

11821  
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

APROVECHAMIENTO DE ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES  
MUNICIPIO DE HUAYACOCOTLA, VER.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**  
**P R E S E N T A:**

**GUSTAVO VILLARREAL HERNÁNDEZ**

**ASESORES: M.C. JUAN ROBERTO GUERRERO AGAMA**  
**ING. EDGAR ORNELAS DÍAZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE INVESTIGACIONES CUAUTITLÁN

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 29 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Análisis de la estructura de las organizaciones de la industria de la construcción"  
 que presenta el pasante: Gustavo Valderrama Hernández  
 con número de cuenta: 3307014-2 para obtener el título de Ingeniero Arquitecto

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"QUE MI RAZA HASLARA EL ESPIRITU"

México, D.F., a los 12 de noviembre de 2002.

PRESENTE: Ing. Adolfo Salgado Antuña  
 Ing. Francisco José Pizarro  
 Ing. Juan Roberto Zambrano Agona  
 PRIMER SUPLENTE Ing. Federico E. Solís Torres  
 SEGUNDO SUPLENTE Ing. Salvador C. del Sagrado Sabido

DEDICATORIA

A mi esposa Maribel, con todo cariño y admiración, por su gran apoyo moral, paciencia, comprensión y sobre todo por su gran amor.

A mi hijo Gustavo, el cual ha sido fuente de inspiración entrega y compromiso para luchar cada día.

A mi papá Gustavo, que siempre me apoyó y aconsejó para enfrentar la vida y salir adelante en mis metas, té extraño.

A mi mamá Carmen, que sin su cariño comprensión y amor no habría logrado ninguna de mis metas.

A mis hermanos Oscar, Fernando, Carmen, Erika, Martha, Elizabeth y Tatiana, que siempre han estado presentes para apoyarme y aconsejarme.

A mis Cuñados Martín, Omar, León y Hector, que me han apoyado y ayudado desinteresadamente.

A mis amigos y compañeros de entrenamiento en especial a mis compadres Gildardo y Martín Galindo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

A la Carrera de Ingeniería Agrícola, a la  
Facultada de Estudios Superiores Cuautitlan y a la UNAM.

A mis maestros de la Carrera de Ingeniería Agrícola, por su labor entusiasta, en mi  
formación académica.

Al M. C. Juan Roberto Guerrero Agama, por su amistad y valiosa orientación durante la  
realización del presente trabajo.

Al Ing. Edgar Ornelas Díaz, por su apoyo y valiosas observaciones, que ayudaron al  
desarrollo metodológico.

Al M. C. Francisco Cruz Pizarro, por sus aportaciones y sugerencias en la realización  
del presente trabajo.

Al Ing. Alfonso Delgado Antunez, por sus aportaciones y sugerencias teóricas.

Al Ing. Felipe E. Solís Torres por sus comentarios y observaciones.

Al Ing. Salvador C. Del Castillo Rabadán por su valioso aporte técnico

A la Lic. Dinorah Sotres Narvaez, presidenta de Cihuame A. C. por su comprensión y  
apoyo que hicieron posible este proyecto

Al C. Jesús Gómez Rojas, productor y promotor del ejido de Agua Bendita, Ver. por su  
amistad, apoyo y empeño al servicio de su ejido.

A los C. Camilo Mendoza Hernández, Agustín López Gutiérrez, Luis Romero Cano,  
promotores ejidales y representantes de la Sociedad de Solidaridad Social "Grupo  
Solidario de los Cinco", que me brindaron su ayuda durante el trabajo que sé  
desarrollo en campo

Al C. Primitivo Solís, Presidente Municipal de Huayacocotla Veracruz. por brindar su  
apoyo y facilidades en el desarrollo del trabajo.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**I N D I C E**

Indice de Figuras.....	vii
Indice de Cuadros.....	ix
Resumen.....	x
I. Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivo particular.....	3
II. Revisión de la Literatura.....	4
2.1 Cosecha y captación de agua de lluvia.....	4
2.2 Características generales de los sistemas de colecta de agua.....	4
2.2.1 Presas permeables de piedra.....	4
2.2.2 Presa de Tierra.....	5
2.2.3 Microcaptación tipo "Negarim".....	6
2.2.4 Bordos al contorno.....	8
2.2.5 Bordos semicirculares.....	8
2.2.6 Bordos al contorno. (microcuencas).....	10
2.2.7 Bordos de piedra al contorno.....	10
2.2.8 Captación de agua desde neblinas.....	11
2.3 Cosechadores de agua de lluvia.....	13
2.3.1 Sistema ITDG.....	13

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

2.3.2 Sistema LT.....	14
2.3.3 Sistema BC.....	16
2.3.4 Sistema Vecar 500 000 lt.....	16
2.4 Factores para implementación de los cosechadores de agua de lluvia en general.....	17
2.4.1 La ubicación o distribución de los cosechadores de agua de lluvia.....	17
2.4.2 Topografía del terreno.....	17
2.4.3 Dureza del suelo.....	18
2.5 Proyectos existentes en nuestro país.....	18
2.5.1 Captación de agua de lluvia, su uso y su recuperación en la Huasteca Veracruzana.....	18
2.5.2 Sistema de captación de agua de lluvia a nivel de piso zona de Zongolica.....	19
2.5.3 Cosecha de agua de lluvia.....	19
<b>III. Proyecto técnico.....</b>	<b>20</b>
3.1 Ubicación del área de estudio.....	20
3.2 Municipio de Huayacocotla.....	22
3.2.1 Localización.....	22
3.2.2 Clima.....	22
3.2.3 Localización del proyecto.....	23
<b>IV. Diagnostico de la zona de estudio.....</b>	<b>24</b>
4.1 Evaluación rural participativa.....	24

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>V Plan de ordenamiento territorial.....</b>	<b>25</b>
5.1. Mapa de uso de suelo campesino.....	27
5.2 Mapa de pendientes.....	27
5.3 Mapa de hidrología.....	27
5.4 Mapa de altimetría.....	28
5.5 Mapa de medios ecodinámicos.....	28
5.5.1 Medios conservados o estables.....	33
5.5.2 Medios equilibrados a Integrados.....	33
5.5.3 Medios frágiles.....	33
5.5.4 Medios inestables.....	33
5.6 Matriz de medios ecodinámicos.....	33
<b>VI. Proyecto.....</b>	<b>34</b>
6.1 Presentación a la comunidad.....	34
6.2 Equipo de trabajo.....	35
6.3 Equipo local.....	35
6.4 Equipo externo.....	35
6.5 Reunión inicial de trabajo.....	35
6.6 Trabajo de campo.....	36
<b>VII. Ingeniería del proyecto.....</b>	<b>36</b>
7.1 Área de captación.....	37
7.2 Cisterna de almacenamiento.....	38
7.3 Retardador de evaporación.....	38



TESIS CON FALLA DE ORIGEN
------------------------------

7.4 Sistema de conducción.....	39
VIII. Estudio técnico financiero.....	42
IX Costos de inversión.....	50
X Conclusiones.....	56
Bibliografía.....	57

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.- Presa permeable de piedra.....	5
Figura 2.- Partes que conforman una presa de tierra.....	6
Figura 3.- Establecimiento de plántulas en la microcuenca tipo negarim.....	7
Figura 4.- Trazo de las microcuencas en el sistema negarim.....	7
Figura 5.- Bordos al contorno.....	9
Figura 6.- Bordo semicircular, en construcción.....	9
Figura 7.- Bordo al contorno.....	11
Figura 8.- Bordos de piedra al contorno.....	11
Figura 9.- Esquematización del paso de la nube (Camanchaca) hacia los "Atrapa neblina".....	12
Figura 10.- "Cosechadores de neblina", Santiago De Chile.....	12
Figura 11.- Partes del cosechador de neblina.....	13
Figura 12.- Cosechador de agua de lluvia tipo ITDG.....	14
Figura 13.- Sistema de captación de agua tipo LT.....	15
Figura 14.- Cosechador de agua de lluvia tipo BC.....	16
Figura 15.- Sistema Vecar, 500,000 lt.....	17
Figura 16.- Mapa Político. Municipio de Huayacocotla, Veracruz.....	21
Figura 17.- Mapa Físico político. Municipio de Huayacocotla, Veracruz.....	23
Figura 18.- Mapa de hidrología y pendientes Agua Bendita, Veracruz.....	29
Figura 19.- Mapa de hidrología y Altimetría Agua Bendita, Veracruz.....	31
Figura 20.- Mapa de medios ecodinámicos Agua Bendita, Veracruz.....	30

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 21.- Croquis del cosechador de agua de lluvia.....	40
Figura 22.- Construcción del área de captación.....	37
Figura 23.- Construcción de la cisterna de almacenamiento.....	38
Figura 24.- Cosechador de agua de lluvia.....	41

**INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1.- Matriz de medios ecodinámicos.....	34
Cuadro 2.- Costos de producción para una hectárea de lechuga.....	45
Cuadro 3.- Costos de producción de maíz para una hectárea.....	46
Cuadro 4.- Rendimiento y valor de la producción por hectárea de lechuga.....	47
Cuadro 5.- Inversión para la construcción de un cosechador de agua de lluvia.....	50
Cuadro 6.- Inversión para la siembra de una hectárea de lechuga.....	51
Cuadro 7.- Inversión para un módulo de producción de lechuga.....	52
Cuadro 8.- proyección de ingresos - egresos primer año por módulo, calculo del capital de trabajo.....	53
Cuadro 9.- Proyección de ingresos y egresos de un módulo de producción de lechuga por año.....	54
Cuadro 10.- Flujo neto de efectivo.....	54
Cuadro 11.- Relación beneficio costo.....	55

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## RESUMEN

El presente trabajo aborda la problemática existente en varias regiones del país con respecto a la escasez de agua, tanto para consumo y agropecuario, lo que genera con el paso del tiempo sobre todo en el aspecto agropecuario el abandono y pérdida de tierras de cultivo así como la muerte de animales, cuando la sequía llega a ser muy prolongada.

