áreas agrícolas, el cual está compuesto de tres partes o submodelos:

- 1) Insumos contaminantes: se considera a los pesticidas y fertilizantes como principales insumos con potencial de alteración del ambiente.
- 2) Caracterización de la agricultura: el área potencialmente afectada por estos insumos dependerá del porcentaje de área agrícola que se ubica en cada una de las cuencas. Se puntualizó la presencia de riego, ya que el exceso de agua incrementa la posibilidad de lixiviación de contaminantes desde la zona radicular.
- 3) Movilidad de contaminantes: el transporte de los contaminantes en las áreas agrícolas dependerá de la pendiente (a mayor pendiente hay más posibilidad de escorrentía), la textura del suelo (más gruesa puede provocar mayor movilidad) y precipitación (mayor precipitación implica más probabilidad de lavado de suelos).



**Figura1. Contaminación potencial difusa por agroquímicos. (INECC)**

En la figura 1 se observa una alta contaminación potencial difusa en nuestra área de estudio del presente trabajo la microcuenca Concá, en Querétaro.

En el estudio “Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos” (Hernández, 2011) evalúa diferentes plaguicidas, y su recomendación es el monitoreo de los cuerpos de agua, de los plaguicidas que se encontraron en dosis excedentes a los criterios establecidos. El trabajo realizado nos hace ver la problemática fuerte que tenemos en las zonas agrícolas, y que si no se pone atención se continuara con la contaminación constante en las cuencas de México.

Así mismo observamos una cultura ya establecida en que las casas comerciales de agroquímicos han impactado en la idiosincrasia de los campesinos de las diferentes regiones del país. En el estudio “Aspectos socioeconómicos y culturales en el uso de agroquímicos y plaguicidas en los Altos de Morelos, México” (Saldaña, 2006) hace referencia sobre los riesgos que conlleva para la salud de los mismos pobladores el uso sin control de los pesticidas, es así por lo que se debe continuar con su monitoreo permanente, para conocer y prevenir las afectaciones en el futuro tanto para el medio ambiente como la salud.

Cabe destacar que los productores agrícolas el concepto de cuenca no conocen, así como el daño que puede producir el uso de los agroquímicos sin control. En el estudio “Distribución ambiental y evaluación de los riesgos de los plaguicidas organoclorados en el clima tropical de México: un estudio en la Cuenca del Río Coatán.” (Ruiz Suarez, 2016) comenta que la concentración mediana de la mayoría de los plaguicidas en suelos y sedimentos tiende a aumentar conforme disminuye la altitud de la cuenca, se encontró que el 85% de los agricultores utilizan plaguicidas, pero solo 23% reconoce el significado de las cintas de colores donde indican la toxicidad del producto y 51% no ocupa equipo de protección.

Es de esta manera que la cuenca en su estructura y función la contaminación son conceptos clave para comprender y propone una forma responsable e inmediata contrarrestar las alteraciones ambientales y en el ser humano.

## JUSTIFICACIÓN

En los márgenes del río Santa María, en el valle de Concá, existen diferentes sistemas de producción agrícolas, los cuales por décadas tuvieron un sistema tradicional no tecnificado. Posteriormente en los años 90's empieza a tener una agricultura intensiva con la producción de hortalizas, esto ha aumentado el consumo de uso de plaguicidas. Si bien, los plaguicidas llegaron a la región por el fenómeno migratorio que se ha dado desde 1950, primero con el programa bracero impulsado por el gobierno de los Estados Unidos, y en segundo plano, a partir del año 1980 la intensificación del flujo de la población de la Sierra Gorda a Estados Unidos. Allá los migrantes han trabajado en diferentes campos de producción primero en los campos de algodón los cuales fueron muy prominentes y poco a poco se fueron diversificando a otros cultivos como el jitomate, ocra, naranja, maíz, soya, manzana, entre otros cultivos y aprendieron el uso de diferentes técnicas, pero también el uso de los plaguicidas.

Debido a la atención de las comunidades rurales a través del programa de PRONASOL, impulsado en el sexenio 1988-1994, empezó a llegar inversión a las comunidades, en especial, a Concá, para la producción de hortalizas. Con el uso de un nuevo sistema de cultivo y técnicas modernas, como el riego por goteo, el acolchado, pero también el uso masivo de los plaguicidas y no se ha considerado en ese tiempo, ni se ha sido consciente del daño que puede ocasionar a largo plazo la utilización de esos agroquímicos.

Es necesario hacer una prospección del uso de los plaguicidas en la microcuenca Concá, en donde se encuentra enclavado el valle agrícola con una extensión de 200 ha. En este sitio entre el año 2000 -2010 la agricultura se ha expandido y los productores obtenían ganancias importantes, no obstante, descuidando el medio ambiente. A partir del año 2010 la agricultura ha entrado a

una etapa muy difícil de altibajos, por lo que la superficie de siembra se ha reducido hasta 120 ha.

En este momento debido a la resistencia de las plagas en el valle agrícola de Concá, y en donde por más de 27 años se han venido aplicando potentes plaguicidas, los daños no han podido ser cuantificados debido a que no existe ninguna información, Iñiguez (2015), comenta en su estudio “Diagnóstico y potencial pesquero de las microcuencas de Concá y Ayutla”, que el Río Santa María presenta serios problemas de estabilidad y funcionamiento debido a: la extracción de arena, el ganado al margen del río, la utilización de agroquímicos y la extracción pesquera. (Diagnóstico y Potencial Pesquero en las Microcuencas Ayutla y Concá, 2015).

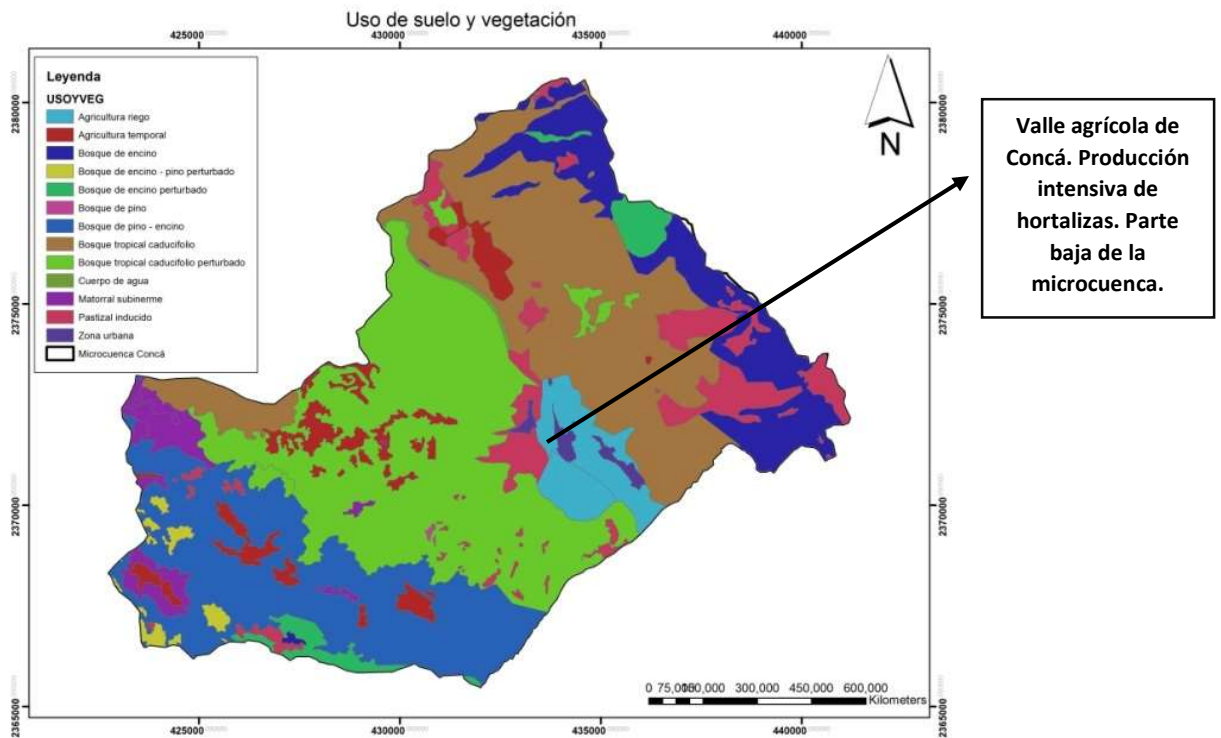


Figura 2. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

La zona de cultivo del Valle agrícola de Concá se encuentra cerca del afluente más importante de la zona, por lo que es importante conocer más sobre el uso de plaguicidas, en un primer término dentro de las acequias que desembocan en el río Santa María. Esto nos dará una mayor información para establecer el estatus de la agricultura que se ejerce en la parte baja de la microcuenca y su posible contaminación con plaguicidas.



## CAPÍTULO II

### EL ÁREA DE ESTUDIO.

#### Localización geográfica y administrativa de la microcuenca Concá.

En la figura 3 se observa que la microcuenca Concá se encuentra dentro del municipio de Arroyo Seco, ubicado al Norte del Estado de Querétaro, en la región Centro-Occidente de los Estados Unidos Mexicanos.

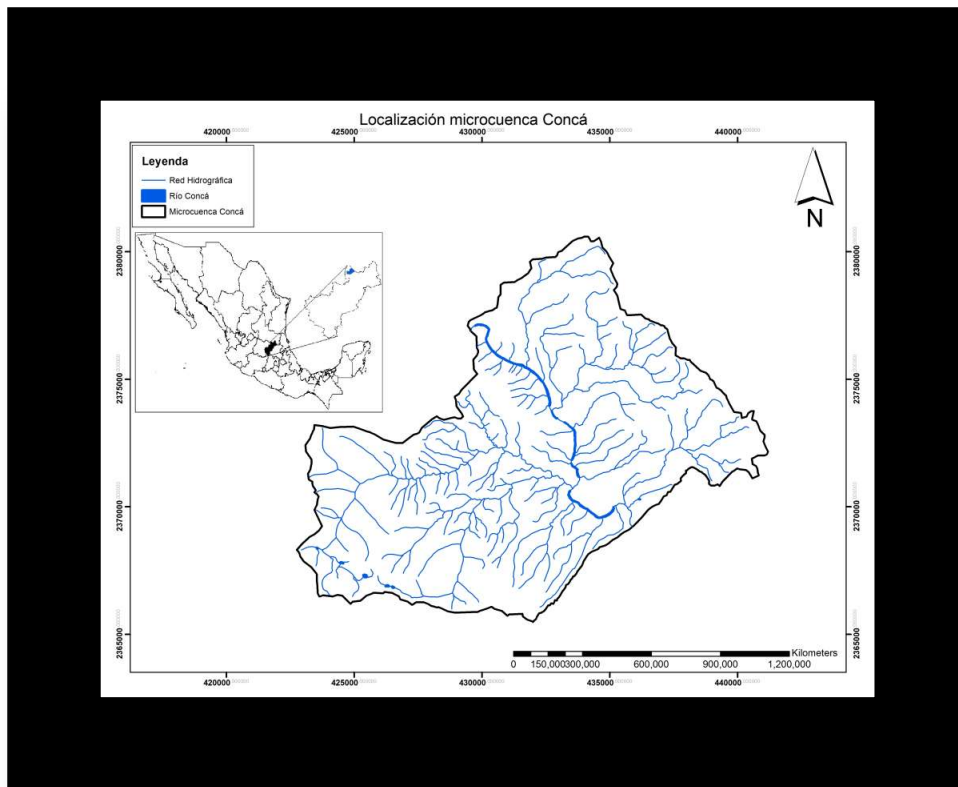


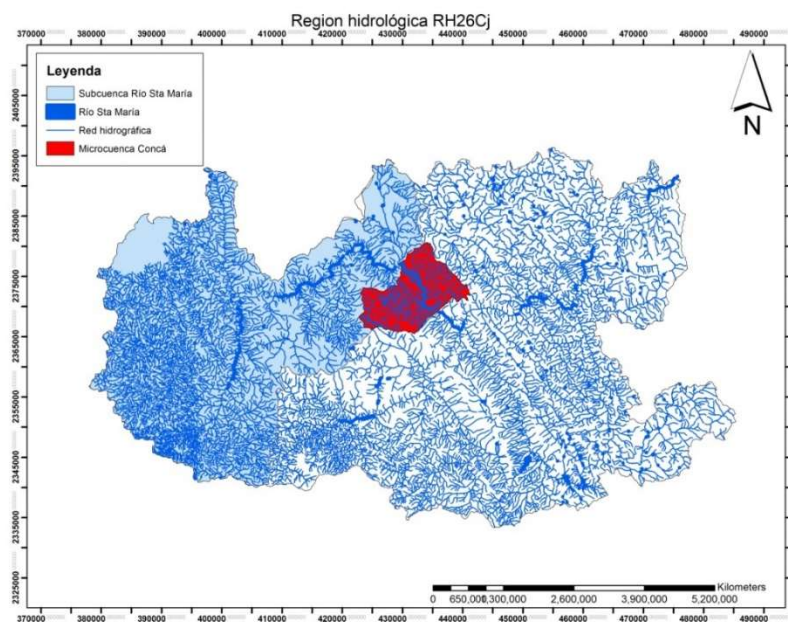
Figura 3. Localización geográfica y administrativa de la Microcuenca de Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives. Fuente Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

## Localización hidrológica.

De acuerdo con los trabajos realizados por la CONAGUA, el INEGI y el INE, se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en subcuencas.

La microcuenca Concá de acuerdo con la zonificación de CONAGUA pertenece a la región Hidrológica-Administrativa IX “Golfo Norte”, Región Hidrológica número 26 “Panuco”, región RH26Cj considerada como la sub-cuenca “Río Santa María III”.

En la figura 4 observamos la delimitación de la sub-cuenca río Santa María, la red hidrográfica, así como la localización de la microcuenca Concá, y su afluente más importante.



**Figura 4. Localización hidrológica cuenca arriba de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.**

### **Caracterización de la microcuenca.**

La microcuenca Concá, corresponde a la región hidrográfica del río Pánuco (RH26), que se divide en dos sub-cuencas: 1) Río Tamuín y 2) Río Moctezuma. La microcuenca Concá pertenece a la sub-cuenca, del río Tamuín, que ocupa una extensión de 2,038 km, siendo sus principales afluentes los ríos Ayutla, Santa María y Jalpan. De estos tres ríos, el Río Santa María forma parte de la microcuenca, siendo el principal cuerpo de agua. Es una cuenca kárstica en donde las filtraciones por medio de socavones, sótanos de la parte media y alta de la microcuenca alimentan al río.

### **Los manantiales.**

Cuando el flujo natural de aguas subterráneas o provenientes de partes más profundas del interior del planeta (aguas fósiles) aparece en la superficie de los continentes, se forman los manantiales. También puede formar lagunas o lagos.

Los manantiales son las fuentes de agua natural de mejor calidad, esto se debe al hecho de que el agua, antes de surgir a la superficie terrestre, ha viajado por kilómetros de rocas, sedimentos y suelos que sirven como filtros naturales para remover de él todo tipo de contaminantes y, en muchos casos, lo han enriquecido con preciosos minerales y sustancias que los seres humanos necesitan. Es probable que todos los pueblos tengan historias tendientes a rendir homenaje a los manantiales, o a declararlos prodigios básicos de su cultura. (IMTA).

Estos acuíferos son altamente permeables por fracturas y por el fenómeno kárstico, que tienen un tiempo de recarga relativamente rápido; sin embargo, presentan una alta vulnerabilidad a la contaminación. Estos acuíferos kársticos constituyen las reservas de agua del tercer milenio. La disponibilidad de los recursos hídricos será el factor limitativo del cual dependerá en los próximos años el desarrollo social y económico de las poblaciones que habitan el planeta. (Giulivo, 1999).

## **Clima**

En la microcuenca de Conca predominan los climas semi-cálido y cálido sub-húmedo, alcanzando temperaturas máximas en el mes de mayo de 42°C y temperaturas mínimas de 5°C en los meses de Diciembre y Enero. La probabilidad de heladas es mínima, teniendo como registro la última en el mes de marzo de 2013 alcanzando -2°C. Algunas zonas altas de la microcuenca tienen un clima templado sub-húmedo.<sup>2</sup>

## **Suelos**

El tipo de suelo que predomina en la microcuenca Conca: es el vertisol cuyas características median un color negro, con un alto contenido de arcilla expansiva conocida como montmorillonita que forma profundas grietas en las estaciones secas, o en años. Los luvisoles son un tipo de suelo que se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas, este término deriva del vocablo latino luvare que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, este suelo está presente en el Valle de Conca, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.<sup>3</sup>

## **Geología.**

Las rocas que se encuentran en la microcuenca Conca pertenecen a los períodos Mesozoico y Cenozoico, la litología está compuesta por rocas sedimentarias tipo caliza, rocas sedimentaria tipo caliza-lutita y roca ígnea extrusiva tipo basalto.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Mapa Digital. INEGI 2014.

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> *Ibidem*.

## Usos del suelo y vegetación en la microcuenca Concá.

En la figura 5 observamos los diferentes usos de suelo y vegetación, predominando el bosque tropical caducifolio perturbado, seguido del bosque tropical caducifolio y el bosque de pino-encino. Así mismo observamos que el sistema de agricultura de riego se encuentra en la parte baja de la microcuenca y el sistema de agricultura de temporal se practica en las partes altas. Es importante destacar que la zona urbana corresponde a la localidad de Concá, cercana a la zona de riego y por consiguiente, dedicada a la producción intensiva de hortalizas.

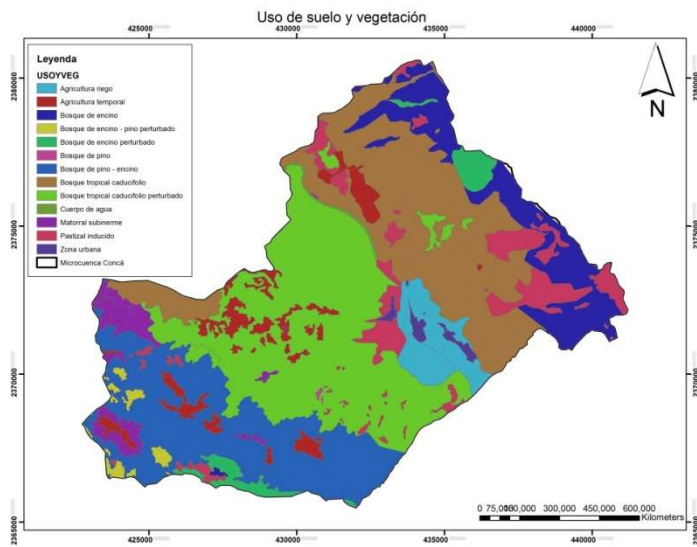


Figura 5. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.

A continuación, en el cuadro 2 se presenta el inventario de árboles que forman parte de la cobertura vegetal y las especies agrícolas más importantes de la microcuenca Concá.

**Cuadro 2. Inventario de árboles de la microcuenca Concá y especies vegetales de importancia de uso económico. Fuente: UAQ-AQEH. 1995 y Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca Concá. MAGIC. UAQ. 2015.**

Árboles valle Concá		Especies vegetales de importancia de uso económico	
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Encino colorado	<i>Quercus laurina</i>	Prodigiosa	<i>Kalanch pinnata</i>
Encino blanco	<i>Q. obtusata</i>	Poleo	<i>Menta pulegrum</i>
Encino negro	<i>Q. devia</i>	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosaealia</i>
Encino escobillo	<i>Q. affinis</i>	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Encino colorado	<i>Q. oleoides</i>	Mandarina	<i>Citrus spp.</i>
Cedro blanco	<i>Cupressus lusitanico</i>	Limón	<i>Citrus spp.</i>
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Platano	<i>Musa spp.</i>
Moras	<i>Morus rubia</i>	Capulines	<i>Prunus virginiana</i>
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	Pitaya	<i>Hylocereus undatus</i>
Hierba venado	<i>Damiana turneradiffusa</i>	Maíz	<i>Zea mays.</i>
Guamuchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Frijol	<i>Phaseolu svulgaris</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp.</i>	Caña de azucar	<i>Saccharum spp..</i>
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Jitomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Chile serrano	<i>Capsicum annum</i>

En el cuadro 3 se presentan los diferentes tipos de plantas vasculares que forman parte de la vegetación secundaria de la selva baja caducifolia además se presenta el nombre científico y su nombre común.

**Cuadro 3. Vegetación secundaria de la selva baja caducifolia de la microcuenca Concá. Fuente: Serrano V, 2011.**

Tipo de plantas vasculares			
Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Ojo de hormiga	<i>Cenchrus echinatus</i>	Piluela/parásita	<i>Tillandsias chiedadeana</i>
Guajillo	<i>Desmanthus virgatus</i>	Desconocido	<i>Ageratina hidalgensis</i>
Camalote	<i>Digitaria insularis</i>	Bacopa	<i>Bacopa monnieri l(medicinal)</i>
Hierba de Sta Lucía	<i>Florestina pedata</i>	Hoja de quebranto	<i>Bacopa procumbens</i>
Zacate mezquite	<i>Hilaria belangeri</i>	Cenizo	<i>Chenopodium álbum</i>
Hierba de la hormiga	<i>Lippia queretarensis</i>	Hierba del pollo	<i>Commelina erecta</i>
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	Anacahuita	<i>Cordia boissieri(medicinal)</i>
Desconocido	<i>Rhynchosia americana</i>	Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>
Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	Coyolillo	<i>Cyperu odoratus</i>
Boton de oro	<i>Melampodium divaricatum</i>	Desconocido	<i>Dalechampias candens</i>
Desconocido	<i>Agdestis clematidea</i>	Pequeña datura	<i>Datura discolor</i>
Conchito	<i>Macroptiliumatro purpureum</i>	Helecho	<i>Dryopteri ssp</i>
Cuajo de hule	<i>Merremia umbellata</i>	Genciana de	<i>Eustoma exaltatum</i>
Garabato	<i>Celtisi guanaea</i>	Bejuco revienta	<i>Funastrum clausum</i>
Campanita blanca	<i>Jacquemontiano diflora</i>	Desconocido	<i>Havardia pallens</i>
Jicote	<i>Caesalpini apringlei</i>	Desconocido	<i>Justicia leonardii</i>
Margaritas/ parientes	<i>Phyllanthus mocinianus</i>	Hierba del pájaro	<i>Lobelia ehrenbergii</i>
Bejuco verde	<i>Tournefortia volubilis</i>	Hierba de clavo	<i>Ludwigia octovalvis(med.)</i>
Churristate	<i>Ipomoea trifida</i>	Pasto acuático	<i>Luziola fluitans</i>
Papa vid	<i>Ipomoea triloba</i>	Helecho	<i>Marsilea mollis</i>
Oreja de ratón	<i>Chiococca alba (medicinal)</i>	Pimienta de agua	<i>Polygonum hydropiperoides</i>
Chicheques	<i>Abutilon trisulcatum</i>	Desconocido	<i>Ruellia occidentalis</i>
Margaritas/ parientes	<i>Baltimora geminata</i>	Ahuehete	<i>Taxodium mucronatum</i>
Bolontobí	<i>Cissus trifoliata</i>	Olotillo	<i>Tetramerium nervosum</i>
Pelusilla	<i>Delilia biflora</i>	Mirasol de campo	<i>Verbes inaencelioides</i>
Amate	<i>Ficus insipida</i>	Palo de agua	<i>Boerhavia diffusa (medicinal)</i>
Desconocido	<i>Randiaob cordata</i>	Lechilla	<i>Euphorbia gramínea</i>

### **Caracterización morfometría de la microcuenca Concá.**

En las ciencias de la tierra ha sido reconocida la dependencia de la morfometría y su interacción con la geología, el clima y el movimiento del agua sobre la tierra. Esta interacción es de gran complejidad y prácticamente imposible de ser concretada en modelos determinísticos, y se debe tomar como un proceso de comportamiento mixto con un fuerte componente estocástico. Las características físicas de una cuenca forman un conjunto que influye profundamente en el comportamiento hidrológico de dicha zona, tanto a nivel de las excitaciones como de las respuestas de la cuenca, tomada esta como un sistema.

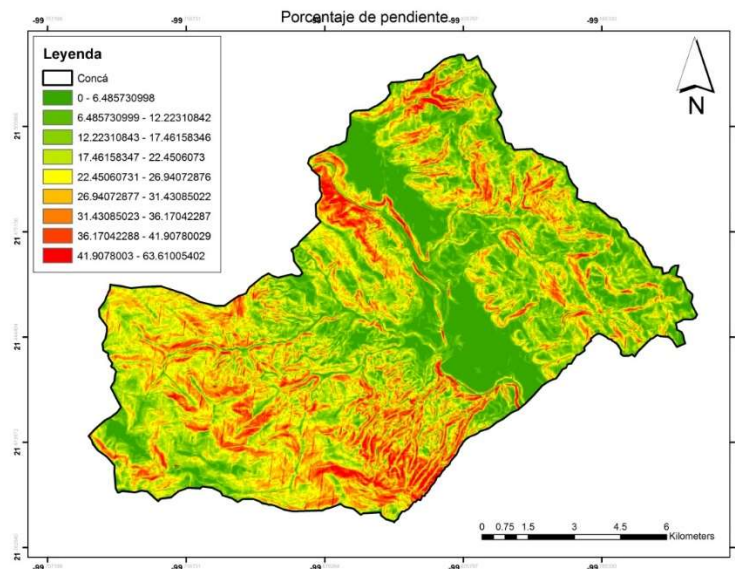
El cuadro 4 muestra los valores que se obtuvieron para poder determinar la morfometría de la microcuenca de Concá. En donde observamos por el área es una microcuenca grande, el índice de Gravelius nos indica que tiende a una forma circular, con un drenaje dendrítico, así como una pendiente media de 35.15% lo cual indica que está expuesta a una erosión fuerte ocasionada por las lluvias, sin embargo, la cobertura vegetal es muy importante para poder evitarla.



**Cuadro 4. Indicadores de geomorfología. Fuente: Plan Rector de Producción y Conservación de la micro-cuenca Concá. MAGIC. UAQ. 2015.**

INDICADOR	VALOR
Área	143.2 Km <sup>2</sup>
Perímetro	62.15 Km
Índice de Gravelius	1.46
Factor de Forma	0.823
Tipo de drenaje	Dendrítico
Densidad del drenaje	1.62
Orden de corrientes	1 a 5, total : 377=2.53
Relación de bifurcación	1.92
Pendiente media	35.15 %
Elevación más alta	2140 msnm
Altura mínima	517 msnm

En la figura 6 observamos las diferentes pendientes que existen dentro de la microcuenca, en donde alcanzamos pendientes de hasta un 63% por lo que es muy vulnerable a la erosión hídrica.



**Figura 6. Índice de pendientes de la microcuenca Concá. Elaborado por Eduardo Pérez Vives.**

Los escurrimientos en la parte alta y media de la microcuenca son nulos, debido al proceso de la meteorización química de las rocas calizas y dolomitas.

El agua se acidifica cuando se enriquece en dióxido de carbono, por ejemplo, cuando atraviesa un suelo, y reacciona con el carbonato, formando bicarbonato, que es soluble. Las aguas superficiales y subterráneas van disolviendo la roca y creando galerías y cuevas que, por hundimiento parcial, forman dolinas y, por hundimiento total, forman cañones.

Es así que los manantiales ubicados en la parte baja de la microcuenca afloran para dar vida al valle agrícola y dotar de agua a la población de la comunidad de Conca.

### **Caracterización Social.**

De acuerdo al cuadro 5 la microcuenca Conca está conformada por 15 comunidades, teniendo una población total de 3,350 habitantes, de los cuales 1,595 son hombres y 1,755 son mujeres, la localidad que concentra mayor población es Conca contando con 1,213 habitantes, existiendo 875 viviendas habitadas.

**Cuadro 5. Estadística de población microcuenca Concá. Fuente: INEGI 2010.**

<b>Localidad</b>	<b>Total de habitantes</b>	<b>Viviendas habitadas</b>	<b>Población masculina</b>	<b>Población femenina</b>
Agua Fría de los Fresnos	14	3	9	5
Concá	1213	310	565	648
El Cernal	39	6	15	24
El Crucero del Sabinito	401	100	184	217
El Jardín	193	57	91	102
El Pino	53	18	34	19
El Sabinito	119	31	54	65
La Florida	342	97	166	176
La Huastequita	11	3	7	4
Las Trancas	238	59	113	125
Mesa de Palo Blanco	310	80	143	167
Mesas de Agua Fría	196	53	97	99
San Isidro	47	13	22	25
San José del Tepame	79	17	41	38
Tierras Prietas	95	28	54	41
<b>Totales</b>	<b>3350</b>	<b>875</b>	<b>1595</b>	<b>1755</b>

### **Indicadores socioeconómicos.**

La microcuenca Conca tiene una densidad de población de 23.3 habitantes por kilómetro cuadrado, esto nos refiere que tiene muy baja densidad de población, con respecto a las zonas urbanas. Así mismo del total de las viviendas, el 96.8 % cuentan con electricidad, el 92.9% tiene excusado, 45 % tiene drenaje y el 83% cuenta con agua en la vivienda. Estos indicadores nos reflejan que los habitantes de la microcuenca tienen acceso a los principales servicios como el agua y la electricidad permitiendo llevar a cabo diferentes actividades en sus comunidades.

### **Características Educativas.**

En la microcuenca se encuentran centros de educación que abarcan el preescolar, primaria, secundaria y preparatoria; la Universidad Autónoma de Querétaro abrió dos programas académicos: Licenciado en Producción Agropecuaria Sustentable e Ingeniero Agroindustrial, ambos de educación superior y un programa de bachillerato en el 2015.

### **Servicios de salud.**

Se encuentra en la localidad de Conca una Clínica de parte de la Secretaría de Salud en donde se atienden enfermedades de primer orden, no cuenta con especialidades, así mismo en las comunidades existen casas de salud en donde cada 30 días acude un doctor para atender a la población, por lo consiguiente la única opción para la población de las comunidades es bajar hacia la localidad de Conca.

### **Sistemas productivos.**

Los sistemas productivos principales es el agrícola, pecuario, acuícola y forestal.

La agricultura de temporal se practica en las partes alta y media de la microcuenca, en donde los principales cultivos son el maíz y frijol, y depende de la precipitación pluvial. Se reporta en el cultivo d maíz un rendimiento de 600 kg/ha promedio y es de autoconsumo, con este rendimiento promedio una familia de 5 integrantes puede comer tortillas durante 8 meses.

La agricultura de riego se practica en las partes bajas de la microcuenca en específico en el valle de Conca en donde los principales cultivos son el jitomate, chile, calabacita, pepino entre otras hortalizas, así mismo se siembra en el ciclo otoño-invierno maíz, los rendimientos de cada cultivo se muestran en el cuadro número 6.