En este trabajo se analiza la problemática existente con respecto a la falta de agua, así como el estudio de alternativas que apoyen al abasto de este vital líquido mediante la cosecha de agua de lluvia (captación de agua), presente en el Municipio de Huayacocotla Ver., específicamente en el ejido de Agua Bendita, el cual con el paso del tiempo y el mal manejo de sus recursos naturales a quedado deforestado, además la producción Agrícola no es rentable produciendo únicamente forraje para el mantenimiento de los pocos animales que tienen, agravándose todo esto con los periodos prolongados de sequía que ocasionan en la mayoría de los casos la pérdida del total de la producción.

Tradicionalmente se han utilizado en el ejido, como alternativa a la sequía ollas de agua las cuales no han dado los resultados esperados ya que al agua captada dura poco tiempo, debido a que esta se pierde por evaporación y filtración o en ocasiones la ubicación no es la adecuada y su captación es mínima, además es agua de baja calidad que únicamente se utiliza para dar de beber a los animales, no siendo apta para el consumo humano y debido a su capacidad de captación, no es posible utilizarla para el riego de cultivos.

Debido a lo anterior surge la necesidad de implementar en la zona sistemas de captación de agua de lluvia adecuados, que ofrezcan mayores ventajas sobre los sistemas existentes, por lo que se diseñara un sistema de captación para el consumo humano y agropecuario y a su vez realizar un estudio de levantamiento territorial para determinar la mejor ubicación del sistema de captación que se recomiende, y llevar a cabo el estudio técnico financiero, del proyecto, siendo estos aspectos los objetivos del presente trabajo.

**El sistema propuesto para la captación de agua de lluvia es el sistema, tipo B.C. Cosechador de agua de lluvia, diseñado por Carwin Brent Cluff, 1967**

Las ventajas de este sistema sobre el tradicional son significativas e importantes ya que el sistema se compone de cuatro partes fundamentales, que ayudan a mantener por más tiempo el agua almacenada en la cisterna y mejorando la calidad de esta, pudiéndose utilizar el agua previo análisis hasta para el consumo humano, la capacidad de almacenamiento es de 425.27 m<sup>3</sup> otro aspecto muy importante es que se podría iniciar con el cambio de cultivos introduciendo cultivos más rentables que apoyen a la economía del productor y sus familias y de esta forma a su desarrollo, al tener garantizado el abasto del agua para el riego.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## I. INTRODUCCIÓN.

Las zonas áridas y semiáridas son las más afectadas por la presión que se ejerce sobre la tierra al ser utilizadas para la agricultura y no contar con un abasto regular de agua y presentarse sequías prolongadas.

La explotación forestal en la mayoría de los ejidos del Municipio de Huayacocotla Ver. es la actividad principal, observándose áreas con un manejo adecuado de corte y reforestación, con lo que se ha logrado, en algunos casos, mantener el equilibrio de la región. Practicándose de forma secundaria la producción de forrajes como: Maíz, cebada, sorgo, entre otros; siendo esta producción para el consumo de animales no existiendo comercialización de ningún producto.

Dentro de la región se encuentran zonas que al paso del tiempo y por un mal manejo de sus recursos están totalmente deforestadas en donde la producción forestal y agrícola no son rentables y solo se producen forrajes, maguey pulquero y maíz de autoconsumo, para mantener a los pocos animales que poseen, dicha deforestación ha ocasionado que la zona presente procesos de desertificación.

Además de la poca producción existente, se sufre un grave problema de pérdida de suelos y escasez de agua, presentándose periodos largos de sequía, ocasionando la pérdida de la mayoría de los cultivos, por lo que se consideran, como zonas inestables.

Algunos de los ejidos que se encuentran en esta situación son los pertenecientes a la Sociedad de Solidaridad Social "Grupo Solidario de los Cinco", compuesta por las comunidades de: Donangü, Rosa de Castilla, Las Blancas, Agua Bendita y Loma de Yeguas en el estado de Veracruz.

Mientras la irrigación es la respuesta más adecuada a la sequía esta resulta ser costosa y solo beneficia a un grupo muy reducido de productores y a zonas que cuentan con el recurso agua ya sea por pozos, ríos o alguna otra fuente de abasto.

En consideración a todo lo anterior, es importante implementar en la zona alternativas para la captación de agua de lluvia. Se han utilizado tradicionalmente a través de los siglos, para solucionar dicha situación, gran variedad de ellas como son: microcuencas, represas, manejo de bordos en contorno, trampas para agua de lluvia, entre otras.

Sin embargo, estas técnicas no cumplen con todas las expectativas ya que algunas de ellas requieren de una área topográfica adecuada para que se inunde por medio de los escurrimientos superficiales, como las presas; otras solo captan agua de los escurrimientos superficiales la cual en la mayoría de las ocasiones no dura el tiempo requerido ya que esta se filtra y solo se utiliza como abrevadero.

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Por lo anterior, es necesario implementar técnicas para la captación de agua de lluvia o de colecta, adecuadas a las necesidades de la población y lograr la mayor captación de agua posible. De esta forma apoyar en la producción agrícola y pecuaria, así como en la conservación del recurso, siendo necesario proponer la utilización de sistemas que permitan el abastecimiento de agua para el consumo humano y agropecuario, entre los que encontramos el cosechador de agua de lluvia tipo BC, diseñado por Carwin Brent Cluff, en 1966. (Velasco y Carmona, 1982)

Otra alternativa para la utilización del agua captada, es la implementación de cultivos de ciclo corto como las hortalizas las cuales presentan grandes ventajas económicas y alimenticias, apoyando de esta forma a la economía familiar así como al abasto alimentario de las mismas.

Se propone para la producción de hortalizas un modelo de producción biointensivo propuesto por John Jeavons, (1991) que tiene como principal objetivo la recuperación de la fertilidad de los suelos y disminuir el consumo de agua para el riego.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Objetivos

### Objetivo general.

Diseñar un sistema de captación de agua de lluvia que permita el aprovechamiento de los escurrimientos superficiales formados durante el periodo de lluvias.

### Objetivo particular.

Realizar un estudio de levantamiento territorial que permita determinar las zonas de escurrimientos, en el ejido de Agua Bendita, Municipio de Huayacocotla, Veracruz. (que pueda abastecer el consumo humano o en uso agropecuario, durante periodos cortos de sequía)

Proponer el mejor sistema de captación de agua de lluvia acorde a las condiciones fisiográficas de la zona.

Realizar el estudio técnico – financiero del proyecto de captación de agua de lluvia.



## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 Cosecha y captación de agua de lluvia

Cosecha de agua de lluvia, esta expresión se emplea para describir el proceso de coleccionar y almacenar agua de una cuenca natural o de una superficie que ha sido tratada para incrementar el escurrimiento natural de alguna superficie y/o terreno.

El escurrimiento coleccionado de la precipitación es almacenado en un recipiente de tierra o cisternas. A estas estructuras se les denomina sistemas de colecta de agua. En estos últimos los fenómenos de infiltración y evaporación son totalmente controlados. (Velasco-Molina, 1982)

La captación de agua de lluvia se define como la colección de escurrimientos superficiales para su uso productivo, la captación de agua de lluvia puede lograrse de las superficies de tejados, así como de corrientes de agua, intermitentes o efímeras.

Las técnicas de captación de agua de lluvia que aprovechan el escurrimiento superficial de tejados o superficies terrestre caen bajo el término de captación externa, mientras que todos los sistemas que coleccionan descargas de corrientes de agua se agrupan bajo el término de sistemas de inundación, además de la captación in situ o microcaptación, esto es la captación que se realiza dentro del sistema.

Una amplia variedad de técnicas sobre captación de agua de lluvia para diferentes usos son conocidas, los usos productivos incluyen provisión de agua para uso doméstico y abrevadero, concentración de escurrimiento superficial para cultivos, forrajes y producción de árboles.