**Cuadro 6. Rendimiento de cultivos en la agricultura de riego. Fuente : Datos de campo.**

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento Ton/ha</b>
Maíz	6
Jitomate	70
Calabacita	25
Pepino	45
Chile	85

Es ahí en el Valle de Conca en donde el uso de plaguicidas es considerable, en donde los costos de éstos alcanzan los \$ 50,000.00 pesos/ha. Así mismo cuando existe un buen precio en el mercado de hortalizas llegan a tener considerables ganancias económicas. Sin embargo, los últimos tres años los productores han

estado perdiendo según información de parte de ellos mismos, debido a la presencia de plagas más agresivas, lluvias excesivas en el período de cosecha y precios bajos de las hortalizas en los mercados de abastos de la ciudad de México, San Luis Potosí y Querétaro.

### **Pecuario.**

La producción pecuaria se basa en una ganadería extensiva en donde el principal sistema es el de bovinos-carne, contando con aproximadamente 450 cabezas dentro de la microcuenca según información de la Asociación Ganadera de Arroyo Seco. Las cabezas de ganado salen a la venta con un peso promedio que oscila entre los 450 kg a los 600 kg, y en este momento en septiembre de 2017 el precio se encuentra en \$45.00 / Kg, que es un precio muy bueno, ya que durante los pasados 5 años se había desplomado hasta los \$18.00.

Son pocas las cabezas de ganado ovino, las cuales se encuentran los corrales en las viviendas, así como las cabezas de porcinos.

### **Acuícola.**

La producción acuícola ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo, su auge lo tuvo a principios del año 2000, en este momento dentro de la microcuenca se encuentra produciendo tilapia el Centro Piscícola de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro.

La pesca en el río Santa María es una actividad dentro de la población de Conca en donde encuentran tilapia principalmente. Existen algunos estanques de producción. Sin embargo, por la falta de capacitación y mercado los productores potenciales han ido abandonando esta actividad.

## **Forestal.**

En la parte alta de la microcuenca se lleva a cabo en una escala muy menor esta actividad, sin embargo, hace tres años el bosque ha sido atacado por el descortezador del pino, teniendo pérdidas considerables de su superficie.

## Capítulo III

### **Agricultura y plaguicidas en la microcuenca Concá, Querétaro.**

#### **Introducción.**

Desde inicios de la agricultura, los seres humanos manipulan el agua y las laderas en beneficio de los cultivos. Para el año 3000 a.c., los primeros intentos de regular el agua evolucionaron hacia amplios y complejos sistemas de irrigación. La irrigación fue descubierta en China, a orillas del río Amarillo, y en el creciente fértil, que a grandes rasgos corresponde a las cuencas hidrográficas de tres importantes ríos del Cercano Oriente: el Nilo, el Éufrates y el Tigris. Desde estas cuencas de origen, la irrigación se difundió rápidamente por Asia. Para el año 2500 a. C., la cultura de regadío se practicaba en el valle del Indo, y entre 500 y 1000 años después se había extendido hacia la India peninsular y Asia sudoriental. Para el año 1500 A.C., se había reinventado en el continente americano. El principal objetivo de la agricultura fue que los pueblos nómadas pudieran asentarse en un solo sitio y ahí mismo producir sus alimentos. Es así que la agricultura en México se practica desde tiempos prehispánicos con el llamado sistema milpa, en donde los indígenas sembraban maíz, frijol, calabaza y girasol. A la llegada de los españoles en la región de la Sierra Gorda de Querétaro, y que fue conquistada hasta el siglo XVII, se encontraban los indígenas de la etnia Xi'oy y Jonaces, los cuales habitaban los territorios agrestes, pero también algunos valles como de Concá. Este valle es beneficiado por el paso del río Santa María y sus múltiples manantiales, los cuales por años han utilizado para el consumo humano y para la siembra. A lo largo de los años, una vez conquistados los territorios, por los españoles, se siguió sembrando el tradicional sistema milpa, de hecho era uno de los graneros más importantes de la región de la Sierra Gorda. En el siglo XX observamos como inicia una nueva etapa en la agricultura moderna llamada la Revolución Verde, sin embargo, en el



Valle de Conca, la modernización del campo llega a finales de 1980 y principios de 1990 y consistía en cambiar el sistema milpa por la producción de hortalizas, en donde aunado a estas siembras se inició el uso de diferentes plaguicidas, sin ningún control y conocimiento de lo contraproducente que pudiera ser, es así que, como parte de la tecnificación se introducen sistemas de riego por goteo, macro-túneles, e invernaderos. En menos de 15 años utilizando diferentes plaguicidas algunos insectos como la mosquita blanca ha desarrollado resistencia a éstos, por lo cual se ha tenido la necesidad de elevar la dosis y utilizar otros plaguicidas más agresivos y potencialmente más contaminantes.

El objetivo de este capítulo es recuperar la memoria histórica de los principales sistemas productivos agrícolas dentro de la microcuenca Conca y el uso de plaguicidas en la agricultura, del valle.

### **Contexto histórico.**

Los manantiales de la comunidad de Conca, Querétaro, han jugado un papel muy importante tanto para la agricultura como para el abastecimiento de agua para uso humano, hace muchos años refieren los pobladores en donde se encuentran situados los manantiales, eran una gran laguna, en donde llegaban diferentes especies de aves, refieren en una en particular como lo son las guacamayas, así mismo existían una población importante de ranas y sapos en el lago, el agua que brotaba de los manantiales seguía su curso natural hacia el río Santa María, pasando por las casas y terrenos de siembra, con el transcurso de los años la laguna se fue secando, sin embargo los manantiales hasta la fecha del día de hoy han seguido abasteciendo de agua a la comunidad y a las siembras que se hacen en el valle agrícola. En el año 2007 se secaron dos manantiales, debido a un período de estiaje muy prolongado en donde hubo una alarma entre la población, si bien no se

ha estudiado a fondo el origen del agua, una de las versiones recogidas por los pobladores nos dicen que son filtraciones debajo de la tierra provenientes de las laderas de la microcuenca Concá, otra versión recogida es que viene desde la Sierra de San Luis Potosí vía filtraciones subterráneas, en donde la misma corriente alimenta la laguna de la Media Luna.

Después del acontecimiento del año 2007 donde se secaron dos manantiales de tres, la organización social en torno al uso y gestión del agua en Concá, recae directamente en una comisión dentro del ejido de Concá, ya que cada casa en Concá paga al mes \$40.00 pesos por el uso del agua, así mismo para poder regar con esa misma agua se tiene un calendario en donde se apunta cada agricultor y se lleva un control de distribución. El costo de riego por cada hectárea es de \$10.00 pesos, la infraestructura dentro de la población la ha realizado la presidencia municipal de Arroyo Seco y la del valle agrícola autoridades como SAGARPA y SEDEA.

La conducción de agua de los manantiales hacia el valle agrícola se deriva por medio de una acequia principal que concentra en un primer término los tres manantiales, sigue su curso en esa misma acequia 1.8 km, transcurso en el cual atraviesa la comunidad de Concá, hasta llegar al lugar conocido como “Los Puentes”, en la entrada al valle agrícola, en donde se bifurca en dos acequias, la primera sigue su curso hacia el valle y la segunda va directamente a los viveros y centro acuícola de la SEDEA. Dentro del valle agrícola se vuelve a bifurcar en dos acequias principales, una que sigue su curso hasta el Campus Concá UAQ y otra sigue el curso hacia la comunidad de las Trancas, desembocando las dos en el río Santa María. No obstante, en el transcurso desde los manantiales hasta el río Santa María existen múltiples canales de riego hechos por los productores dentro de sus terrenos para poder lograr un riego eficiente, estos canales no desembocan el río Santa María.

## **Los sistemas agrícolas.**

Un sistema de producción agrícola, por su parte, se define como el conglomerado de sistemas de unidades de producción individuales, que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones familiares similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares. Dependiendo del alcance del análisis, un sistema de producción agrícola puede englobar, ya sea unas cuantas docenas o millones de hogares.

Los principales tipos de sistemas agrícolas presentes son la agricultura de riego la cual se encuentra en la parte baja de la microcuenca y se extiende a lo largo del Río Santa María y la agricultura de temporal la cual está en la parte media y alta de la misma microcuenca.

### **Agricultura de Riego.**

La agricultura de riego se desarrolla en la parte baja de la microcuenca, en particular en el Valle agrícola de la comunidad de Conká, la fuente de abastecimiento de agua son los manantiales. Presentamos a través de investigación de campo los siguientes datos:

**Cuadro7. Cultivos principales en la agricultura de riego de la microcuenca Concá. (INEGI 2007)**

---

Cultivo de naranja
Cultivo de tomate verde
Cultivo de maíz grano
Cultivo de jitomate o tomate rojo
Cultivo de otras hortalizas (berenjena, cebolla, etc.)
Cultivo de mango
Cultivo de calabaza
Cultivo de frijol grano
Cultivo de chile

---

**Cuadro 8. Relación de los principales productores de la zona de agricultura de riego de la microcuenca Concá. Fuente: Datos de Campo 2014.**

	<b>Nombre</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Superficie Has.</b>
<b>1</b>	Salvador Morán.	Chile, jitomate, tomatillo.	10
<b>2</b>	Bruno Guevara.	Chile, jitomate.	3
<b>3</b>	Constantino Balderas.	Jitomate, chile.	4
<b>4</b>	Emilio Guevara.	Jitomate, chile, tomatillo.	5
<b>5</b>	Gabino Montes	Chile. Tomatillo.	4
<b>6</b>	Guadalupe Guevara	Jitomate, chile, tomatillo.	4
<b>7</b>	Arturo Ramírez.	Jitomate, chile, calabacita.	3.5
<b>8</b>	Feliciano Morán	Chile, jitomate.	8
<b>9</b>	Gumercindo Gómez	Jitomate	20
<b>10</b>	Roberto Benítez.	Tomatillo, chile.	3
<b>11</b>	Rafael Huerta.	Jitomate	1
<b>12</b>	Hilario Noyola.	Jitomate, chile.	2
<b>13</b>	Raymundo Tello.	Tomatillo, chile, jitomate.	1
<b>14</b>	Jhonattan Balderas.	Jitomate, chile.	8
<b>15</b>	Amado Manriquez.	Chile	1
<b>16</b>	Remigio Espinoza.	Chile, jitomate.	4
<b>17</b>	Norma Ferretiz.	Tomatillo, jitomate.	1
<b>18</b>	Bernardino López.	Chile, jitomate.	2
<b>19</b>	Miguel Cervantes.	Jitomate, chile, calabacita.	26
<b>20</b>	Aniceto Gómez.	Calabacita.	1
<b>TOTAL</b>			<b>128.5</b>

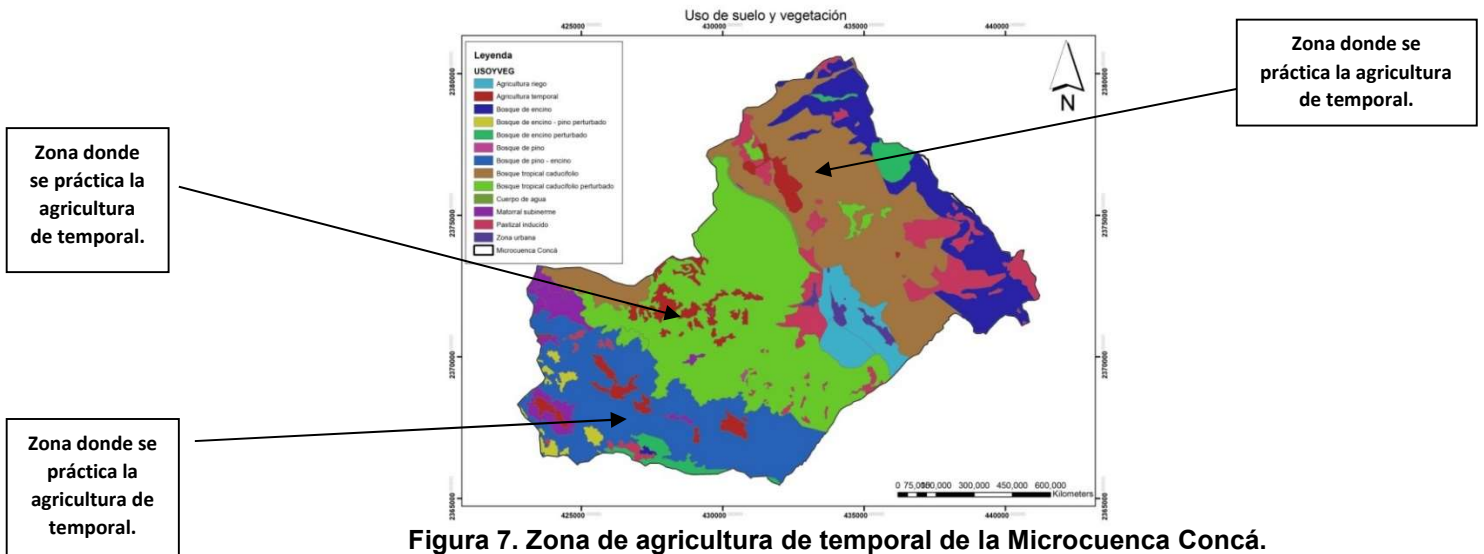
En el anterior cuadro se encuentran los productores que cultivan la mayor parte de la superficie del valle agrícola, en donde podemos notar que Gumercindo Gómez es el que más cultiva con 20 hectáreas y tenemos tres productores que siembran solamente 1 hectárea, el total de la superficie cultivada por 20 productores es de 128.5 hectáreas, los cuales utilizan en todos sus ciclos diferentes plaguicidas para el logro de su cosecha.

Utilizan diferentes tipos de riego en sus parcelas, canales recubiertos, canales de tierra que son los que se encuentran más presentes en el valle, aspersión cuando son forrajes, microaspersión y el más utilizado en las hortalizas el sistema de goteo.

La agricultura de riego en la microcuenca se abastece del manantial “Concá” y del “río Santa María”, sin embargo, es preocupante que los plaguicidas utilizados, como lo describiremos más adelante no exista ningún control y que los residuos de los mismos vayan directamente al río Santa María.

### **Agricultura de temporal.**

La agricultura de temporal es aquella que su fuente de agua proviene de la lluvia acompañados de algunos fenómenos naturales como pueden ser tormentas y huracanes. En la microcuenca Concá la temporada de lluvias entre los años de 1960-1985 empezaban a partir del mes de mayo, en lo particular el día 15 de mayo con la festividad de San Isidro Labrador. Posteriormente la temporada de lluvias empezó a recorrerse hasta finales del mes de Junio y principios del mes de Julio, la microcuenca ha tenido últimamente al menos en una década dos fenómenos naturales que han afectado, el huracán “Dean” en el año 2008 y el huracán “Manuel” en 2012.



**Figura 7. Zona de agricultura de temporal de la Microcuenca Concá.**

Uno de los sistemas más antiguos que recuerdan los habitantes de la microcuenca es este sistema de temporal, en específico como lo comentamos antes el sistema asociado entre el maíz y frijol llamado “milpa”, era el predominante por muchos años. Sin embargo, derivado del “Diagnóstico de producción de alimentos en el municipio de Arroyo Seco” por Juan Fernando Rocha Mier dentro del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en materia agrícola, pecuaria, acuícola y forestal, se observa que la siembra del maíz y frijol han disminuido en un 40% derivado de dos situaciones : el cambio climático en donde en menos de una década hemos tenido años muy secos o años con exceso de lluvia que han causado la pérdida de las cosechas y el envío de remesas, de que se han incrementado por los migrantes radicados en Estados Unidos por lo que los habitantes de la microcuenca prefieren adquirir el maíz y frijol en los almacenes o tiendas de su comunidad. Esta situación es preocupante derivado a que tenemos una dependencia alimentaria fuerte de situaciones climáticas y económicas.

## **Plaguicidas y el caso Concá.**

El término "plaguicida" es una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas.