### 2.2 Características generales de algunos los sistemas de colecta de agua,

#### 2.2.1 Presas permeables de piedra.

Las presas permeables son una técnica de cultivo de inundación, donde las aguas de escurrimientos superficiales son esparcidas en los fondos de valles para mejorar la producción de cultivos. (Critchley, 1989) Al mismo tiempo, se controla el desarrollo de las cárcavas; las estructuras son típicamente largas, con paredes de baja altura a través de los valles. Las presas permeables de roca pueden ser consideradas como una forma de "terrazas wadi", aunque esta última se utiliza normalmente para estructuras dentro de corrientes de agua en zonas más áridas. (Figura 1)

La utilización de las presas permeables de piedra las podemos encontrar en el centro del oeste de África donde su uso se ha incrementado sustancialmente, en la última

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

parte de la década de los 80's. Esta técnica denominada dique filtrante, (en Francés) es particularmente popular donde se presentan problemas de cárcavas en los fondos de los valles previamente productivos, teniendo como resultado que la inundación ya no se presente de forma natural. La gran cantidad de trabajo involucrado significa que la técnica es de trabajo intensivo y necesita un enfoque de grupo, así como ayuda adicional externa como transporte de piedra.

## 2.2.2 Presa de Tierra.

Una presa de tierra es un almacenamiento por inundación, de reducida capacidad abastecido únicamente por agua de escurrimiento, cuya estructura principal es un bordo que no excede a los 5 ó 7 m de altura, el cual esta básicamente construido de tierra compactada y generalmente une dos puntos elevados del área. (Velasco-Molina, 1974)

Una presa de tierra debe de estar localizada donde el agua almacenada pueda tener una profundidad de 2.5 a 3.0 m por lo menos, en un 15 a 25% del área que ocupa la superficie líquida, considerando el nivel de las aguas normales de embalse. Los sitios que con facilidad pueden reunir estas condiciones se localizan en áreas aguas arriba colindantes a un paso estrecho entre dos elevaciones. (Figura 2)

Para la instalación de una presa de tierra se deben de cumplir dos requisitos fundamentales: a) debe de ser estructuralmente estable y b) de tener el máximo de impermeabilidad, ambos requisitos deben de cumplirse adecuadamente para el buen funcionamiento de la estructura.

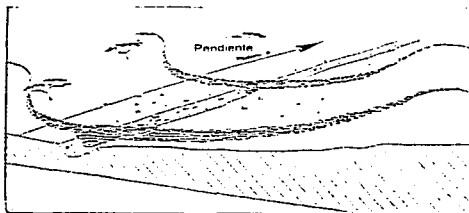


Figura 1 Presa permeable de piedra

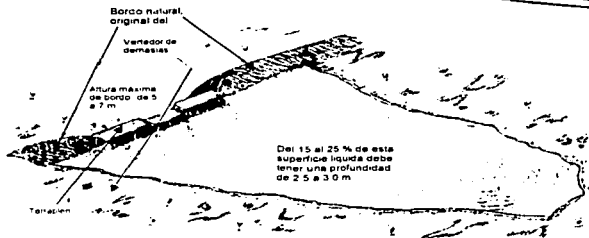


Figura 2. Partes que forman  
Una presa de tierra.

### 2.2.3 Microcaptación tipo "Negarim".

La microcaptación tipo Negarim es en forma de diamante, cuya base está rodeada por bordos pequeños de tierra, con un hoyo de infiltración en la esquina más baja de cada uno. (figura 3) el escurrimiento superficial se colecta desde el interior de la base y se almacena en el hoyo de infiltración. La microcaptación es utilizada para árboles o arbustos, esta técnica es apropiada para plantaciones de árboles en pequeña escala en cualquier área que tenga deficiencia de humedad. (Figura 4) Además, la captación de agua de lluvia para los árboles, conserva simultáneamente el suelo. La microcaptación tipo Negarim es precisa y relativamente fácil de construir.

Los primeros informes de esta técnica de captación son del Sureste de Túnez (Pacey y Cullis, 1986) la técnica a sido desarrollada en el desierto de Negev, Israel, la palabra Negarim se deriva de la palabra Hebrea para escurrimiento "Neger". La microcaptación tipo Negarim es la forma más conocida de todos los sistemas de captación de agua de lluvia.

Israel tiene el sistema Negarim más extendido y mejor desarrollado, principalmente en granjas de investigación en el Desierto de Negev, donde la lluvia es solamente de 100 a 150 mm por año. Sin embargo la técnica y las variaciones de ellas, son utilizadas ampliamente en otras zonas semiáridas especialmente en el norte y en la región Sub-Sahara de África.

Las características del sistema Negarim, según Pacey y Cullis, (1996) son:

- La microcaptación tipo Negarim es utilizada principalmente para el cultivo de árboles en zonas áridas y semiáridas.
- Funciona con precipitaciones tan bajas como 150 mm por año.
- Se debe de contar con suelos de 1.5 m de profundidad como mínimo, pero preferentemente 2 m de profundidad para garantizar el desarrollo radical adecuado y para almacenar el agua captada.
- La pendiente recomendada va desde suelos planos hasta pendientes del 5 %.
- La topografía no necesita ser uniforme, si no es uniforme deberá de establecerse un bloque de micro captaciones.

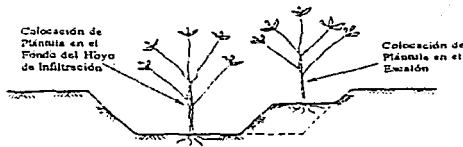


Figura 3. Establecimiento de plantas en la Microcuenca tipo negarim

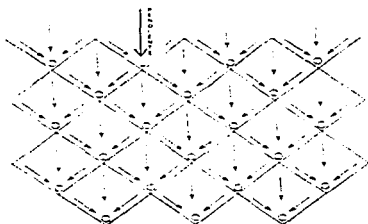


Figura 4. Trazo de las microcuencas en el sistema Negarim

#### **2.2.4 Bordos al contorno.**

Los bordos al contorno para árboles son una forma simplificada de microcaptaciones. La construcción puede ser mecanizada y la técnica es por tanto apropiada para la instrumentación en una mayor escala, como su nombre lo indica. el bordo sigue el contorno en espacios cerrados y con la formación de pequeñas represas de tierra el sistema queda dividido en microcaptaciones individuales. (Anaya, 1997) Con o sin mecanización, este sistema es más económico que la microcaptación tipo Negarim, particularmente por la instrumentación a gran escala en tierra uniforme, puesto que se moverá menor cantidad de suelo. (Figura 5) Otra ventaja de los bordos al contorno es su adaptabilidad para la producción de cultivos o de forraje entre ellos. Al igual que con otras formas de captación de agua de lluvia, el rendimiento de escurrimiento superficial es alto y cuando se diseña correctamente, no hay pérdida de escurrimiento superficial fuera del sistema; para su construcción es necesario considerar lo siguiente:

- Una precipitación de 200 a 750 mm; para zonas áridas y semiáridas, los suelos deben tener al menos 1.5 m de profundidad para garantizar el almacenamiento del agua.
- Una superficies planas hasta un 5 %; sin ondulaciones del terreno, también se puede adaptar a pendientes mayores, ajustando la distancia entre bordos la cual es menor.
- Los bordos al contorno no son adecuados para terrenos irregulares y erosionados, ya que los bordos se pueden romper al presentarse lluvias de alta intensidad.

#### **2.2.5 Bordos semicirculares.**

Anaya, (1997) menciona que los Bordos Semicirculares son terraplenes de tierra en forma de un semicírculo con las represas de los bordos sobre el contorno, los bordos semicirculares de dimensiones variables son un sistema de captación externa, utilizados principalmente para la rehabilitación de agostaderos o producción de forraje, (figura 6) esta técnica es también útil para el cultivo de árboles y arbustos y en algunos casos han sido utilizados para la producción de cultivos dependiendo de la ubicación y relación área de captación, área de cultivo elegida, puede ser una técnica de captación para pendientes cortas o largas. Los bordos semicirculares son recomendados como un método rápido y fácil para el mejoramiento de pastizales en zonas semiáridas, los bordos semicirculares son más eficientes en función del área de almacenamiento al volumen del bordo que otras estructuras equivalentes como los bordos trapezoidales, algunas de las características de los bordos semicirculares son:

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Requieren 200 a 750 mm en zonas áridas y semiáridas, se adapta en todos los suelos profundos y libres de sales.
- La pendiente debe de ser menor del 2 % pero con diseño de bordo modificado hasta 5 %, la topografía debe de ser uniforme.
- La limitación principal de los bordos semicirculares es que la construcción no puede mecanizarse fácilmente.



Figuran 5 Bordes al contorno



Figura 6. Bordo semicircular, en construcción

### **2.2.6 Bordos al contorno. (Microcuencas):**

Critchley, (1989) menciona que las represas al contorno, alguna vez llamadas surcos al contorno o microcuencas, son utilizadas para la producción de cultivos. Esta es de nuevo una técnica de microcaptación, los surcos siguen el contorno a un espaciamiento de 1 a 2 metros. El escurrimiento superficial es captado de la faja no cultivada entre bordos y almacenado en un surco justamente sobre el bordo. Los cultivos se colocan en ambos lados del surco, el sistema es simple y puede construirse a mano o con maquinaria, puede representar aún menos trabajo intensivo que la labranza convencional de una parcela. (Figura 7)

La producción de escurrimiento superficial de las longitudes de área de captación cortas son extremadamente eficientes y cuando se diseñan y construyen correctamente no existen pérdidas de escurrimiento superficial fuera del sistema. Otra ventaja es el crecimiento uniforme de cultivos, debido a que cada planta tiene aproximadamente la misma área de captación. Algunos de los requerimientos de este sistema de captación de agua de lluvia son:

- Se requiere de 350 a 750 mm de precipitación, se puede adaptar en todos los suelos agrícolas, aunque los suelos arcillosos y compactados pueden ser una restricción para la construcción a mano de los bordos.
- La pendiente recomendada puede ser plana y hasta un 5 %, la topografía debe de ser uniforme, deben evitarse las áreas con cárcavas u ondulaciones.
- De igual forma que en los bordos al contorno se puede utilizar en terrenos con mayor pendiente, reduciendo la distancia entre bordos para evitar arrastre del mismo.

### **2.2.7 Bordos de piedra al contorno.**

Los bordos de piedra al contorno son utilizados para reducir el escurrimiento superficial, favorecer la infiltración y capturar sedimentos. (Anaya, 1997) La captación de agua y sedimento conlleva directamente a un mejor desarrollo de cultivo, esta técnica es apropiada para la aplicación en pequeña escala en campos agrícolas, ya que con un abasto adecuado de piedra, puede ser instrumentado rápidamente y bajo costo, considerado como un sistema de captación externo. (figura 8)

El mejoramiento de la construcción y alineación a lo largo del contorno hace la técnica más efectiva, la gran ventaja de estos sistemas, basados en piedra, es que no hay necesidad de vertederos en donde se encuentran flujos potencialmente perjudiciales. El efecto filtrante de la barrera semipermeable a lo largo de ella, mejora

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

la distribución del escurrimiento superficial, en comparación a lo que los bordos de tierra son capaces de hacer.

- Este sistema requiere de una precipitación de 350 a 750 mm.
- Se adapta bien a todos los suelos agrícolas excepto en los suelos arcillosos y compactados ya que dificultan el trabajo anual.
- La pendiente va desde plana hasta 5 % y una topografía uniforme, sin cárcavas.



Figura 7 Bordo al contorno



Figura 8 Bordos de piedra al contorno

### 2.2.8 Captación de agua desde neblinas.

El clima en la costa Oeste de América del Sur es regulado principalmente por el anticiclón del Pacífico, lo que determina que en ese lugar las precipitaciones no excedan unos cuantos milímetros al año, dando lugar a un área de gran aridez. Sin embargo, esta zona forma una abundante nubosidad que se sitúa entre los 600 y 1200 m de altitud, esta capa nubosa se desplaza rozando los cerros costeros hacia los valles interiores, donde las altas temperaturas las dispersan. (figura 9) Bajo condiciones meteorológicas y topográficas adecuadas algunos cerros costeros han logrado mantener áreas de vegetación con características arbóreas, las que se riegan gracias a su capacidad de colectar el agua al paso de esas nubes.

Tal es el caso del proyecto CAMANCHACA, establecido en Chile, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAFE) iniciando estos trabajos de investigación en el cerro del Tofo, el cual es el trabajo más reciente y más conocido se ha desarrollado en los cerros cerca del mineral del Tofo a 30° de Latitud Sur.



## TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Figura 9. Esquematación del paso de la nube (Camanchaca) hacia los "Atrapa neblina"

Los principales investigadores de este proyecto fueron Pilar Cereceda (U. Católica de Chile), Humberto Fuenzalida (U. de Chile) y Robert S. Schemenauer (Canadá). Schemenauer, (1988) al implementar pequeños captadores de agua de neblina construidos con malla para cortina rompevientos por medios de polipropileno negro logra almacenar agua de la neblina. Debido a los resultados satisfactorios, la CONAFE diseñó y construyó 78 atrapanebulinas (figura 10) los cuales abastecen a un pueblo costero llamado Chungungo, siendo este la primera comunidad humana en el ámbito mundial en ser abastecida con agua potable, obtenida de la neblina. Cuenta en la actualidad con una superficie de captación de 3,600 m<sup>2</sup>, la cual puede producir en condiciones favorables hasta 100,000 litros de agua en un día. (Espinosa, 1977)



Figura 10. "Colectores de neblina" en Santiago De Chile

Los colectores de neblina cuentan con las siguientes partes: Panel Captador, Sistema de Conducción y Tanque de almacenamiento. El panel captador consiste básicamente en dos postes verticales separados a diez metros, los cuales soportan una estructura de cables sobre la cual se cuelga la malla, todo el sistema soportado y tensando con cable al piso. Bajo la malla y paralela a ella, se dispone una canaleta receptora de las gotas captadas que se deslizan por gravedad hacia el sistema de conducción (figura 11), se basa en la unión de cada captador para dirigir el agua hacia un solo lugar, esto por gravedad, el agua se almacena primero en un tinaco para poder realizar de forma adecuada las mediciones de líquido captado por día y posteriormente se dirige a un depósito de agua el cual abastece a la comunidad. El sistema de almacenamiento consiste en aprovechar los depósitos existentes en los ejidos ya que el agua captada se dirigirá a estos, o bien construir cisternas, las cuales se utilizarán con el mismo fin. (Schemenauer, 1996)

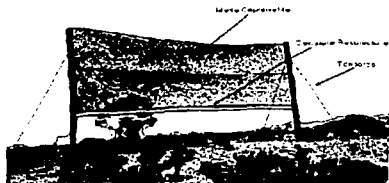


Figura 11. Partes del Cosechador de  
De neblina.

## 2.3 Cosechadores de agua de lluvia

### 2.3.1 Sistema ITDG

Este sistema fue diseñado por el Grupo de Técnicos del *Intermediate Technology Development Group* de Londres, Inglaterra, (1969), el cual consiste en un área de contribución circular, ubicándose en la parte central de este, una cisterna de almacenamiento, el área de contribución va modificando su nivel original con la tierra excavada de la cisterna, de manera que todos los puntos de la circunferencia son más altos que cualquiera de los cuatro lados de la excavación, la superficie del área de contribución disminuye gradualmente hacia la cisterna. Tanto el área de captación como la cisterna de almacenamiento son debidamente impermeabilizadas. En la cisterna se construyen celdas cilíndricas sobreponiendo anillos de arena-cemento: a cierta altura, la celda cilíndrica comienza a cerrarse, lo cual se logra sobre poniendo

anillos del mismo material cada vez de menor diámetro, hasta terminar o cerrar en un punto, formando una bóveda o domo, la celdas se interconectan entre sí por medio de orificios, los cuales se forman al colocar horizontalmente un pequeño tubo al momento de disponer los anillos. (Figura 12)

No es necesario estar humedeciendo la arena cemento, por que al terminar un domo éste se cubre con una película de plástico, preservando así la humedad con que se prepara la mezcla y llevando a cabo el curado correspondiente, todas las cavidades externas entre celdas cilíndricas son rellenas con arena, la cúspide de los domos quedan aproximadamente 50 cm debajo de la superficie del suelo, de tal manera que esta cavidad superior también es rellena con arena, solamente una de las celdas pegada al perímetro de la cisterna, permanece abierta al exterior con el propósito de introducir un recipiente para extraer el agua.

Una porción del agua de lluvia cosechada por este sistema, proviene del área de captación y escurre hacia la cisterna, mientras que la otra porción es recibida directamente por la cisterna, tanto una como otra, de estas porciones, pasa a través de la arena, filtrándose antes de llegar a las celdas.

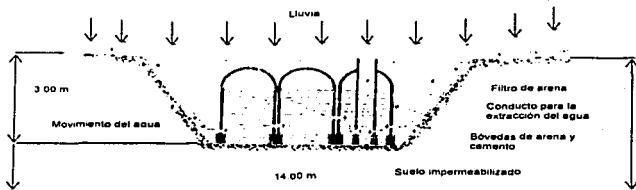


Figura 12. Cosechador de agua de lluvia  
Tipo ITDG

### 2.3.2 Sistema LT.

Este sistema LT cosechador de agua de lluvia, fue diseñado por C.W. Lauritzen y A.A. Thayer, U.S.A., (1979) las siglas L.T. se refieren a la letra inicial del apellido de sus diseñadores. El sistema LT consta de un área de contribución de forma rectangular o cuadrada, totalmente impermeabilizada. De una de sus cuatro esquinas o de cualquier parte de uno de sus lados, dependiendo de la topografía, se origina la tubería de conducción, generalmente de 6" de diámetro, la cual permite al agua de lluvia recogida en el área de contribución, ser conducida por gravedad a la cisterna

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

de almacenamiento. Aproximadamente en el punto medio de la longitud de esta tubería, se instala un desarenador que elimina arenas y limos.