Un factor decisivo de la "revolución verde" ha sido el desarrollo y aplicación de plaguicidas para combatir una gran variedad de plagas de insectos y plantas herbáceas que, de lo contrario, disminuirían el volumen y calidad de la producción alimentaria.

El uso de plaguicidas coincide con la "era química", que ha transformado la sociedad desde el decenio de 1950. En lugares donde se practica el monocultivo intensivo, los plaguicidas constituyen el método habitual de lucha contra las plagas. Por desgracia, los beneficios aportados por la química han ido acompañados de una serie de perjuicios, algunos de ellos tan graves que ahora representan una amenaza para la supervivencia humana a largo plazo de importantes ecosistemas, como consecuencia de la perturbación de las relaciones depredador-presa y la pérdida de biodiversidad. Además, los plaguicidas tienen importantes consecuencias en la salud humana.

Si bien el uso de productos químicos en la agricultura se reduce a un número limitado de compuestos, la agricultura es una de las pocas actividades donde se descargan deliberadamente al ambiente productos químicos para acabar con algunas formas de vida.



El uso agrícola de plaguicidas es un subconjunto del espectro más amplio de productos químicos industriales utilizados en la sociedad moderna. Según la base de datos de la American Chemical Society, en 1993 se habían identificado más de 13 millones de productos químicos, a los que se sumaban cada año unos 500 000 nuevos compuestos. Por ejemplo, en los Grandes Lagos de América del Norte, la International Joint Commission ha estimado que hay más de 200 productos químicos que pueden provocar problemas en el agua y en los sedimentos del ecosistema. En la carga ambiental de productos químicos tóxicos figuran compuestos tanto agrícolas como no agrícolas, es ó hace difícil separar los efectos ecológicos y sanitarios de los plaguicidas y los debidos a compuestos industriales que de forma intencionada o accidental se liberan al ambiente. No obstante, hay pruebas abrumadoras de que el uso agrícola de los plaguicidas tiene importantes efectos en la calidad del agua y provoca serias consecuencias ambientales.

A continuación, en el cuadro 9 observamos la cronología del uso de los plaguicidas en donde nos situamos en el tiempo y observamos que los productos utilizados han ido evolucionando, no encontrando un compuesto capaz de aniquilar las plagas, y a lo cual nos dice que hemos sido dependientes por más de 200 años.

**CUADRO 9. Cronología del desarrollo de los plaguicidas (Stephenson y Solomon, 1993).**

<b>Período</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Fuente</b>	<b>Características</b>
1800-1920	Primeros plaguicidas orgánicos, nitrofenoles, clorofenoles, creosota, naftaleno, aceites de petróleo	Química orgánica, productos derivados de la elaboración de gas de carbón, etc.	Con frecuencia, carecen de especificidad y eran tóxicos para el usuario o para organismos que no eran los destinatarios
1945-1955	Productos orgánicos clorados, DDT, HCCH, ciclodien. clorados	Síntesis orgánica	Persistentes, buena selectividad, buenas propiedades agrícolas, buenos resultados en materia de salud pública, resistencia, efectos ecológicos nocivos
1945-1970	Inhibidores de la colinesterasa, compuestos organofosforados, carbamatos	Síntesis orgánica, buena utilización de las relaciones estructura-actividad	Menor persistencia, cierta toxicidad para el usuario, algunos problemas ambientales
1970-85	Piretroides sintéticos, avermectinas, imitaciones de las hormonas juveniles, plaguicidas biológicos	Perfeccionamiento de las relaciones estructura-actividad, nuevos sistemas de selección de objetivos	Cierta falta de selectividad, resistencia, costos y persistencia variable
1985- a la fecha.	Organismos obtenidos por la ingeniería genética	Transferencia de genes para plaguicidas biológicos a otros organismos y a plantas y animales beneficiosos. Alteración genética de las plantas para que resistan mejor a los efectos no deseados de los plaguicidas	Posibles problemas con mutaciones y fugas, perturbación de la ecología microbiológica, monopolio de los productos

## **Uso de plaguicidas en México.**

En México existen 2 mil 300 sustancias de agroquímicos registradas y utilizadas en el campo, de los cuales el 90% son sintéticos y el 10% son bio-plaguicidas. El 20% de éstos tiene alguna prohibición en el mercado de destino porque afectan a los alimentos y al ambiente, en especial a los cuerpos de agua. (Instituto Nacional de Ecología 2007).

México es un participante activo en los acuerdos Internacionales relacionados con sustancias tóxicas. Es firmante del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y del Convenio de Rotterdam; y está en proceso de ratificar el Convenio de Estocolmo. Al presente, el cumplimiento cabal de los acuerdos no representa un problema para nuestro país, pero creemos que la política agrícola como se presenta hoy en día es un obstáculo para disminuir o eliminar el uso de los nuevos plaguicidas que están por añadirse a la Lista de Estocolmo (Instituto Nacional de Ecología 2007).

La estrategia política en México relacionada con el uso de plaguicidas consiste en prohibir el uso de los compuestos más dañinos y para el resto, exigir información relativa a su toxicidad. A pesar de que se han prohibido los doce plaguicidas más dañinos, México no ha avanzado mucho en este sentido; algunos plaguicidas prohibidos en otros países aún se autorizan en nuestro país: el paraquat, lindano, paratión, malatión y endosulfán (Instituto Nacional de Ecología 2007).

## **Caso en Concá.**

Los agroquímicos utilizados en el valle agrícola provienen principalmente de dos casas comerciales Rioverde agrícola y Agroquímicos Tecozautla; los productores les han comprado por más de 15 años a la primera y la segunda, lleva

5 años. Solamente Agroquímicos Tecozautla tiene una sucursal en el pueblo de Conca, no siendo así Agrícola Rioverde que su casa matriz se encuentra en la ciudad del mismo nombre. Además de proveer agroquímicos, venden semillas, acolchados, sistemas de riego, refacciones agrícolas para tractor entre otras herramientas que son utilizadas en el campo.

Los productores tienen una línea de crédito abierta durante el ciclo del cultivo, en donde se les va apuntando sus compras y al final del cultivo o cuando empiezan las primeras cosechas es cuando pagan a las casas comercializadoras.

A continuación, en la el cuadro 10 se muestran los agroquímicos que son más utilizados en los cultivos del valle agrícola, esta información fue obtenida vía entrevista abierta con los productores Guadalupe Guevara, Emilio Guevara y Bruno Guevara; que por más de 15 años han venido sembrando hortalizas. Ellos comentan sobre la situación tan difícil que se ha vuelto la agricultura y es en donde si se tiene un año seco se batalla más con insectos y si se tiene un año húmedo los problemas son más fuertes con hongos, es por eso que de una u otra forma siempre se ha tenido que aplicar los agroquímicos en las siembras.

Los productores no han conocido los productos orgánicos, ellos comentan que a través del Grupo Ecológico Sierra Gorda se han tenido algunas reuniones al respecto. Sin embargo, no ha sido de interés de los demás productores, una de las razones más fuertes es que no conocen que pueda pasar si dejan de utilizar los agroquímicos que hasta ahora se han venido utilizando y de una u otra manera han podido sacar sus cosechas adelante.

El Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Querétaro, no capacita a los productores, ellos también tienen un programa para adquirir productos químicos a bajo costo. Principalmente se encargan de las fumigaciones de huertas de mango y naranja.

**Cuadro 10. Relación de los principales plaguicidas utilizados en el Valle de Conca (Rocha 2015) y sus efectos tóxicos. (INE,2007).**

<b>Nombre común de plaguicida.</b>	<b>Efectos tóxicos.</b>
<b>Bifentrina.</b>	<p>Bifentrina es un insecticida piretroide usado principalmente contra la hormiga roja de fuego importada, influyendo en su sistema nervioso. Tiene una alta toxicidad para los organismos acuáticos. A pesar de que está catalogado como el uso de químicos restringidos en los Estados Unidos, se le permite ser vendido para el uso diario, siempre que el producto vendido tiene una baja concentración de bifentrina. La química ha sido descubierto y desarrollado por FMC Corporation. Productos containg Bifentrin incluyen Talstar, Maxxthor, Capture, Brigada, Bifenthrine, Ortho Home Defense Max, Bifen IT, Bifen L/P, Torant, Zipak, Scotts LawnPro Paso 3, FMC 54800 y OMS3024.</p>
<b>Captan.</b>	<p>En la atmósfera está presente predominantemente en la fase particulada, la cual es eliminada al depositarse con la lluvia y el polvo. En el suelo se espera que su movilidad varíe de moderada a alta; sin embargo, algunos estudios de campo han mostrado que el Captan se moviliza ligeramente o permanece relativamente inmóvil. Este plaguicida se hidroliza fácilmente bajo condiciones ambientales de pH, con una vida media de 18.8 horas, 4.9 horas y 8.3 minutos a pH de 5, 7 y 9 respectivamente, generando 4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida, dióxido de carbono, ácido clorhídrico y azufre como sus principales productos de degradación. La adsorción a sólidos suspendidos y sedimentos en los cuerpos de agua y la volatilización no son destinos ambientales importantes para este plaguicida. Tiene un potencial moderado de bioconcentración en organismos acuáticos. Su toxicidad varía de alta a extremadamente alta para peces, de moderada a prácticamente nula para crustáceos y de ligera a moderada para moluscos. Es moderadamente tóxico para anfibios, insectos y zooplancton, pero prácticamente no es tóxico para aves y abejas.</p>
<b>Acetamiprid.</b>	<p>En la atmósfera puede encontrarse en la fase de vapor o en fase particulada. La primera es eliminada por reacciones con radicales hidroxilo, la segunda por precipitación con el polvo o la lluvia y ambas por fotólisis directa. El Acetamiprid en suelo y agua prácticamente no se volatiliza; sin embargo, sufre una rápida degradación biológica en condiciones aerobias (vida media entre &lt; 1 y 8.2 días), por lo cual no se considera un compuesto persistente. Su movilidad en suelos y sedimentos varía de moderada a alta; no obstante, su lixiviación no ha resultado significativa ya que es rápidamente biodegradado. La hidrólisis, la fotólisis en agua y la acumulación en sedimentos no constituyen destinos ambientales importantes para este plaguicida. Su potencial de bioacumulación es bajo. Es moderadamente tóxico para aves, peces, crustáceos (Daphnias) y abejas. Sin embargo, bajo las condiciones de aplicación recomendadas, y debido a su rápida biodegradación, se considera un riesgo agudo mínimo para plantas, mamíferos, aves, invertebrados y la vida silvestre en general</p>

<b>Nombre común de plaguicida.</b>	<b>Efectos tóxicos.</b>
<b>Previcur.</b>	Es ligeramente tóxico para peces y bacterias, pero prácticamente no es tóxico para el zooplancton, aves y abejas. No afecta el proceso de fijación de nitrógeno en el suelo.
<b>Azufre elemental.</b>	Su toxicidad varía de alta a prácticamente nula para el zooplancton y de ligera a prácticamente nula en peces. Prácticamente no tóxico para aves y anfibios.
<b>Abamectina.</b>	Estudios en laboratorio han mostrado que no es tóxico para aves (efectos letales y reproductivos). Su toxicidad varía de alta a extremadamente alta para peces e invertebrados acuáticos (Daphnias, camarones, ostras y cangrejos). Es altamente tóxico para abejas y otros insectos.
<b>Oxitetracilina</b>	No existe riesgos.
<b>Clorotalonil.</b>	Es altamente tóxico para anfibios y moderadamente tóxico para insectos, pero prácticamente no es tóxico para aves. Su toxicidad varía de alta a extremadamente alta para crustáceos y peces, de ligera a alta para el zooplancton y de ligera a moderada para moluscos. El Clorotalonil no es tóxico para abejas.
<b>Permetrina.</b>	Es altamente tóxico para artrópodos acuáticos (insectos, crustáceos y zooplancton), larvas de anfibios y peces. Cuando se aplica a dosis elevadas puede afectar el tamaño de las poblaciones silvestres de estos organismos, pero sus efectos son temporales y reversibles. En los sedimentos puede perjudicar a las poblaciones de organismos bentónicos que se entierran, pero estos efectos también son temporales. Por lo anterior, debe ponerse especial atención en evitar la contaminación de los ecosistemas acuáticos con este plaguicida considerando a su potencial vulnerabilidad. Las algas, moluscos, anélidos, nemátodos y gusanos planos son menos susceptibles a este plaguicida. Varios estudios muestran que es extremadamente tóxico para las abejas, sobre todo para aquéllas que se exponen directamente al momento de la aplicación o un día después. Algunos casos de mortandades de abejas han sido registrados; sin embargo, éstos suelen ser menos adversos a lo esperado debido a la acción repelente de la Permetrina. A pesar de las evidencias de su elevada toxicidad, este plaguicida no se considera un riesgo importante para la vida silvestre ya que se adsorbe y degrada rápidamente; hasta ahora no se han registrado problemas importantes por su uso comercial, aún después de su aplicación aérea. Prácticamente no es tóxico para aves, ni produce daños reproductivos en gallinas. No es fitotóxico para la mayoría de los cultivos bajo condiciones de uso recomendados; sin embargo, ciertos daños en plantas ornamentales han sido observados. En general sus productos de degradación son menos tóxicos que la propia Permetrina.

Nombre común de plaguicida.	Efectos tóxicos.
<b>Oxamil.</b>	Es extremadamente tóxico para abejas y aves. En las aves puede producir efectos reproductivos importantes como la disminución en la producción de huevos y la reducción de la fertilidad de los mismos. En peces su toxicidad varía de ligera a moderada, mientras que en crustáceos y zooplancton varía de ligera a alta. No se considera un compuesto fitotóxico bajo condiciones de uso recomendado; sin embargo, puede producir daños en algunas variedades de fresa. Es tóxico para las lombrices de tierra.
<b>Folpet.</b>	Es altamente tóxico para anfibios y ligeramente tóxico para aves, abejas y molusco, pero prácticamente no es tóxico para las plantas. Su toxicidad varía de moderada a extrema en peces y de moderada a alta en crustáceos y en el zooplancton.
<b>Mancozeb.</b>	Su toxicidad varía de moderada a alta para peces, anfibios y otros organismos acuáticos y de alta a prácticamente nula para el zooplancton. Es ligeramente tóxico para aves, pero no es tóxico para abejas y plantas.
<b>Metomilo.</b>	Es altamente tóxico para aves. En ellas se han descrito los siguientes síntomas de intoxicación: lagrimeo, salivación, letargo, reacciones lentas a los estímulos externos, pérdida de coordinación, debilidad en patas y alas, desórdenes respiratorios y convulsiones. En algunas especies estos síntomas pueden ser transitorios, dependiendo de la dosis, y los animales se recuperan en poco tiempo. En el campo no se han registrado casos de mortandades de aves, ni efectos en su reproducción después de la aplicación de este plaguicida, pero sus formulaciones en gránulos pueden constituir un riesgo de envenenamiento para los pájaros pequeños. En organismos acuáticos su toxicidad es variable: en anfibios es ligera, en moluscos de ligera a alta, en peces (marinos y de agua dulce) de moderada a alta, en crustáceos de moderada a extremadamente alta y en zooplancton de alta a extremadamente alta (con una especial susceptibilidad en el caso de las Daphnias). Su toxicidad para insectos varía de alta a extremadamente alta, las abejas son sensibles a este compuesto tanto por contacto directo como por ingestión. Un estudio realizado con venado bura mostró que el Metomilo es tóxico para esta especie, produciendo los siguientes síntomas de envenenamiento: mareo, salivación, diarrea y temblores. No obstante, estudios en campo no han mostrado efectos significativos de este plaguicida sobre los mamíferos silvestres, por ello no se considera un peligro para la fauna bajo condiciones de uso recomendado. Prácticamente no es tóxico para algas, ni afecta a los microorganismos del suelo, pero si puede afectar el tamaño las poblaciones y la producción de biomasa en algunas especies de lombrices de tierra.