Tanto el área de contribución como la cisterna de almacenamiento quedan protegidas por una cerca de alambre de púas, el área circundada cuenta con una puerta de acceso, la cisterna de almacenamiento, también debidamente impermeabilizada, cuenta además con un retardador de evaporación y un tubo de demasías del fondo de la cisterna, se origina otra tubería de conducción, generalmente de 2" de diámetro, longitud sujeta a la pendiente del terreno, es decir, a menor pendiente mayor será la longitud de la tubería, puesto que su principal función es desalojar por gravedad toda el agua almacenada en la cisterna.

A una distancia apropiada de la cisterna se localiza un piezómetro, cuyo cero tiene la misma elevación topográfica que el punto más bajo del orificio de salida ubicado en el fondo de la cisterna. Este último dispositivo se encuentra fuera de la exclusión y permite observar en cualquier momento, el volumen de agua pluvial almacenado en la cisterna. En el caso de que se desee hacer cuantificaciones de eficiencia del sistema.

Finalmente, y en lugar conveniente, se instalan un filtro con su llave el cual se puede utilizar para uso agrícola, consumo humano y un bebedero para consumo animal.

Como seguridad para las partes constitutivas del sistema, se construye un bordo de protección, mismo que puede hacerse con el suelo excavado de la cisterna. (Figura 13)

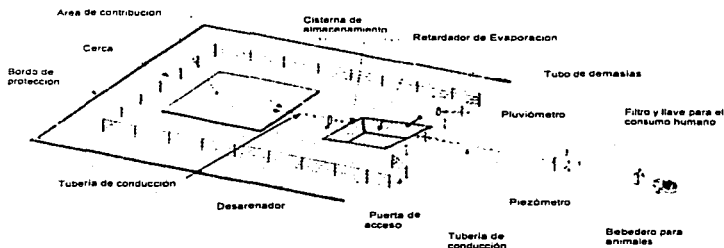


Figura 13. Sistema de captación de agua tipo LT.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## 2.3.3 Sistema BC

El sistema BC: cosechador de agua de lluvia, fue diseñado por Darwin Brent Cluff, U.S.A., (1967). Este sistema cuenta también con un área de contribución de forma rectangular o cuadrada totalmente impermeabilizada. En uno de sus lados se conecta directamente con la cisterna de almacenamiento, del fondo de la cisterna se inicia una tubería, la cual tiene por objeto desalojar toda el agua almacenada en la cisterna. A una distancia conveniente se instala el sistema de riego a utilizar, la llave para consumo humano o el bebedero para consumo animal. (Figura 14)

Para proteger el área de contribución y la cisterna de almacenamiento se construye una cerca de alambre de púas.

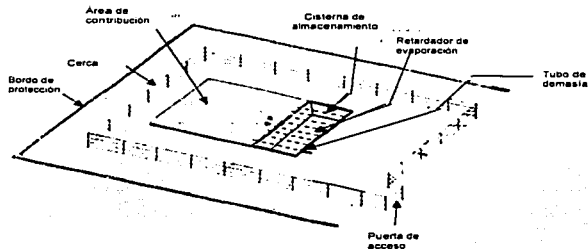


Figura. 14 Cosechador de agua de lluvia tipo BC.

## 2.3.4 Sistema Vecar 500 000 lt.

El sistema Vecar 500 000 lt, cosechador de agua de lluvia, fue diseñado por H. A. Velasco-Molina y G. Carmona R. en México, 1982.

La superficie en que se construye este sistema debe de estar circundada por una cerca de protección de alambre de púas, con 7 hilos con pestería cada cuatro metros y una puerta de acceso alrededor de este; por los lados, se construye un borde de protección por fuera de la cerca; en el interior de la exclusión se instala el área de contribución y la cisterna de almacenamiento. El área de contribución, conecta directamente con la cisterna de almacenamiento, del fondo de la cisterna se origina

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En tubería de conducción, la tubería continua a una unión tipo "Y" donde se bifurca el agua, siendo uno de los ramales alimentación de un bebedero para consumo animal y el otro la alimentación de filtro y llave para consumo humano (Figura 15) Este sistema esta diseñado principalmente para consumo humano, sin embargo se puede utilizar para el riego de cultivos hortícolas. Dependiendo de su ubicación geográfica y características climáticas, pudiéndose utilizar para un solo propósito.

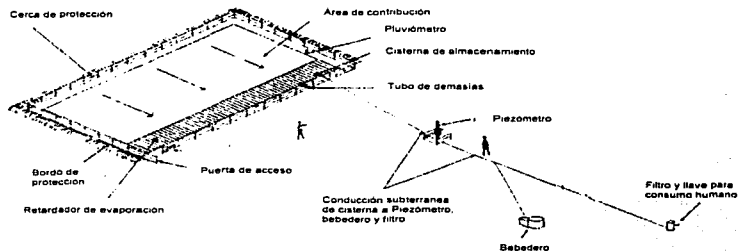


Figura 15. Sistema Vecar, 500,000 lt

## 2.4 Factores para implementación de los cosechadores de agua de lluvia en general.

Velasco-Molina, (1974) indican que para ubicar cada uno de los sistemas descritos se deben de considerar tres factores básicos:

### 2.4.1 La ubicación o distribución de los cosechadores de agua de lluvia.

Esta ubicación se realiza tomando en cuenta el propio interés de los productores, quienes consideran las zonas importantes de pastoreo, los sitios destinados para la producción agrícola los lugares remotos dentro del ejido donde es difícil obtener agua para el consumo humano.

### 2.4.2 Topografía del terreno.

Tomando en cuenta que las trampas son sistemas recolectores de agua de lluvia que funcionan únicamente por acción de la gravedad, es necesario que el sitio seleccionado para su instalación tenga una pendiente que oscile entre el 3 y 5 %, ya

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

que terrenos de menor pendiente requieren una distancia mayor de tubería para canalizar el agua de la cisterna de almacenamiento.

Por otra parte terrenos con excesiva pendiente harían que la superficie de exposición del área de captación se redujera considerablemente y además los escurrimientos provenientes de aguas arriba del terreno podrían ocasionar una erosión incontrolable, dañando las partes constitutivas de la trampa, finalmente, el grado de dificultad para la construcción de trampas en terrenos con pendientes muy pronunciadas y en sitios remotos, podría ser un factor limitante tanto para el acarreo de los materiales como para la construcción de la trampa.

### 2.4.3 Dureza del suelo.

La cisterna de almacenamiento de una trampa de agua puede hacerse con maquinaria pesada, sin embargo, esta no se encuentra disponible en todos los casos y las excavaciones se llevan a cabo con pico y pala, tarea que se vuelve sumamente lenta en el caso de áreas con subsuelo o rocas superficiales demasiado dura.

### 2.5 Proyectos en nuestro país.

#### 2.5.1 Captación de agua de lluvia, su uso y su recuperación en la Huasteca Veracruzana.

El Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 136 (CBTA 136) diseña un sistema prototipo de recolección de agua de lluvia, haciendo de esta manera un uso más eficiente; el método empleado es la utilización de la lámina galvanizada que se coloca abajo del contorno del techo; esta es depositada en un tanque de almacenamiento, para su posterior uso doméstico. El sistema de captación del agua pluvial, permite darle un uso tan amplio, ya que el tratamiento que se le da permite usarlo en forma cíclica. El agua de captación proviene directamente de la captación de los techos de las casas se usa para, consumo doméstico, aseo personal y para la higiene. (Tellez, 1999)

El CBTA 136, ubicado en San Sebastián, Municipio de Tantoyuca, Veracruz, atiende a más de diez municipios de la región que al igual que Tantoyuca, se encuentran en la provincia de la Sierra Madre Oriental, regionalmente la zona es conocida como Huasteca Veracruzana, en ella prevalecen climas cálidos subhúmedos y los semicálidos húmedos.

Su precipitación media anual es de 1,041 mm, esta se concentra en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, el mes más seco tiene entre 40 a 60 mm de precipitación y el periodo de estiaje es muy prolongado. Presenta suelos tipo,

vertisoles, los cuales se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos.

La región es una zona con problemas de escasez de agua, convirtiendo el paisaje en terrenos bajos extensos, con lomeríos suaves y con grandes presas (ollas de agua: jagüey) donde se acumula el agua de lluvia, la cual es durante varios meses la única proveedora del preñado líquido para los habitantes de esta región. No solo la utilizan para la actividad agropecuaria, sino es el único suministro para el uso personal, aseo, preparación de alimentos y consumo individual

### **2.5.2 Sistema de captación de agua de lluvia a nivel de piso zona de Zongolica**

La Comisión Nacional del Agua propone como una opción alternativa la captación de agua de lluvia como una solución viable, funcional y económica al problema del abastecimiento presente en las localidades rurales de la sierra de Zongolica, principalmente por la carencia de fuentes con fiables en cantidad y calidad en época de estiaje.