Nombre común de plaguicida.	Efectos tóxicos.
<b>Oxicloruro de cobre.</b>	Es extremadamente tóxico para el zooplancton y altamente tóxico para anélidos. Su toxicidad varía de ligera a alta en peces.
<b>Endosulfán.</b>	Es extremadamente tóxico para peces e invertebrados acuáticos: Varios casos de mortandades de estos organismos han sido registrados como consecuencia de la liberación directa de Endosulfán en el agua, pero no de su aplicación en campo. En organismos bentónicos produce pérdida del equilibrio, inmovilidad e inhibe su comportamiento normal de enterrarse. Asimismo, en moluscos retrasa el inicio y afecta la duración del periodo de desove. La toxicidad en los peces depende de la temperatura (mayor en aguas frías), es proporcional al tamaño y peso de los organismos y produce efectos como cambios histopatológicos en varios órganos, alteraciones bioquímicas y fisiológicas. Es ligera a moderadamente tóxico para las abejas, pero relativamente inofensivo para avispa parásitas, escarabajos y ácaros. Estudios en laboratorio muestran una toxicidad de alta a moderada de este plaguicida en aves, con efectos que incluyen: alteraciones en la postura, caídas, temblores y muerte; sin embargo, no se han observado envenenamientos en las poblaciones de pájaros tras su aplicación en campo. Afecta la fotosíntesis en algas y otras plantas acuáticas. Varios efectos fitotóxicos (inhibición de germinación y crecimiento, necrosis en hojas, clorosis, daños en los granos de polen y disminución de la productividad, entre otros) han sido observados en cultivos comerciales a concentraciones elevadas de este plaguicida. Es tóxico para una gran variedad de microorganismos, en los cuales disminuye el número y viabilidad de las esporas, el crecimiento y la productividad. Algunas bacterias y hongos pueden metabolizar al Endosulfán, pero los metabolitos generados afectan su crecimiento. No se han observado efectos a largo plazo con la aplicación de este plaguicida en campo bajo condiciones de uso recomendado. El isómero $\alpha$ es más tóxico que el $\beta$ y ambos son más tóxicos que el producto grado técnico.
<b>Aplaud.</b>	Es un plaguicida específico que afecta a coleópteros (escarabajos y catarinas), hemípteros (chinchas), homópteros (pulgones) y ácaros. En estos grupos inhibe la muda en larvas y ninfas y suprime la oviposición en adultos. Además, los organismos tratados con este compuesto ponen huevos estériles. En insectos benéficos (abejas) y predadores (avispa), así como en arañas, anfibios, aves, invertebrados y plantas acuáticas prácticamente no produce efectos adversos. Es ligeramente tóxico para peces y mamíferos.
<b>Pyraclostrobin.</b>	Es altamente tóxico para invertebrados acuáticos y ligeramente tóxico para abejas y aves. Prácticamente no es tóxico para peces.
<b>Boscalid.</b>	Es moderadamente tóxico para organismos acuáticos. Prácticamente no es tóxico para mamíferos y aves; sin embargo, en estas últimas la exposición crónica puede representar un riesgo significativo.



<b>Nombre común de plaguicida.</b>	<b>Efectos tóxicos.</b>
<b>Sulfato de cobre.</b>	Es extremadamente tóxico para moluscos y nemátodos, es altamente tóxico para anfibios, abejas y la mayoría de las plantas, es ligeramente tóxico para zooplancton y prácticamente no tóxico para aves. Su toxicidad varía de moderada a alta para peces y de ligera a alta para crustáceos.
<b>Bacillus subtilis.</b>	Estudios en laboratorios muestran que este microorganismo no produce efectos adversos en organismos que no son blanco de su acción, con la posible excepción de las abejas. No es considerado un patógeno para animales, plantas y humanos; sin embargo, puede contaminar los alimentos, pero raramente causa intoxicación alimenticia. Esta bacteria coloniza el sistema radicular de las plantas en desarrollo y compete por nutrientes con ciertos hongos y bacterias que les causan enfermedades. Produce una gran variedad de compuestos antibacteriales y antimicóticos.
<b>Diclorvos.</b>	Es extremadamente tóxico para insectos acuáticos y crustáceos. A bajas concentraciones (0.05 mg/L) afecta a varias especies de estos grupos, particularmente a las de agua dulce que pueden ser 3 veces más susceptibles que otros animales acuáticos. En los peces puede ocasionar daños importantes, tales como disminución de la tasa respiratoria y de la actividad enzimática, alteraciones hematológicas y muerte. Este plaguicida representa un peligro cuando se aplica directamente al agua para el control de parásitos en granjas piscícolas de cultivo intensivo. Estudios en laboratorio han mostrado daños agudos severos en aves incluyendo: salivación, lagrimeo, hemorragias, temblores, convulsiones y muerte; no obstante, las aves que logran sobrevivir se recuperan en un corto período de tiempo. Es altamente tóxico para abejas. Sus efectos sobre microorganismos (bacterias, hongos, algas y plancton) son complejos, en algunas especies inhibe el crecimiento y el metabolismo oxidativo endógeno, pero en otras no produce ningún efecto o incluso estimula su actividad. No afecta a los microorganismos que degradan la materia orgánica en plantas de tratamiento de agua. En general las plantas toleran bien este plaguicida, excepto los cultivos de pepino, rosas y algunas especies de crisantemos. La toxicidad del Diclorvos aumenta de 5 a 150 veces por exposición a la luz ultravioleta y se modifica por cambios en la dureza del agua y pH del medio. Sus efectos a largo plazo son considerados poco importantes debido a su baja persistencia en el ambiente.
<b>Azoxistrobin.</b>	Es extremadamente tóxico para zooplancton, pero prácticamente no es tóxico para aves y abejas. Su toxicidad varía de ligera a alta para peces.
<b>Pyriproxifen.</b>	Su toxicidad en peces varía de moderada a alta. Es extremadamente tóxico para el zooplancton.

Nombre común de plaguicida.	Efectos tóxicos.
<b>Procure 480 sc.</b>	Su toxicidad en peces varía de moderada a alta. Es extremadamente tóxico para el zooplancton.
<b>Paraquat.</b>	Su toxicidad para diferentes organismos es la siguiente: moderada en aves, ligera a moderada en moluscos y zooplancton, ligera en crustáceos, prácticamente nula a moderada en peces y prácticamente nula a ligera en anfibios e insectos. No es tóxico para abejas. A altas concentraciones puede inhibir la fotosíntesis en algunas especies de algas. Bajo condiciones de uso recomendado no constituye un riesgo para la vida silvestre. Existen algunas evidencias limitadas de que este plaguicida produce cáncer en algunas especies de animales de laboratorio. Al contacto directo puede destruir los tejidos verdes en las plantas. Los productos de su degradación son menos tóxicos que el propio Paraquat.
<b>Metam potasio.</b>	Su toxicidad en peces varía de alta a prácticamente nula. Es altamente tóxico para algas y moderadamente tóxico para bacterias, crustáceos y zooplancton. El Metam potasio es considerado un compuesto que afecta el desarrollo de animales de laboratorio.
<b>Estreptomicina.</b>	No es tóxico.
<b>Hidroxido cúprico.</b>	Su toxicidad varía de moderada a alta para moluscos. No presenta toxicidad aguda para crustáceos.
<b>Paratión metílico.</b>	Este plaguicida muestra una toxicidad distinta para varios grupos de organismos: en crustáceos e insectos varía de alta a extremadamente alta, en peces y zooplancton de ligera a extremadamente alta, en anfibios y moluscos de ligera a moderada y en anélidos de moderada a alta. Es ligeramente tóxico para plantas acuáticas y moderadamente tóxico para aves, nemátodos y gusanos planos. En suelos tratados favorece la producción de biomasa y la actividad reproductiva de los microorganismos (sobre todo de bacterias y actinomicetos), ya que utilizan este compuesto como fuente de alimento; sin embargo, en aguas contaminadas puede reducir el crecimiento de las algas, aunque algunas especies pueden generar resistencia después de varias semanas de exposición. Los efectos de este plaguicida sobre las poblaciones de animales son poco probables en el campo; sin embargo, pueden presentarse cuando se aplica a concentraciones elevadas. Las abejas son especialmente sensibles al Paratión metílico; mortandades de estos insectos han sido registradas incluso bajo dosis recomendadas.

Nombre común de plaguicida.	Efectos tóxicos.
<b>Malation.</b>	Este compuesto muestra una toxicidad cambiante en diferentes grupos de organismos: en zooplancton y moluscos varía desde prácticamente nula hasta extremadamente alta, en peces y crustáceos de ligera a extremadamente alta, en anélidos, nemátodos y gusanos planos de ligera a moderada, en anfibios e insectos de moderada a extremadamente alta y en ganado (vacas y borregos) de moderada a alta. Es ligeramente tóxico para equinodermos, moderadamente tóxico para aves y altamente tóxico para abejas y organismos de comunidades bentónicas marinas. En embriones de peces expuestos a este plaguicida se han observado malformaciones del esqueleto (curvatura lateral de la espina dorsal), disminución de su supervivencia y anomalías en el sistema circulatorio y en el desarrollo de los ojos. Asimismo, en ostras puede disminuir su crecimiento. El Malatión es considerado un potencial disruptor endocrino que puede afectar a la glándula tiroidea y el desarrollo de oocitos en peces.
<b>Clorpirifosetil.</b>	El Clorpirifosetil constituye un grave riesgo para la vida silvestre. Es extremadamente tóxico para peces, invertebrados acuáticos, organismos marinos y estuarinos (camarones y cangrejos). En la descendencia de animales expuestos produce malformaciones y disminución de la sobrevivencia, crecimiento, reproducción y producción de biomasa. Las poblaciones de larvas de artrópodos y moluscos son especialmente afectadas. En las aves la severidad de sus efectos tóxicos varía de moderada a extremadamente alta. En varias especies de pájaros que han descrito efectos adversos tales como: diarrea, letargo, debilidad en las alas, descoordinación muscular, temblores, parálisis, falta de alimentación, pérdida de peso en crías y adultos, disminución del número y peso de los huevos, reducción de la sobrevivencia de la descendencia y adelgazamiento del cascarón. En ecosistemas acuáticos reduce la diversidad y abundancia de especies. Es tóxico para abejas y algunas especies de plantas como la lechuga. La toxicidad de este compuesto se incrementa al aumentar la temperatura. Las especies pequeñas son más susceptibles a este plaguicida.

Como se puede observar, son muchos los agroquímicos utilizados y sus efectos tóxicos de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología pueden tener muchas repercusiones. Además de investigar los productos utilizados nos dimos a la tarea de calcular cuántos kilogramos de agroquímicos son aplicados por hectárea, la metodología utilizada para este cálculo fue el tomar la lectura de cada uno de los envases y de acuerdo con su peso indicado se fue sumando, el productor Guadalupe Guevara comenta que se gasta entre \$50,000.00 a \$70,000.00 pesos en la compra de éstos. A continuación, en el cuadro 11 se muestra el resultado de kilogramos por hectárea.

**Cuadro 11. Consumo promedio anual de plaguicidas en cultivos más comunes en Conká.**

<b>Cultivo</b>	<b>Superficie Ha.</b>	<b>Consumo plaguicida Ha.</b>	<b>Total kg.</b>
Jitomate.	70	35 kg	<b>2450</b>
Chile.	50	34 kg	<b>1700</b>
Calabacita.	70	17 kg	<b>1190</b>
Tomate verde.	45	28 kg	<b>1260</b>

**TOTAL 6,600.00 kg**

Podemos observar que cada año se utilizan más de 6 toneladas de plaguicidas en 235 ha por año, teniendo un promedio de 28 kg/ha, Endréu (2011) señala que la cantidad de plaguicidas que se emplea en Costa Rica es de 51.2 kg/ha cultivable, país de mayor consumo de estos agroquímicos, en Colombia y Ecuador son 16.7 kg/ha y 6.0 kg/ha, respectivamente.

La situación es preocupante en el Valle de Conká, una vez que no se utiliza el equipo apropiado en la aplicación de los plaguicidas: guantes, overol, lentes de protección, mascarilla; observamos la carencia total de este equipo, en donde hasta este momento no se ha reportado por parte de la Secretaría de Salud algún tipo de cáncer en la piel o alguna consecuencia posterior en la salud de los peones. Sin embargo, las personas que aplican este tipo de plaguicidas no son de la comunidad de Conká, pertenecen a la etnia Pame, y son trabajadores temporales, su lugar de origen está en el estado vecino de San Luis Potosí, en particular en el municipio de Lagunillas.

## **Posibles impactos en la microcuenca Concá.**

Debido a su alta toxicidad de algunos productos que se usan en la agricultura en Concá, sus efectos tóxicos pueden ser muy graves afectando en un primer plano a las aves, con mareos, temblores, abortos entre otros. Así mismo la vida acuática se ve amenazada ya que al igual que las aves los efectos pueden llegar a perturbar estos organismos tanto vertebrados como invertebrados y también a la salud del ser humano.

Los impactos potenciales se pueden catalogar en ambientales, económicos y la salud; a continuación, se describen cada uno de ellos:

**Ambiental:** este impacto es el más importante, ya que el agua que corre por el valle agrícola desemboca al Río Santa María que alberga diferentes tipos de vida acuática, al seguir su curso aguas abajo, pasa por varias comunidades, entre ellas Salitrillo, La Maroma, El Coyote y el paraje turístico Las Adjuntas. Al ir desapareciendo la vida acuática los ecosistemas tienden a colapsar y poco a poco van a ir desapareciendo, teniendo repercusiones graves en la economía local y su ambiente.

**Económico:** este impacto está ligado al anterior, ya que muchas familias se dedican a la actividad de cría de peces y utilizan el agua del Río Santa María para llenar sus estanques en donde se encuentran sus crías, al tener una agua de mala calidad con residuos de agroquímicos, las explotaciones pesqueras pueden ser afectadas, los últimos 5 años se han establecido diferentes empresas familiares que proveen de servicios turísticos a la población, con diferentes formas de alojamiento desde cabañas al margen del río hasta zonas de acampar, el atractivo principal del turismo es el Río Santa María.

**Salud:** El agua que proviene del valle agrícola, es utilizada para dar de beber a los animales, también se utiliza para lavar ropa y otros usos, ya que muchas de ellas todavía no tienen acceso al agua potable. En el río la gente acostumbra a

bañarse de uso diario, estas prácticas se repiten a lo largo de las comunidades aguas abajo en donde se pueden presentar enfermedades de la piel u otras más peligrosas.

## **CONCLUSIONES**

La agricultura y los plaguicidas en la microcuenca Concá, han venido desarrollándose en los últimos 15 años, en donde a través del tiempo se ha ido utilizando los plaguicidas para exterminar a los insectos y enfermedades de las plantas que cultivan.

Observamos que no existe en la región ningún organismo que regule las aplicaciones de los plaguicidas en exceso. Por “usos y costumbres” las personas no tienen ninguna protección al aplicar los plaguicidas, falta mucho conocimiento de los impactos negativos que pueden producir los plaguicidas al medio ambiente, a la economía y la salud de los seres humanos.

Los agricultores no son conscientes en su mayoría de las nuevas tecnologías que existen para producir amigablemente con el medio ambiente, siguen confiando en las casas comerciales que les venden sus productos, ya que son las únicas que les han dado un crédito líquido por años. Se debe romper este ciclo, mediante la capacitación e ir ganando la confianza de los productores para intentar nuevas tecnologías que no deterioren el medio ambiente, su salud y la economía de la microcuenca, y las aguas abajo de la misma.

## **Capítulo IV**

### **Prospección de agroquímicos, en el valle de Concá.**

#### **Introducción.**

Debido al problema descrito en el capítulo III, se decidió llevar a cabo una prospección de los plaguicidas para rastrear las moléculas tanto en agua como en sedimentos en la zona de agricultura de riego de la microcuenca y otras zonas de influencia, para cuantificar los impactos que pudiesen tener a corto, mediano y largo plazo dicha contaminación; nos enfocamos en la parte baja de la microcuenca ya que se utilizan de una forma constante los productos químicos y en donde se pueden tener hasta tres ciclos agrícolas al año, siendo lo común dos ciclos anuales.

Se tomó la decisión de en una primera prospección muestrear sobre el Río Santa María a la entrada de la microcuenca Concá, para observar si existe algunas moléculas de plaguicidas, ya que se registra una actividad importante agrícola en la parte baja de la microcuenca de Río Carrizal, la cual colinda con la microcuenca Concá. Se determinaron otros puntos importantes para una segunda prospección muestrear tanto en el río como en las acequias que pasan por el valle agrícola de Concá incluyendo los manantiales de esa localidad.

#### **Metodología de las prospecciones.**

Se analizó en primer término el uso de los plaguicidas en la microcuenca Concá, en la parte alta y media donde se practica la agricultura de temporal en superficies limitadas. Además, los cultivos que se siembran son maíz y frijol en su gran mayoría teniendo un uso muy limitada de plaguicidas, por ello se descartaron los puntos de muestreo en la parte alta y media. Sin embargo, se observó una actividad importante en la parte baja de la microcuenca, en donde la siembra de hortalizas ha llevado a la utilización de forma continua e intensa de los plaguicidas,

se determinó realizar una exploración de moléculas en agua y sedimentos tanto en el río como en las acequias.

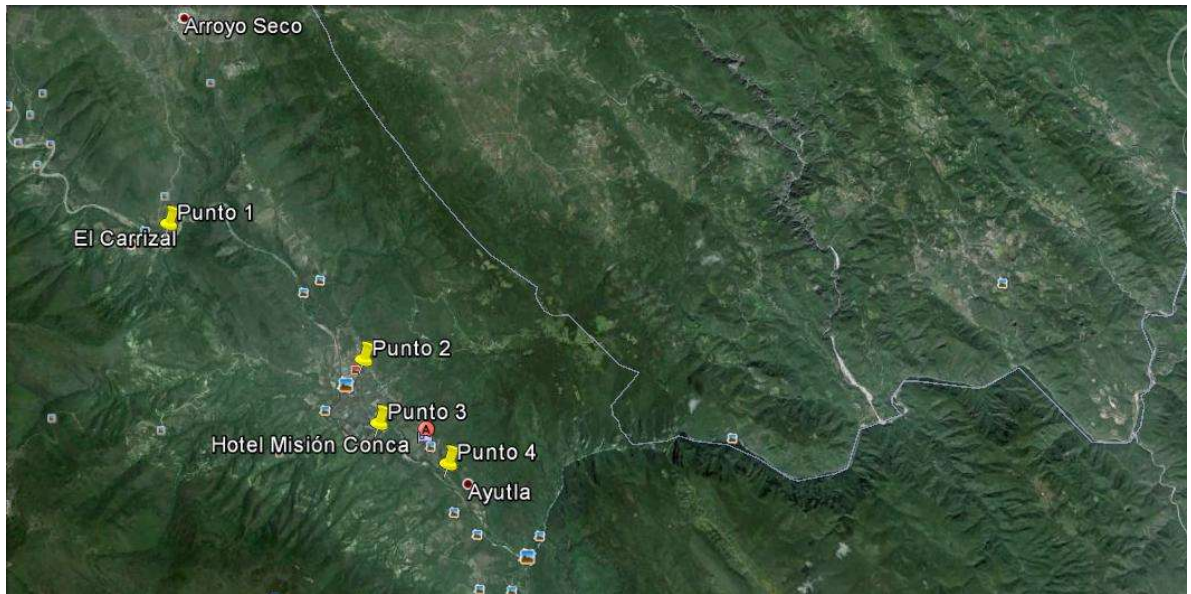
### **Primera prospección.**

Los puntos de muestreo se seleccionaron a través del análisis de la cartografía disponible y la observación de los sitios con el mayor uso de plaguicidas en la zona, es por eso que el día 13 de septiembre de 2015 se inició el primer muestreo para encontrar algún rastro de plaguicidas en el agua.

En esta primera prospección se realizaron los muestreos en el punto 1 en la comunidad de Río Carrizal, punto de entrada del río Santa María a la microcuenca Concá y punto 4 en la comunidad de Salitrillo punto de salida del río Santa María de la microcuenca Concá, ambos muestreos se hicieron en el río. También se hizo el muestreo en los manantiales de la comunidad el punto número 2 para considerarlo como testigo y en el punto número 3 se ubicó en una de las principales acequias del Valle de Concá, la distribución espacial de los puntos de muestreo se muestra en la figura número 7.

En cada punto de muestreo se hicieron muestras considerando tres tomas de muestras de la siguiente manera: 8 am, 6 pm del día 13 de septiembre de 2015 y 8 am del día 14; esto se hizo debido a que se requirió cerrar el margen de error debido al tiempo tan corto de persistencia o degradación de algunos de los plaguicidas.





**Figura 8. Puntos de muestreo primera prospección. Punto 1. Río de Carrizal. Punto 2 Manantiales Conca. Punto 3. Acequia principal valle agrícola. Punto 4. Salitrillo.**

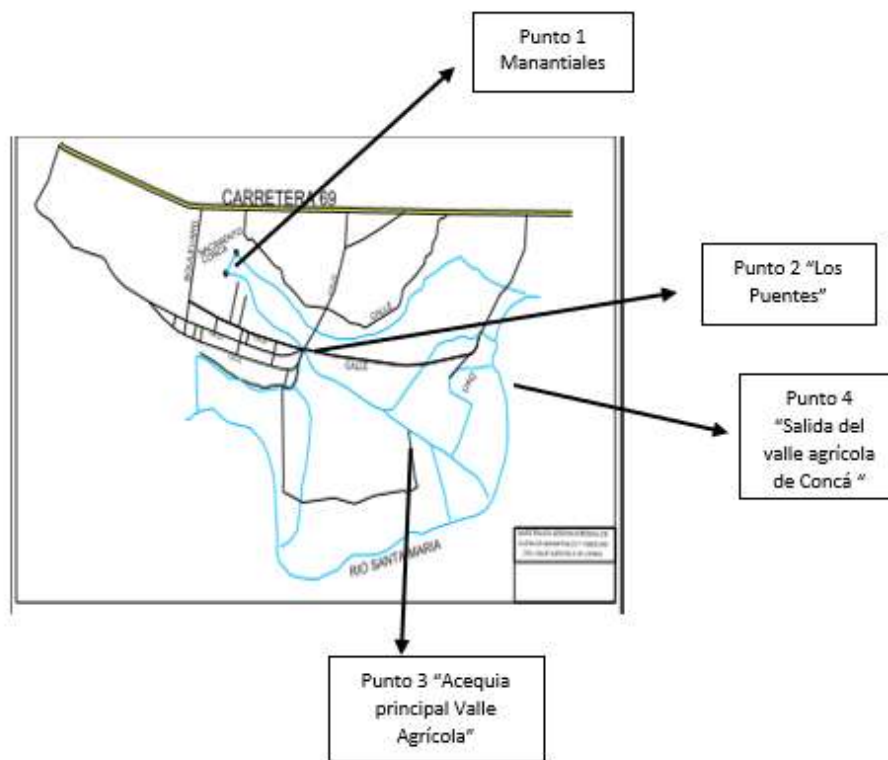
Las tomas de agua se hicieron en botellas color ámbar, de capacidad de 1 litro por cada punto, y transportadas en hielo. El agua en todos los puntos se obtuvo de 15 cm de profundidad y en lo que respecta a las muestras tomadas en el lecho del río se obtuvieron en medio de la corriente.

El traslado de las muestras al laboratorio se hizo el día 14 de septiembre de 2015 a la ciudad de Celaya, llegando ese mismo día y entregando las muestras a una temperatura de 5.6 °C. Nos apegamos a la Norma Oficial Mexicana 127-SSA1-1994, y en el laboratorio se analizaron los plaguicidas organoclorados.

## **Segunda prospección.**

Los resultados que se obtuvieron en la primera prospección fueron negativos, es decir no se encontró ninguna molécula de plaguicida en el agua. Entonces se decidió realizar una segunda exploración, en donde por recomendación de los expertos, se buscaron moléculas de plaguicidas tanto en agua como en sedimentos considerando moléculas de plaguicidas organofosforados y organoclorados.

En la segunda prospección, se determinaron 4 puntos, los cuales se decidieron bajo el criterio de ir cerrando el margen de error, localizados dentro del valle, incluyendo los flujos de las acequias considerando los manantiales como muestreo aparte. El punto 1 corresponde a los manantiales de Concá, punto 2 a la Acequia “Los Puentes” antes de la entrada al valle agrícola, punto 3 a la acequia principal de Valle agrícola y el punto 4, sobre el lecho del río Santa María a la salida del Valle agrícola.



**Figura 9. Puntos de muestreo de la segunda prospección.**

Se tomaron muestras de agua y de sedimentos el día 23 de octubre de 2017 en cada punto, trasladándose las muestras ese mismo día al laboratorio y entregando a las 10:00 am del día 24 de Octubre de 2017. Se tomaron muestras compuestas de cada punto, es decir se tomaron de diferentes tramos de cada una de las acequias tanto en el punto 1 como en el dos y tres. Para la toma de las muestras de agua se utilizaron botellas de vidrio transparentes de 1 l, forradas de papel aluminio; para el muestreo de sedimentos se utilizó una pala y bolsas Ziploc, aproximadamente un kg de sedimentos de cada punto de muestreo. Todas las muestras fueron transportadas en hielo.

## Resultados y discusión.

### Resultados.

#### Prospección 1.

#### Análisis de agua.

**Cuadro 12. Resultados de laboratorio prospección 1. Punto 1. Río Carrizal.**

PUNTO Río Carrizal.	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1	2,4-D	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Aldrin	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Dieldrín	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Heptachlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Hexachlorobenzene	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	pp-DDD	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	pp-DDT	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Chlordane	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	G-BHC (Lindano)	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Heptachlor Epoxido	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	Metoxichlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
1	pp-DDE	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.

**Cuadro 13. Resultados de laboratorio prospección 1. Punto 2. Manantial Concá.**

PUNTO Manantial Concá.	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADOS	OBSERVACIONES
2	2,4-D	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Aldrin	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Dieldrin	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Heptachlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Hexachlorobenzene	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	pp-DDD	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	pp-DDT	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Chlordane	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	G-BHC (Lindano)	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Heptachlor Epoxido	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	Metoxichlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
2	pp-DDE	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.

**Cuadro 14. Resultados de laboratorio prospección1. Punto 3. Acequia principal Valle Concá.**

PUNTO Acequia principal Valle Concá.	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADOS	OBSERVACIONES
3	2,4-D	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Aldrin	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Dieldrín	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Heptachlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Hexachlorobenzene	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	pp-DDD	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	pp-DDT	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Chlordane	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	G-BHC (Lindano)	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Heptachlor Epoxido	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	Metoxichlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
3	pp-DDE	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.

**Cuadro 15. Resultados de laboratorio prospección1. Punto 4. Salitrillo.**

PUNTO Salitrillo	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADOS	OBSERVACIONES
4	2,4-D	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Aldrin	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Dieldrín	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Heptachlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Hexachlorobenzene	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	pp-DDD	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	pp-DDT	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Chlordane	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	G-BHC (Lindano)	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Heptachlor Epoxido	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	Metoxichlor	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.
4	pp-DDE	N.D.	No se detectaron residuos de los compuestos analizados.

## Resultados.

### Prospección 2.

#### AGUA

Cuadro 16. Resultados de laboratorio, en agua, prospección 2.

PUNTO	RESULTADOS
1	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.
2	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.
3	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.
4	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.

#### SEDIMENTOS

Cuadro 17. Resultados de laboratorio, en sedimentos, prospección 2.

PUNTO	RESULTADOS
1	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.
2	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.
3	TEMEPHOS (ABATE) 0.0134 mg/kg / El resto de los plaguicidas analizados no fueron detectados.
4	No se detectó la presencia de ninguno de los compuestos monitoreados.



Se analizaron más de 300 moléculas.

Organoclorados.

**Cuadro 18. Moléculas analizadas por el laboratorio del grupo de organoclorados.**

No.	Plaguicida	LoQ mg/kg	No.	Plaguicida	LoQ mg/kg	No.	Plaguicida	LoQ mg/kg
1	ALDRIN	0.0052	46	CYANOPHOS	0.0053	91	FEHAMIPHOS	0.0100
2	ALLETHRIN	0.0100	47	CYFLUTHRIN	0.0050	92	FENARIMOL	0.0100
3	ALPHA CHLORDANE	0.0100	48	CYPERMETHRIN	0.0102	93	FENCHLORPHOS	0.0100
4	ALPHA CYPERMETHRIN	0.0055	49	CYPRODINIL	0.0054	94	FENHEXAMIDE	0.0100
5	ALPHA ENDOSULFAN	0.0100	50	CYROMAZINE	0.0100	95	FENITROTHION	0.0099
6	ALPHA BHC	0.0053	51	DDD-o'p	0.0058	96	FENIPROPATHRIN (DANITOL)	0.0054
7	AMETRYN	0.0054	52	DDD-p'p	0.0059	97	FENSON	0.0054
8	AMINOCARB	0.0100	53	DDE-o'p	0.0053	98	FENSULFOTHION	0.0052
9	AMITRAZ	0.0100	54	DDE-p'p	0.0053	99	FENTHION	0.0100
10	ANTHRAQUINONE	0.0100	55	DDT-o'p	0.0052	100	FENVALERATE	0.0053
11	ATRAZINE	0.0100	56	DDT-p'p	0.0053	101	FLAMPROP METHYL	0.0100
12	AZINPHOS-ETHYL	0.0100	57	DELTA-BHC	0.0100	102	FLONICAMID	0.0100
13	BYCARB (FENOBUARB)	0.0100	58	DELTAMEHRIN	0.0054	103	FLUAZIFOP	0.0051
14	BENALAXYL	0.0102	59	DIALIPHOS	0.0054	104	FLUCLORALIN	0.0054
15	BENFLURALIN	0.0054	60	DIAZINON	0.0102	105	FLUDIOXONIL	0.0053
16	BETHA ENDOSULFAN	0.0100	61	DICHLOFUANID	0.0102	106	FLUSILAZOLE	0.0100
17	BETHA -BHC	0.0053	62	DICHLORVOS	0.0053	107	FOLICUR (TEBUCONAZOLE)	0.0100
18	BIFENAZATE	0.0100	63	DICLOFOP METHYL	0.0053	108	FOLPET	0.0100
19	BIFENOX	0.0100	64	DICLOBUTRAZOL	0.0100	109	HCB	0.0100
20	BIFENTHRIN	0.0054	65	DICLORAN	0.0100	110	HEPTACHLOR	0.0053
21	BOSCALID	0.0054	66	DICROTOPHOS	0.0100	111	HEPTACHLOR EPOXDE	0.0100
22	BROMOPHOS METHYL	0.0054	67	DIELDRIN	0.0100	112	HEXACONAZOLE	0.0100