Este proyecto se desarrolló en la localidad denominada Barrio de Santa Cruz, perteneciente al municipio de Tequila, Ver. el cual presenta problemas con el abastecimiento de agua potable. Esta localidad se encuentra ubicada en la región del Pico de Orizaba.

La captación se realizó a nivel piso, de ahí se condujo el agua captada a través de una canaleta hasta un desarenador, para luego pasar al tanque de almacenamiento; este proyecto ayuda a resolver las necesidades de consumo de dos familias de 7 habitantes cada una.

El área de captación para el Barrio de Santa Cruz es de 250 m<sup>2</sup>, con una pendiente del 5%. El sistema colector consta de una canaleta construida de tabique rojo recocido con unas dimensiones de 0.50 metros de ancho y 0.30 metros de profundidad, con una pendiente del 5% hacia el almacenamiento. El volumen de la cisterna es de 22 m<sup>3</sup>. (Acosta, 1999)

### **2.5.3 Cosecha de agua de lluvia.**

En el predio Ejidal Lagunita y Ranchos Nuevos, del Municipio de Doctor Arroyo, Nuevo León, con una superficie total de 4,340 ha, el cual se ubica en el kilómetro 75 sobre la carretera Central en el tramo Matehuala-Salttillo. Presenta un clima semiárido con régimen de lluvias en verano, temperatura media anual entre 12° y 18° C, del mes más frío entre -3° y 18°C y del más caliente mayor de 18° C muy extremo.



## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Se construyeron un total de 7 trampas de agua de lluvia en el año de 1975, utilizando los sistemas BC, LT y techo cuenca, la superficie requerida para cada trampa fue de 2,400 m<sup>2</sup> siendo áreas rectangulares de 40 X 60 m, en el caso del techo cuenca se utiliza una superficie de 401.48 m<sup>2</sup> siendo un área rectangular de 20.90 X 25.5 m.

Las trampas de agua se utilizaron principalmente para el consumo animal, evaluándose y comprobando su efectividad al medir su capacidad por un periodo de 5 años, concluyendo que el agua captada por las trampas era adecuada también para el consumo humano.

El promedio de agua captado y almacenado en exceso de la capacidad instalada fue de 317 640 lt de agua, en los 8 sistemas construidos, ya que se esperaba una captación anual de 1 803 643 lt sin embargo el volumen promedio captado por año fue de 2,121,283 lt.

El volumen total captado en los 5 años en las trampas de agua sumó 10 606 412 lt. Con estos resultados se logró establecer una infraestructura útil para los habitantes del ejido, generando información confiable para captar, almacenar y conservar agua de lluvia en las áreas donde no es posible obtener agua del subsuelo, o donde esta es de mala calidad. (Velasco, 1977)

### III. Proyecto técnico

#### 3.1 Ubicación del área de estudio.

La región de estudio forma parte de la Sierra de Huayacocotla, "Lugar de grandes ocotes", la cual es parte de la Sierra Madre Oriental, (figura 16) esta impuesta por el macizo montañoso regional conocido bajo el nombre de cumbres de Huayacocotla, las cumbres más elevadas son: el Cerro Verde, Cerro de las Ollas, el Corcovado, Cerro del Plumaje, el Texcatepec, del Toro, entre otros, que oscilan entre los 1,600 a los 2,400 metros de altura sobre el nivel del mar. Dos regiones muy diferenciadas sobresalen panorámicamente, la Serrana y la Huasteca. Huayacocotla, Zontecomatlan, Tiachichilco y Texcatepec comprenden la zona serrana, Benito Juárez e Ixcatepetl, corresponden a la Huasteca. (Cárdenas, 1971)

En Huayacocotla se encuentran suelos tipo chernozem, de diversas tonalidades entre los cuales encontramos de color: rojo, café y café rojizo.

Hasta 1957 el microclima de la parte alta de la Sierra se clasificaba como húmedo frío, sin estación seca definida, a partir de esa fecha, gradualmente la estación no lluviosa ha ido intensificándose hasta definirse entre los meses de marzo y julio, como consecuencia ha habido un notable aumento de temperatura, afectando de forma particular algunas comunidades del municipio de Huayacocotla.

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tierras que se ubican debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar son tropicales, incluye la mayor parte de Benito Juárez, parte de Tlachichilco y gran parte de Ixhuatlan de Madero. De 500 a 1500 metros sobre el nivel del mar, son mesotermiales o templados, siendo parte de los municipios de Tlachichilco, Zontecomatlan y Texcatepec. Las que están por arriba de 1500 metros sobre el nivel del mar, son de clima frío, comprendiendo el municipio de Huayacocotla, parte de Tlachichilco y Texcatepec.

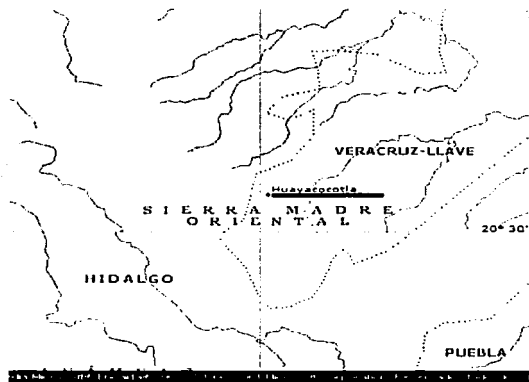


Figura 16. Mapa Político. Municipio de Huayacocotla Ver.

Los vientos dominantes son los alisios del Golfo de México, estos acarrearán una nubosidad muy densa a las cumbres de Huayacocotla, que actúan como retén, proporcionan el enfriamiento que produce la precipitación. La precipitación media anual en la parte alta es del orden de 2500 mm. Las heladas son frecuentes en el sureste de la región, hacia los 2000 m de altura en los meses invernales, con frecuencia de 3 a 5 años cae nieve en las cumbres de la sierra.

Existen algunas corrientes menores, como arroyo prieto, arroyo hondo al sur de Villa de Huayacocotla confluyen al arroyo de Potrerillos que marca el límite estatal al extremo Sur de la Sierra de Huayacocotla. (Sotres-Romero-García, 1998)

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En cuanto a la vegetación existente en la región de alta montaña. Huayacocotla, Texcatepec e Ixmiquilpan predominan los bosques de coníferas, encinos y álamos, entre las coníferas se encuentra el Ciprés, el Oyamel, abundantes variedades de encinos y en menor cantidad el Roble, en estos bosques se desarrollan el liquidambar y como especies de frutales se presentan el manzano, peral y ciruelo. Y en lo que respecta a la fauna de la región se clasifica de modo predominante como neotropical. Actualmente, se encuentra el zorrillo, conejo, aguililla, gorrion, paloma, jilguero, gavián, golondrina y cuervo. En las corrientes fluviales se encuentran especies como: acamaya, lobo, mojarra y trucha; al pie de la sierra y en las partes bajas aún se encuentran la Guacamaya, el loro, el perico, el papan y serpientes. En las montañas se encontraba hasta los años 70's el jabalí, gato montés, tapir, venado, armadillo entre otras. (Cihuame A.C. 1998)

### 3.2 Municipio de Huayacocotla

#### 3.2.1 Localización

Los ejidos de Agua Bendita, Donangú, Las Blancas, Loma de Yeguas y Rosa de Castilla pertenecientes al municipio de Huayacocotla, se ubican en la región noroeste del estado de Veracruz en la Sierra Madre Oriental y estribaciones de la Cordillera Neovolcánica entre las coordenadas 20° 30' y 20° 35' de latitud norte y 98° 30' y 98° 35' de longitud oeste, el municipio de Huayacocotla limita al Norte con el estado de Hidalgo, al Sur con el estado de Hidalgo y Puebla, al Este con el estado de Hidalgo y al Oeste con los municipios de Zacualpan, Texcatepec y Zontecomatlán, pertenecientes a la Sierra de Huayacocotla. (Figura 17)

Presenta un relieve irregular formado por cañadas que refugian pequeños y angostos Valles rodeados por laderas con pendientes que oscilan entre 5 y 60 % con elevaciones que varían desde 950 a 2700 m.s.n.m. (Cárdenas, 1971)

#### 3.2.2 Clima.

En general el municipio de Huayacocotla presenta un clima templado húmedo, con temperatura media anual del mes más frío de 3 a 8° C y el más caliente mayor a 16°C con verano fresco y neblina frecuente. La precipitación media anual varía por sus características topográficas presentando zonas con 634 mm de precipitación anual, hasta aquellas del lado de Barlovento que pueden alcanzar los 1358 mm, sin embargo en la región de estudio se llegan a presentar periodos largos de sequía, los cuales llegan a prolongarse hasta nueve meses o más. (Cihuame A.C., 1995)

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

### 3.2.3 Localización del proyecto.

El proyecto de construcción de colectores o cosechadores de agua de lluvia, como apoyo al abasto humano, productivo y ganadero se desarrollará, en el Ejido de Agua Bendita, debido a que es el ejido con un grado mayor de aridez, además de estar considerado como de extrema pobreza.



Figura 17. Mapa Físico político  
Municipio de Huayacocotla Ver.

#### IV. Diagnostico de la zona de estudio

##### 4.1 Evaluación rural participativa.

Se realizó un diagnostico de las condiciones del medio Rural, de la producción, y de la vida comunitaria, utilizando para tal propósito la Evaluación Rural Participativa, propuesta por Época A.C. (1980)

La Evaluación Rural Participativa (ERP) es un método de trabajo que busca facilitar la obtención de información de las comunidades y a la vez, que la comunidad reflexione acerca de su realidad y problemática, recuperando así el conocimiento, historia y puntos de vista de los productores y en forma paralela generar las opciones y aportaciones de un equipo externo, que surja del conocimiento directo de la comunidad y facilite su sistematización.

La ERP nos permite conocer los recursos y problemas existentes en la comunidad (naturales, económicos, culturales y sociales) a partir de estos conocimientos, se puede generar posibles soluciones.

La Evaluación Rural Participativa se realizó en un periodo de cinco días, incluyendo los recorridos de campo y los trabajos de análisis que se desarrollaron conjuntamente con los equipos local y externo, así como las reuniones de evaluación diaria del equipo externo y una o dos sesiones de trabajo nocturno con algunos integrantes del equipo local, para explicarles e iniciar el llenado de los cuadros respectivos. (Cihuame A. C., 1996)

Las partes que forman la evaluación rural participativa para su desarrollo son las siguientes:

Previamente para la realización de la ERP, el equipo externo incluyendo, al coordinador estatal, contó con información general del ejido, la cual consistió en reunir diversos documentos que refieran al ejido y a la región en donde se ubica; esta información se obtuvo en forma indirecta, por medio de censos de población, mapas topográficos, la carpeta básica del ejido y en forma directa, a través del promotor de la comunidad, de gente que trabaja o haya trabajado en la comunidad o en la zona, del INI, Programa de Mujeres en Solidaridad, Municipio, entre otros. (Cihuame A.C. 1996)

Posteriormente a la lectura y análisis de documentos e informaciones directas se precisaron los siguientes puntos:

1. Ubicación geográfica de la comunidad.
2. Acontecimientos históricos centrales.
3. Actividades productivas preponderantes su historia y antecedentes.
4. Posibles problemas centrales de la comunidad.

5. Posibles acciones inmediatas.
6. Programa de trabajo.

Al contar con esta información ordenada se contó con los datos necesarios para tener una visión general del ejido, que permitió ubicar los elementos que fueron surgiendo en el ejercicio de la ERP.

Además se contó con la información de censos, estudios hechos por diversos grupos o instituciones en otros años, se tuvo un conocimiento inicial de la situación de la comunidad y de la zona que sirvió como punto de partida, esta información cubrió: Clima, precipitación, topografía, ríos y arroyos, vegetación, zonificación ecológica, patrones de producción prácticas de cultivo, manejo de recursos, problemas generales y oportunidades que se presentan a la comunidad. La información documental deberá analizarse y presentarse en gráficas, tablas o reportes sencillos y compartirse en primer lugar con todos los miembros del equipo para tener una misma información y en segundo lugar con toda la comunidad.

Se realizaron algunas visitas y pláticas informales con gente de la comunidad, donde se obtuvo información de diferentes experiencias, intereses o puntos de vista, los cuales participaron en la evaluación, en momentos especiales, con lo que se enriqueció esta. El material recabado se sintetizó en un documento el cual se pone a disposición de los miembros del equipo. (Cihuame A.C., 1996)

#### V. Plan de ordenamiento territorial

Se realizaron acciones de capacitación específica para hacer el diagnóstico ecogeográfico y un plan de manejo del territorio de la comunidad, con la finalidad de que la información que se obtuvo durante el trabajo realizado en la Evaluación Rural Participativa fuera de mayor utilidad para la comunidad, fue necesario realizar una descripción más precisa del entorno geográfico de la comunidad, considerando el manejo de los sistemas productivos, así como el grado de conservación y deterioro de los recursos naturales, estos elementos son los que se consideran para realizar el diagnóstico ecogeográfico y así poder realizar el Plan de Manejo Territorial, cuyo objetivo es la implementación de una serie de prácticas para mejorar los terrenos menos productivos mediante acciones que permitan aumentar el rendimiento de los cultivos y en su caso la recuperación de áreas.

Una de las actividades importantes, durante el desarrollo de la ERP, es la elaboración del mapa del uso del suelo y Georeferenciación del mismo, los cuales deben contener información general en cuanto al uso del suelo, límites y colindancias, distribución de parcelas, tomando como base las cartas topográficas del (INEGI), para localizar las comunidades geográficamente, se emplean estos mapas.

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Con base a la información geográfica, se localizan los cosechadores de agua de lluvia, debiendo localizarse cerca del núcleo urbano, parcelas, y/o abrevaderos dependiendo del uso que se le dé; sin embargo el área final destinada a la construcción del cosechador de agua idealmente solo podrá determinarse por la asamblea general del ejido, así como quienes serán los beneficiados, o bien si se utilizarán áreas de uno comunal.

Se realizará un análisis de mecánica de suelos, este tipo de estudio tiene por objeto proporcionar la información adecuada para el cálculo de los movimientos de tierra, indicar los procedimientos de construcción que caractericen un buen comportamiento de la obra, considerando el tipo de la misma y las condiciones geológicas de la región.

Es determinante al seleccionar el sitio final; tener la seguridad de consistencia del suelo hasta cierta profundidad mediante los sondeos se realizaran mediante el método de penetración estándar (ASTM D-1586) que proporciona valores que pueden correlacionarse con algunas propiedades físicas importantes del suelo. Estos se llevan a cabo por medio de la excavación de pozos a cielo abierto, hasta una profundidad de 2 m sobre la línea de eje del proyecto para obtener muestras representativas de los materiales a fin de conocer sus características físicas y mecánicas.

No debemos pasar desapercibido los aspectos siguientes: la fisiografía, el clima, hidrología, suelos, geología, para conocer el tipo de material, las condiciones en las que se elaborará, la humedad, la ubicación, etc.

Topográficamente se recomienda que el terreno tenga una pendiente entre el 3 y 5% para garantizar un funcionamiento adecuado del cosechador de agua de lluvia. Sin embargo puede establecerse en lomeríos suaves o bien en zonas con pendientes más pronunciadas, para lo cual será necesaria la utilización de maquinaria, para la nivelación del monte y darle la pendiente requerida, lo que ocasiona un mayor gasto de construcción.

El tipo de suelo de gran parte de la región de Agua Bendita donde se pretende construir el cosechador de agua de lluvia es tepetate, el cual, según Rodríguez (1999) considera que los tepetates corresponden a la amplia clasificación geológica de los materiales piroclásticos consolidados, solo por procesos diagenéticos, que afloran a la superficie moderadamente alterados, que lo hacen impermeable y retienen consecuentemente el líquido y su dureza esta determinada por la dificultad que representa penetrarlo. Nimlos y Ortiz (1987) consideran que los tepetates corresponden a depósitos consolidados de cenizas volcánicas llamados tobas y que la dureza de la toba también se debe a procesos pedogenéticos que contribuyeron a su cementación y pueden clasificarse según los productores de acuerdo con su color y dureza, en tepetate blanco, (el mas duro), tepetate amarillo (el menos duro) y tepetate rojo (de dureza intermedia), por lo que este afloramiento de capas duras es

él más adecuado para las obras de construcción, como la del cosechador de agua de lluvia.

En virtud de lo anterior, es posible la construcción del cosechador en el ejido de Agua Bendita, debido a que se encuentra ubicado en zonas de tepetate y en cuanto a la topografía, si el terreno presenta pendientes muy pronunciadas podrán realizarse movimientos de tierra por medio de maquinaria pesada. No debe de considerarse a la topografía como una limitante para la realización de estas obras, sino buscar las características que permitan disminuir los costos para la construcción de los cosechadores de agua, que es vital para incrementar la potencialidad de zonas que presentan escasez de precipitación o bien se presenta mal distribuida a lo largo del año.

Una parte importante del trabajo fue la realización de una base de datos para proponer un sistema de información geográfica (SIG), el cual sirve para el desarrollo del diagnóstico integral entre, productivo y algunas características de la comunidad.

Ya integrada toda la información en el SIG, se procedió a la realización de los mapas de uso de suelo campesino, Hidrología y Altimetría, Pendientes y Medios ecodinámicos, los cuales en su conjunto se utilizan para realizar el Plan de Ordenamiento territorial. (Cihuame A.C, 1996)

### **5.1. Mapa de uso de suelo campesino:**

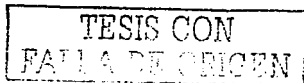
Nos proporciona la ubicación de los terrenos de la comunidad, así como las áreas productivas clasificándose en cultivos anuales, perennes o semiperennes, potreros y áreas de vegetación, además de la ubicación de la comunidad o zona urbana.