23	BROMUCONAZOLE	0.0053	68	DIFENOCONAZOLE	0.0100	113	HEXAZINONE	0.0100
24	BUPIRIMATE	0.0100	69	DIFONATO (FONOFOS)	0.0054	114	HEXYTHIAZOX	0.0100
25	BUPROFEZIN	0.0100	70	DIMETHACHLOR	0.0054	115	INDOXACARB	0.0100
26	BUTACHLOR	0.0100	71	DIMETYL CHLORTAL	0.0102	116	IPRODIONE	0.0100
27	CAPTAFOL	0.0100	72	DIOZATHION	0.0100	117	ISAZOPHOS	0.0054
28	CAPTAN	0.0100	73	DIPHENAMID	0.0053	118	ISOFENPHOS	0.0054
29	CARBOPHENOTHION	0.0050	74	DIPHENYLAMINE	0.0054	119	LAMBDA CYHALOTHRIN	0.0057
30	CARBOXIN	0.0053	75	DISOLFOTON	0.0100	120	LENACIL	0.0100
31	CHINOMETHIONATE	0.0100	76	DISOLFOTON SUKFONE	0.0100	121	LEPTOPHOS	0.0100
32	CHLORDANE	0.0053	77	DYFONATE (FONOFOS)	0.0100	122	LINURON	0.0100
33	CHLORDIMETPHON	0.0054	78	ENDOSULFAN I	0.0054	123	MALATHION	0.0097
34	CHLORFENAPYR	0.0100	79	ENDOSULFAN SULFATE	0.0052	124	MECARBAM	0.0100
35	CHLORFENVINPHOS	0.0054	80	ENDRIN	0.0100	125	MERPHOS	0.0100
36	CHLOROBENCILATE	0.0100	81	EPN	0.0100	126	METHOPROTRINE	0.0102
37	CHLORONEB	0.0053	82	ESFENVARELATE	0.0053	127	METHOXYCHLOR	0.0100
38	CHLOROPROPYLATE	0.0100	83	ETHALFLURALIN	0.0101	128	METHYL PARATHION	0.0052
39	CHLORPROPHAM	0.0053	84	ETHION	0.0117	129	METOLACHLOR	0.0100
40	CHLOROUXON	0.0100	85	ETHOFUMESATE	0.0100	130	METRIBUZIN	0.0054
41	CHLORPYRIPHOS ETHYL	0.0102	86	ETHOXYQUIN	0.0100	131	MEVINPHOS (PHOSDRIN)	0.0097
42	CHLORPYRIPHOS METHYL	0.0053	87	ETOFENPROX	0.0100	132	MYCLOBUTANIL	0.0054
43	COUMAPHOS	0.0100	88	ETRIMPHOS	0.0100	133	O-PP	0.0100
44	CHLOROTHALONIL	0.0100	89	EPOXICONAZOLE	0.0101	134	OXADIAZON	0.0054
45	CYNAZINE	0.0100	90	FAMOXADONE	0.0100	135	OXYFLUORFENE	0.0053

No.	Plaguicida	LoQ mg/kg
136	PACLOBUTRAZOL	0.0054
137	PARAOXON	0.0100
138	PCNB (QUINTOZENE)	0.0057
139	PENCONAZOLE	0.0053
140	PENDIMETHALIN	0.0054
141	PENTACHLOROANILINE	0.0100
142	PENTACHLOROPHENOL	0.0100
143	PERMETHRIN	0.0103
144	PHENOTHRIN (SUMITHRIN)	0.0100
145	PHOSALONE	0.0054
146	PHOSPHAMIDON	0.0100
147	PYPERONYL BUTOXIDE	0.0102
148	PIRIPROXIFEN	0.0100
149	PROCHLORAZ	0.0100
150	PROCIMIDONE	0.0053
151	PROMETON	0.0053
152	PROPICANAZOLE	0.0100
153	PROTHIOFOS (TOKUTHION )	0.0100
154	PIRAZOPHOS	0.0102
155	PYRETHRIN	0.0100
156	PYRIMETHANIL	0.0102
157	PYRIMPHOS METHYL	0.0108
158	QUINALPHOS	0.0100
159	QUINOXYFEN	0.0054
160	QUIZALOFOP-ETHYL	0.0100
161	SIMETRYN	0.0054
162	SULFOTEP	0.0053
163	THPI	0.0095
164	TEBUCONAZOL (FOLICUR)	0.0054
165	TEBUFENPYRAD	0.0056
166	TERBUFOS	0.0100
167	TERRAZOLE	0.0054
168	TETRACONAZOLE	0.0054
169	TOLYFLUANID	0.0052
170	TRIADIMEFON	0.0053
171	TRIAZOPHOS	0.0100
172	TRIBUFOS	0.0100
173	TRIBUTYL PHOSPHATE	0.0100
174	TRICHLORFON	0.0100
175	TRIFLOXYSTROBIN	0.0054
176	TRIFLURARIN	0.0053
177	VEGADEX (DEDC)	0.0100
178	VINCLOZOLIN	0.0104

## ORGANOFOSFORADOS

**Cuadro 19. Moléculas analizadas por el laboratorio del grupo de organofosforados.**

No.	Plaguicida	LoQ mg/kg	No.	Plaguicida	LoQ mg/kg	No.	Plaguicida	LoQ mg/kg
1	3-HIDROXICARBOFURAN	0.0100	31	CLOTHIANIDIN	0.0100	61	METALAXYL	0.0066
2	ACEPHATE	0.0102	32	CYAZOFAMID	0.0101	62	METHAMIDOPHOS	0.0097
3	ACETAMIPRID	0.0102	33	DEMETON S	0.0098	63	METHIDATHION	0.0100
4	ALACHLOR	0.0101	34	DIAZINON	0.0101	64	METHIOCARB	0.0102
5	ALDICARB	0.0100	35	DIAZINON-o ANALOG	0.0100	65	METHOMYL	0.0100
6	ALDICARB SULFONE	0.0100	36	DIBROM (NALED)	0.0100	66	METHOXYFENOZIDE	0.0102
7	ALDICARB SULFOXIDE	0.0100	37	DIMETHOATE	0.0099	67	METHYL PIRIMIPHOS	0.0108
8	ALLIDOCHELOR	0.0100	38	DINOTEFURAN	0.0100	68	METRIBUZIN	0.0102
9	AMINOCARB	0.0102	39	DIOXACARB	0.0100	69	MILBEMECTIN A3	0.0150
10	ANCYMIDOL	0.0100	40	DIPHENYLAMINE	0.0100	70	MILBEMECTIN A4	0.0150
11	AZACONAZOLE	0.0100	41	DIURON	0.0100	71	MONOCROTOPHOS	0.0100
12	AZOXYSTROBIN	0.0056	42	DODEMORPH ACETATE	0.0100	72	NAPROPAMIDE	0.0100
13	BYGON ( PROPOXUR)	0.0101	43	ETACONAZOLE	0.0100	73	NITENPYRAM	0.0100
14	BENDIOCARB	0.0102	44	ETHOPROPHOS	0.0100	74	NUARIMOL	0.0100
15	BENFURACARE	0.0052	45	ETOXAZOLE	0.0100	75	OMETHOATE	0.0101
16	BENODANIL	0.0100	46	FENAMIDONE	0.0101	76	OXADIAZON	0.0100
17	BENSULIDE	0.0101	47	FENITROTHION	0.0100	77	OXAMYL	0.0100
18	BENTAZON	0.0100	48	FENOBU CARB (BAYCARB)	0.0100	78	PARATHION	0.0100
19	BENZOATE EMAMECTIN	0.0100	49	FENPYROXIMATE	0.0100	79	PENTHIOPYRAD	0.0100
20	BITERTANOL	0.0102	50	FENTHION SULFOXIDE	0.0100	80	PHORATE	0.0100
21	BROMACIL	0.0101	51	FLUOXASTROBIN	0.0100	81	PHORATE SULFONE	0.0100
22	CARBARYL	0.0099	52	FLUPYRADIFURONE	0.0100	82	PIPEROPHOS	0.0101
23	CARBENDAZIM	0.0169	53	GUTHION (AZINPHOS METHYL)	0.0099	83	PIPERONYL BUTOXIDE	0.0100
24	CARBETAMIDE	0.0102	54	HEPTENOPHOS	0.0100	84	PIRIMICARB	0.0100
25	CARBOFURAN	0.0102	55	IMAZALIL	0.0100	85	PIRIMIPHOS ETHYL	0.0102
26	CARBOSULFAN	0.0052	56	IMIDACLOPRID	0.0101	86	PIMIPHOS METHYL	0.0108
27	CARFENTRAZONE ETHYL	0.0100	57	IMIDAN (PHOSMET)	0.0100	87	PIRIPROXYFEN	0.0102
28	CHLORBROMURON	0.0100	58	IMAZAQUIN	0.0100	88	PROCHLORAZ	0.0101
29	CHLORANTRANILIPROLE	0.0100	59	MALAOXON	0.0100	89	PROFENOFOS	0.0100
30	CLOFENTEZINE	0.0100	60	MALATHION	0.0096	90	PROPAMOCARB	0.0113

No.	Plaguicida	LoQ mg/kg
91	PROPACHLOR	0.0100
92	PROPARGITE	0.0100
93	PROPOXUR (BAYGON)	0.0101
94	PYMETROZINE	0.0100
95	PYRACLOSTROBIN	0.0101
96	PYRAZOPHOS	0.0053
97	QUINALPHOS	0.0100
98	SETHOXIDIM	0.0100
99	SIMAZINE	0.0100
100	SPINETORAM	0.0100
101	SPINOSAD A Y D	0.0100
102	SPIROMESIFEN	0.0100
103	SPIRODICLOFEN	0.0100
104	SPIROTETRAMAT	0.0100
105	SULPROFOS	0.0100
106	TEBUFENOZIDE	0.0100
107	TEMEPHOS (ABATE)	0.0100
108	THIABENDAZOLE	0.0101
109	THIACLOPRID	0.0100
110	THIADIZURON	0.0100
111	THIAMETHOXAM	0.0107
112	THIODICARB	0.0102
113	THIOPHANATE - METHYL	0.0101
114	THIRAM	0.0100
115	TRIADIMEFON	0.0100
116	TRIFLUMIZOLE	0.0100
117	VERNOLATE	0.0100

## **Discusión.**

### **Primera prospección.**

De acuerdo a los resultados obtenidos de laboratorio en la primera prospección no se detectó ninguna molécula de plaguicidas del grupo de los organoclorados lo cual hace pensar que no existe ninguna residualidad de los productos que se ocupan en la agricultura en los puntos establecidos. Cabe destacar que un factor que puede afectar a los muestreos tanto en el punto 1 de la comunidad de Río Carrizal, como en el 4 en la comunidad de Salitrillo es el alto volumen de agua que lleva el río en donde se pueden diluir las moléculas de plaguicidas. También en los puntos 2 y 3 que es los manantiales y la acequia principal del valle agrícola tampoco se encontró ninguna molécula, esto nos hace pensar que los productores no ocupan plaguicidas organoclorados.

Analizando los resultados de esta primera prospección, se tomó la decisión de realizar una segunda prospección, analizando el agua y en sedimentos, en esta primera prospección sólo se analizó agua ya que nos apegamos a la NOM 127 SSA y como lo marca la norma sólo se buscaron organoclorados.

Es importante señalar que debido al alto costo de los análisis no se pudieron llevar a cabo varias repeticiones, pero se redujo el margen de error tomando muestras compuestas, en donde en el punto 1 se hizo un muestreo a las 8 am, 6 pm y 8am del siguiente día y conformamos una muestra, y así sucesivamente con los tres puntos restantes.

## Segunda prospección

Para llevar a cabo el análisis de agua y sedimentos se buscó otro laboratorio diferente al que realizamos la primera prospección, así mismo se aseguró que las muestras se analizarán de una forma inmediata y se analizó tanto plaguicidas organoclorados como los del grupo de organofosforados. Se analizaron más de 300 moléculas, sin embargo, aunque el muestreo se centró en el valle de Concá, no se encontró ninguna molécula de plaguicidas lo que respecta al muestreo en agua. Los resultados en el punto 1 y 2 que corresponden a los manantiales y los puentes entrada al valle agrícola podrían ser porque no tienen exposición a plaguicidas. Sin embargo, en el punto número 3 en la acequia principal del valle agrícola y en el punto número 4 en el río a la salida del valle agrícola el resultado no fue el esperado, ya que regularmente es ahí en donde se da un mayor uso intensivo de los plaguicidas. Existen dos explicaciones posibles primero, los productores no utilizan dosis fuertes de plaguicidas y segundo o debido a que estas moléculas tan especializadas se disuelven muy rápido en agua y se puede perder el rastro.

No obstante, en el análisis de sedimentos, encontramos nuevamente que no hay rastro de ninguna molécula analizada en los puntos 1, 2 y 4, en el punto 1 y 2 se repite el patrón antes expuesto en el análisis de agua, no están expuestos a una actividad intensiva agrícola. En el punto número 3 en la acequia principal del valle se encuentra la molécula de Temephos, a una concentración de 0.0134 mg/kg, de acuerdo a los límites permisibles que son de 0.0100 mg/kg. Es una condición preocupante, debido a que rebasa los límites permisibles, sin embargo, cabe destacar que este plaguicida se utiliza principalmente para el combate de mosquitos transmisores de malaria y dengue, su uso en la agricultura es para el combate de

plagas del suelo, en el valle es poco frecuente su uso. La Secretaría de Salud Jurisdicción Jalpan usa para el combate de los mosquitos otros insecticidas informaron lo utilizan poco el Temephos.

Una vez terminada la entrevista con el personal de la Secretaría de Salud, se deduce en primer lugar el plaguicida utilizado en la zona urbana se depositó en la acequia. La pregunta entonces es ¿porque no encontramos en sedimentos en el punto 2? El otro planteamiento es el uso de este plaguicida en el valle agrícola, la entrevista al agricultor Guadalupe Guevara indica que prácticamente no se usa, sin embargo, la molécula de Temephos proviene del valle agrícola.

En el punto 4, como lo muestran los análisis tampoco se encontró ningún rastro de moléculas de plaguicidas, el planteamiento que se hace es que como se tomó en el río, ante el volumen de agua impide la acumulación del plaguicida en ese punto.

A continuación, se transcribe la ficha técnica del Instituto Nacional de Ecología de la molécula de Temephos:

“Es moderada a extremadamente tóxico para aves, en ellas se han observado los siguientes síntomas de intoxicación: lagrimeo, miosis, salivación, erizamiento de las plumas, congestión traqueal, debilidad muscular, astenia, ataxia, inmovilidad, taquicardia, taquipnea, temblores y muerte. En pato real se ha observado que afecta la frecuencia en la puesta de los huevos. El faisán, paloma y gorrión se encuentran entre las especies de pájaros más susceptibles al Temephos; sin embargo bajo condiciones de uso recomendado este plaguicida no constituye un riesgo para las aves silvestres. Para los organismos acuáticos muestra una toxicidad variable, en insectos y crustáceos es moderada a extremadamente alta, en peces de ligera a extremadamente alta, en moluscos prácticamente nula a ligera, en anfibios y anélidos moderada y en zooplancton ligera. Su toxicidad en estos grupos de organismos depende del tipo de formulación; el compuesto grado técnico es



moderadamente tóxico, mientras que el concentrado emulsionable y el polvo humectable son alta a extremadamente tóxicos. Los anfípodos y misidos (pertenecientes a los crustáceos), así como la trucha arcoiris son especialmente sensibles a este plaguicida. En camarones juveniles puede producir daños cuando se aplica directamente al agua; sin embargo, en algunos sitios no se han observado cambios en la presencia de diferentes grupos de crustáceos, pero sí una acción repelente en peces. En los peces guppy puede afectar la viabilidad de las crías y anticipar su nacimiento. Es altamente tóxico para abejas en pruebas por contacto directo, pero en condiciones de campo su toxicidad es baja. En ganado expuesto por un período prolongado a este compuesto (1 año) se han descrito algunos signos de intoxicación e infertilidad en el caso de vacas jóvenes. No es tóxico para las plantas bajo condiciones de uso recomendado.”

Uno de los daños al ser humano de la molécula de Temephos, es la inhibición de la colinesterasa, enzima encargada de la transmisión de los impulsos nerviosos, a lo cual se puede comparar con el veneno de serpiente, gas sarín, gas VX, utilizado como arma química, todos ellos clasificados como agentes nerviosos. (Ecología, 2007)

Si bien muchos de los trabajos registrados en la literatura hacen referencia al Temephos como un larvicida en el combate del mosquito transmisor del dengue y malaria, la empresa BASF, que produce el Abate como se le conoce comercialmente, lo recomienda para combatir las plagas del suelo en la agricultura, igualmente en ambos usos se hacen recomendaciones sobre sus efectos de toxicidad en el medio ambiente y en la fauna.

El sitio de internet Terralia (<http://terralia.com>, 2017), proporciona la información sobre el Temephos, su molécula es activa contra diferentes plagas de suelo, en donde indica que no se han reportado pruebas de acumulación en suelo y agua, por lo cual observando el valor que obtuvimos de los análisis nos lleva a pensar que se está usando una dosis mucho mayor a la recomendada.

Derivado de lo anteriormente expuesto, preocupa que la molécula Temephos esté presente. Además que esta acequia va directamente al Campus Concá de la Universidad Autónoma de Querétaro en donde se utiliza el agua para el riego y dar de beber a los animales.

Una de las limitantes en el presente estudio es el costo alto de los análisis, ya sea de agua o sedimentos, si se tuvieran el recursos debieran hacerse varias repeticiones en cada punto de muestreo o ampliar los puntos a una mayor área para poder tener una mayor cobertura.

Otra de las limitantes del estudio es la lejanía de los laboratorios que realizan estos análisis. Por ello se recomienda tener una base ampliada de laboratorios; se propone a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, del Gobierno del Estado de Querétaro, instalar un laboratorio en la región en donde se pueda llevar a cabo estos análisis. Para dar servicio a toda la región huasteca, Sierra Gorda y zona media de San Luis Potosí, regiones que tienen una alta productividad agrícola con amplio uso de insecticidas.

### **Comparación con otros casos.**

En la península de Yucatán, se llevó a cabo un estudio “**Contaminación con plaguicidas en cenotes de la Península de Yucatán**”, por el Dr. Jaime Rendón von Osten (2016), para observar el grado de contaminación en los cenotes, encontrando lo siguiente:

“Las concentraciones presentes en el agua de los cenotes fluctúan en los ng mL<sup>-1</sup> ,y para el ser humano es difícil establecer a que concentraciones se estaría expuesto y a través de qué vía. Sin embargo, es necesario resaltar que, aunque estas concentraciones posiblemente no tengan efectos adversos en el corto plazo, se ha demostrado que concentraciones bajas de plaguicidas como el endosulfán,

dieldrín, DDT y lindano (gamma-HCH) tienen efectos a nivel reproductivo tanto en vida silvestre como en el ser humano (Colborn et al., 1993; Toft et al., 2004). Es por ello que es necesario además de evaluar las concentraciones de plaguicidas en el ambiente, es fundamental estudiar los posibles efectos adversos de estos compuestos y de los muchos otros que se aplican por la actividad agrícola que se desarrolla en la Península de Yucatán.”

Otro caso de presencia de plaguicidas en agua es:

En el artículo de Benítez Díaz (2017), se comenta que en México, fue la puerta de entrada de la “revolución verde” en Latinoamérica (Heinisch 2013), para el año 2000 el consumo de plaguicidas en México se estimó en 50 000 t/año, con un valor de mercado entre 400 y 600 millones de dólares americanos. Entre los estados que reportan mayor uso de plaguicidas se encuentran Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México, Puebla y Oaxaca; sólo en el estado de Nayarit se registran más de 100 intoxicaciones agudas por año (González-Arias et al. 2012). A pesar de que en la literatura consultada se reconoce como un problema muy importante la contaminación de los cuerpos de agua superficiales por los residuos tóxicos generados a través de la intensa actividad agrícola, algunos autores señalan que existe muy poca información al respecto (Norzagaray Campos et al. 2010, García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza 2012).

Otro caso que llama la atención es la contaminación de plaguicidas en el valle de Autlán, Jalisco; expuesto por Sandoval Madrigal(2015), en este trabajo la problemática del uso intensivo de los plaguicidas en la agricultura, se caracteriza

por la presencia del grupo de los organoclorados, a una concentración permisible, a lo cual se determina que no hay riesgo, pero es importante continuar con la capacitación en los productores en donde los productores de mayor nivel educativo utilizan plaguicidas menos agresivos que los que tienen un nivel inferior.

Ante todos estos casos en el valle agrícola de Concá, podemos concluir que de acuerdo con el resultado obtenido en el punto número 3 en los análisis de sedimentos en la segunda prospección, donde está presente la molécula de Temephos, sugiere una alerta constante en la regulación del uso de los plaguicidas y es importante seguir realizando monitoreo continuo. Se coincide que hace falta información en la región de la Sierra Gorda y en especial en los valles agrícolas.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DE MANEJO DE AGROQUÍMICOS.**

#### **Problemas Actuales.**

El aporte que genera este documento es de suma importancia para la región, ya que se ubica dentro de una Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda, y requiere de manera inmediata actuar en la sensibilización en el uso de los plaguicidas en la actividad agrícola, no solo de la parte baja de la microcuenca Concá, sino también en los diferentes valles agrícolas de la Sierra Gorda.

Derivado de lo anterior no existe en este momento ninguna información acerca del uso de los plaguicidas utilizados en la actividad agrícola en la Sierra Gorda, aunado a ello, las autoridades presentes en la zona tanto federales como estatales y sus organismos auxiliares no parece importarles el tema, aún cuando existe una gran utilización de estos productos dentro de la zona, y al contrario, a través del Comité Estatal de Sanidad Vegetal se promociona el uso de éstos, dando un subsidio para la adquisición.

Las plantaciones en el valle agrícola de Concá han ido incrementando las dosis utilizadas para el control de plagas, por lo cual ha aumentado el uso de plaguicidas. En este momento como antes ya se había señalado que los únicos que han salido ganando han sido las casas comerciales de venta de plaguicidas.

El cambio climático y sus efectos graduales en el valle agrícola de Concá, como la estación de lluvias por un tiempo más largo ó las temperaturas muy altas llegando a los 42° grados centígrados cambia el actuar y la aparición de plagas y enfermedades en los cultivos, obliga a la generación de nuevas estrategias de manejo.

La falta de capacitación en los productores agrícolas en todas las escalas ha sido una constante durante los últimos 30 años, no se les han proporcionado las herramientas necesarias para poder transformar su modo de cultivar la tierra, abrir nuevos mercados a productos orgánicos y poder prepararlos para enfrentar los fenómenos que se han presentado con el cambio climático.

### **Un nuevo amanecer en la forma de producción en el Valle agrícola de Conca.**

Ante la problemática actual, se propone, un nuevo modelo de producción que sea amigable con el medio ambiente y con el cuidado de las aguas superficiales en donde la gestión de la microcuenca tiene un papel importante para lograr este objetivo. En un primer plano se apuesta a poder encuadrar todas las formas de producción a la estrategia de funcionamiento de la microcuenca Conca y microcuencas que se sitúan aguas abajo, las zonas funcionales altas y medias deben de ser responsables de lo que se utiliza ya que sus acciones repercutirán de una forma de impactos positivos o negativos en las partes bajas, tanto para sus pobladores como para los diferentes ecosistemas.

La vida de la microcuenca Conca, juega un papel muy importante en este nuevo amanecer en la forma de utilización de los plaguicidas, ya que por su importancia y ubicación estratégica en la generación del recurso agua, puede ser un ejemplo dentro de la región tanto en la producción de alimentos, como en el manejo de sus residuos sólidos, sus aguas grises y negras.

Hoy en nuestros días, la falta de solidaridad con los demás, el atroz mercado y sistema neoliberal, nos lleva a tener un patrón de consumismo voraz, derivado de la crisis económica que lleva el país sumergido por más de 30 años, en donde más de 60 millones de mexicanos no alcanzan para tener una dieta balanceada, y comprar alimentos sanos y nutritivos, el mercado se inunda de frutas y verduras de dudosa procedencia, en cuanto a su posible contaminación y uso excesivo de plaguicidas, a lo cual podemos deducir esta frase “ganar envenenando” que sigue y seguirá presente si no actuamos de una forma responsable y solidaria.

### **El caso danés.**

La FAO en su documento titulado “Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos”; nos cita el ejemplo danés en pro de una agricultura sostenible, las diferentes medidas para la prohibición de la utilización de plaguicidas con dos fines:

- a) Salvaguardar la salud humana: frente a los riesgos y efectos negativos asociados a la utilización de plaguicidas, principalmente impidiendo su ingestión a través de los alimentos y el agua potable.
  
- b) Proteger el medio ambiente: tanto los organismos no destinatarios como beneficiosos que se encuentran en la flora y la fauna de la tierra cultivada y los medios acuáticos.

El objetivo era conseguir una reducción del 50 por ciento en la utilización de plaguicidas agrícolas no más tarde de 1997, con respecto del volumen medio de

plaguicidas utilizados durante el período 1981-85. Ello se debía manifestar en 1) un descenso de las ventas totales (en peso) de ingredientes activos y 2) reducción de la frecuencia de las aplicaciones. Si bien el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 1992) comunicó que para 1993 las ventas de ingredientes activos habían disminuido un 30 por ciento, la frecuencia de su aplicación no había descendido.

La legislación danesa comprendía los siguientes componentes, aunque en 1993 no todos ellos habían conseguido los mismos resultados.

- Nuevo examen de los ingredientes activos.
- Promoción de la agricultura orgánica.
- Impuestos indirectos sobre los plaguicidas.
- Certificación de los usuarios de plaguicidas.
- Registros de aplicación de plaguicidas.
- Aprobación de los equipos de pulverización.

El Gobierno de Dinamarca está examinando las siguientes medidas adicionales dentro del proceso normativo:

**Límites máximos a la carga ambiental de plaguicidas:** El objetivo es disponer de un índice en el que se relacione la cantidad utilizada de un plaguicida con sus efectos ecológicos conocidos. No obstante, se trata de un concepto difícil de aplicar como ha observado el WWF: "... no hay ninguna relación directa entre el índice de carga de plaguicidas y sus efectos - directos o indirectos - en el medio ambiente, ya



que éstos son resultado de una compleja interacción entre muchos y muy distintos factores". No obstante, este concepto puede resultar valioso en las actividades de ordenación y regulación, y podría aplicarse, inicialmente, a algunos plaguicidas de uso más común.

**Prohibición del uso de plaguicidas a 10 m de lagos, corrientes de agua, tierras húmedas y zonas de conservación:** Con ello se conseguiría cierto nivel de protección frente a los plaguicidas en los sistemas acuáticos. Sería algo equivalente a las bandas de protección utilizadas frecuentemente para reducir los efectos de la sedimentación.

**Prohibición del uso de plaguicidas a menos de cierta distancia, previamente especificada, de huertos privados y propiedades que contengan terrenos cultivados sin utilización de plaguicidas.**

**Prohibición del uso de plaguicidas a menos de 10 m de un embalse de agua potable.**

Estas medidas del gobierno de Dinamarca se pueden replicar y adaptar en un plan piloto en la región de la Sierra Gorda, por su geografía tenemos numerosos escurrimientos, en donde las fronteras de los cultivos agrícolas dentro de las microcuencas con las aguas superficiales están a escasos metros y no se está poniendo un cuidado especial en ello.

Suecia ha conseguido resultados positivos en lo que respecta a sus objetivos de reducción de los plaguicidas. El WWF (1992) atribuye este éxito a los siguientes factores:

- Establecimiento de metas con objetivos asequibles y uso de medidas múltiples de la reducción.
- Papel decisivo desempeñado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Inspección de Productos Químicos.
- Apoyo activo de las organizaciones de agricultores, convencidas de las ventajas económicas y ambientales de una menor utilización de plaguicidas.
- Una fuerte base de investigación y desarrollo, que representa un apoyo válido a las nuevas iniciativas en el terreno de los plaguicidas.
- Certificación de la nueva maquinaria y comprobación periódica de los pulverizadores agrícolas en centros de revisión regulados por el gobierno.
- Obligación de evaluar y registrar de nuevo los plaguicidas, lo que ha permitido retirar 338 productos del mercado.

### **Una producción con visión de microcuena y solidaridad en Conca.**

Observamos en nuestra prospección algunos retos para la agricultura del valle de Conca en donde no podemos solamente intervenir en una sola acción o con algún actor aislado se requiere de la concientización de las autoridades en donde se implemente en un primer plano la gestión de la microcuena para poder tener una visión más amplia en la forma de planeación de las diferentes actividades, no solo de la índole agrícola sino de un desarrollo sostenible y solidario.

El primer reto es poder conseguir un financiamiento considerable para la realización y monitoreo constante de la aplicación de los diferentes plaguicidas en el valle de Concá, en donde se buscaría concientizar a los productores en el uso razonable de estos mismos. Mediante fondos de gobierno federal y estatal en los diferentes programas que se manejan, en específico en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Comisión de Áreas Naturales Protegidas.

El segundo reto es lograr una concientización con las autoridades del sector agrícola, en donde a través de los diferentes programas se incentive el uso de productos orgánicos en lugar de los plaguicidas. Incentivando la difusión de trabajos en esta materia.

El tercer reto es tener a nivel estatal una legislación sobre el uso de plaguicidas y sus usos en las orillas de los embalses y acequias, tomando en cuenta la experiencia del caso danés y sueco.

El cuarto reto es la capacitación hacia los productores para ir haciendo un cambio paulatino hacia una agricultura orgánica ó natural, que conlleva un acompañamiento en su caminar para buscar un mercado que les permita seguir teniendo un ingreso para el mantenimiento de su familia.

Además se requiere de equipos capacitado de técnicos, investigadores y una red de laboratorios disponibles a corta distancia que nos puedan ayudar en lograr la meta de disminuir el uso de los plaguicidas y poder tener una mejor vida tanto para el hombre como para los ecosistemas en la microcuenca Concá y sus demás microcuencas aguas abajo.

## Referencias.

Boletín de Tierras y Agua. Relación de tierras y agua en cuencas hidrográficas rurales 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.

Censo Agropecuario INEGI, 2007.

David Atchoarena, Lavinia Gasperini 2004. Educación para el desarrollo rural: hacia nuevas respuestas de política. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidas para le Educación, Ciencia y Cultura. FAO ISBN:92-5-304983-9 UNESCO ISBN: 92-803-3220-1, 2004.

Diario Oficial de la Federación. Decreto Reserva de agua del Río Santa María para el área metropolitana de Querétaro.

EPA. 2001. Sediment Sampling Guide (2nd Edition). Lazarus Government Center P.O. Box 1049 Columbus, Ohio 43216-1049. 35 p.

IAEA. International Atomic Energy Agency. 2004. Soil sampling for environmental contaminants. TECDOC-1415. Vienna, Austria. 81 p.

INN-CHILE. 2001. Decreto Supremo N°90/2000. Instituto Nacional de Normalización, División Difusión e información. Normas Chilenas de calidad de agua.

John Dixon, Aidan Gulliver, 2001. Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.

La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.

USEPA. 2001. Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. Office of Science & Technology Office of Water U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460. 208 p. U.S. Geological Survey. 1999. National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data. Book 9. Handbooks for Water-Resources Investigations. Chapter A4. 60 p.