### **5.2 Mapa de pendientes:**

Este mapa nos muestra, la variación del relieve, el cual no ayuda a determinar de cierta forma, el grado de deterioro que existe en una determinada área contraponiéndolo con el mapa de uso de suelo campesino.

### **5.3 Mapa de hidrología:**

Muestra el escurrimiento del agua durante el temporal, en los ejidos, lo cual tiene que ver con la necesidad de conservación del suelo y de la vegetación, ya que en lugares donde hay ausencia de ésta, el suelo se pierde a causa de la erosión que ocasiona la lluvia. (Figura, 18)





#### **5.4 Mapa de altimetría:**

Nos da la altura a la que se encuentra la comunidad sobre el nivel del mar para de esta forma conocer la altitud en que se ubican las parcelas, lo cual al igual que el mapa de pendientes nos permite determinar si es una zona deteriorada o no. (Figura 19)

#### **5.5 Mapa de medios ecodinámicos:**

Es el grado de deterioro existente en el medio el cual puede ser estable, integrado, frágil o inestable (figura 20) y a través de esta, planear la forma de trabajo para atender áreas consideradas como prioritarias. (Inestable y frágiles)

Este es el resultado del conocimiento de los mapas, ya que en su conjunto nos muestra la dinámica del medio, que es la combinación de las características ambientales y del uso del suelo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Referencia: 359/43003 Comunidad: AGUA BENDITA

Mapa: HIDROLOGIA-PENDIENTES

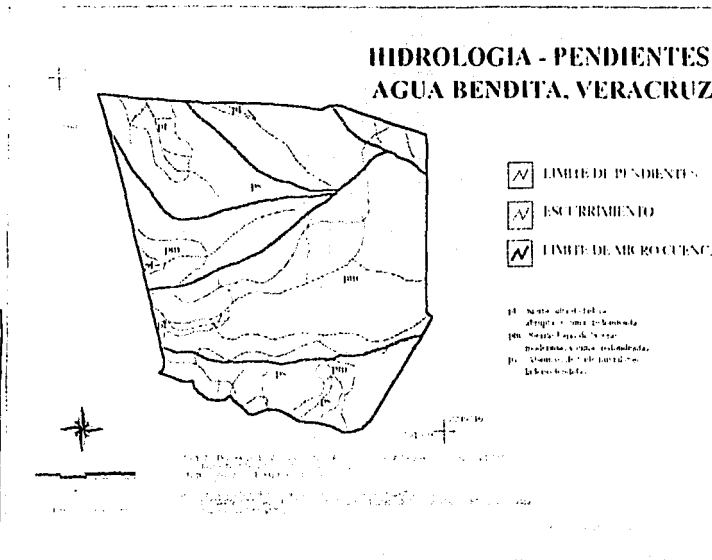


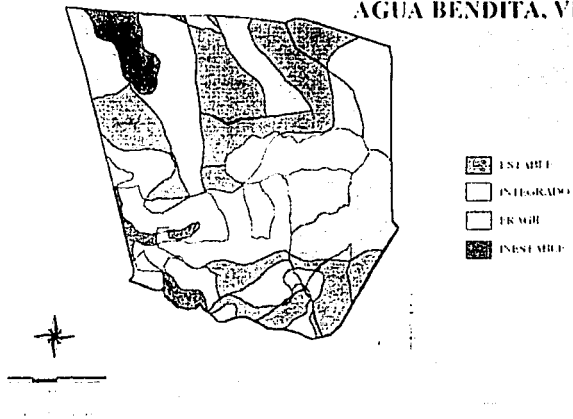
Figura 18. Mapa de hidrologia y pendientes Agua Bendita Veracruz

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Referencia: 16/14203 Comunidad: AGUA BENDITA

Mapa: MEDIOS ECODINAMICOS

## MEDIOS ECODINAMICOS AGUA BENDITA, VERACRUZ



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

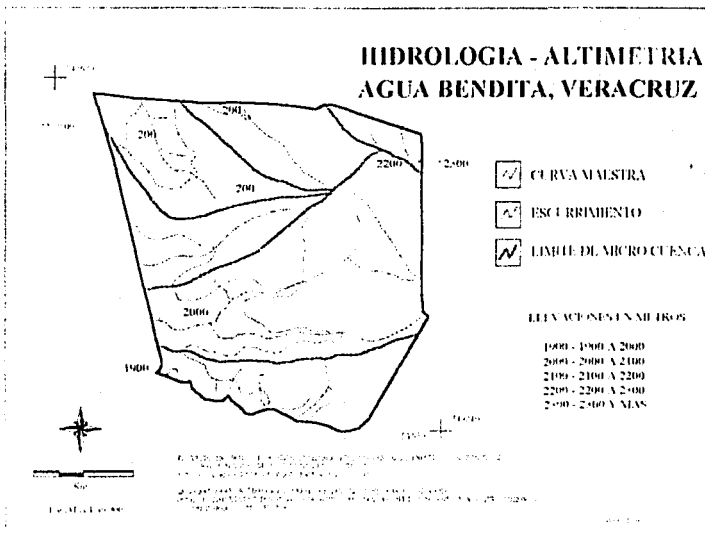
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE VERACRUZ

Figura 20.- Mapa de medios ecodinámicos, Agua Bendita Veracruz.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Referencia : 359740903 Comunidad : AGUA BENDITA

Mapa : HIDROLOGIA ALTIMETRIA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 19. Mapa de Hidrología y Altimetría Agua Bendita Veracruz

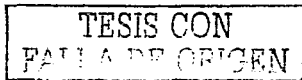
Basándose en los mapas ecodinámicos y de uso de suelo campesino los promotores en conjunto con la comunidad desarrollaron una propuesta de manejo, mediante un PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL INTEGRAL, que considera el deterioro, fragilidad y conservación del suelo y de los recursos, basándose en el cruzamiento de la información, del tipo de pendiente de la parcela, con el uso del suelo campesino, tipo de siembra (anuales o perennes) así como los escurrimientos para determinar la ecodinámica del lugar. Para tomar cualquier decisión de ordenamiento, planificación de la producción o aprovechamiento de los recursos naturales se toman en cuenta los elementos que componen al paisaje o medio rural, como son los aspectos sociales, naturales, productivos y ambientales.

Los elementos del paisaje influyen unos con otros, estos no están fijos, el paisaje es un conjunto de elementos en permanente movimiento, este se ve afectado por la presión que ejerce el hombre en ellos, ocasionando la pérdida de la vegetación natural y con ello el deterioro del ambiente.

Esto se observa de forma más concreta en la erosión del suelo ocasionada por la lluvia la cual dependiendo de la pendiente, de los terrenos puede ser en mayor o menor grado; la pendiente, puede ser suave, moderada o fuerte y las más profundas que llamamos barrancos o escarpes, además de la pendiente la pérdida del suelo también se ve afectada por el uso del suelo es decir, la forma que se utiliza cada terreno, para la producción.

La combinación de las pendientes con los diferentes usos del suelo va a provocar que tanto el suelo como la vegetación; se acumulen, se conserven, o se pierdan, teniendo que, en las zonas altas (monte), si se termina con los árboles, se irá perdiendo el suelo permanentemente, sin posibilidad de recuperarlo, en la zona media (pendiente moderada) se acumula el suelo que se pierde en la zona alta, sin embargo tiene una pérdida de suelo esta es menor que la que se tiene en zonas altas, por lo que podemos decir que esta en equilibrio, en la zona baja (pendiente suave a nula) el suelo que se pierde en las otras zonas se acumula, por lo que se considera suelo de muy buena calidad, con un riesgo mínimo de perderse. En los lugares en donde se pierde suelo también se van perdiendo especies vegetales, e incluso se van perdiendo al mismo tiempo especies animales.

Al cruzar la información del uso del suelo con las pendientes se puede definir si las áreas de la parcela o terrenos, también llamados medios son: estables o conservados, integrados o en equilibrio, frágiles, inestables o deterioradas. (Ortiz, 1996)



#### **5.5.1 Medios conservados o estables.**

Son aquellos lugares que presentan estabilidad productiva o permanencia de la cubierta vegetal, debido a que son terrenos planos, con pendiente moderada o con abundante vegetación en áreas con pendientes fuertes.

#### **5.5.2 Medios equilibrados a integrados**

Los que por su ubicación y el tipo de pendientes, moderada o fuerte, pierden suelo pero a la vez la recuperan, ya sea porque se ha perdido parte de la vegetación o por la erosión de suelo.

#### **5.5.3 Medios frágiles:**

Son aquellos que presentan cambios rápidos en su cubierta vegetal de tal forma que pierden suelo a un ritmo acelerado y para su conservación es necesario dirigir prácticas específicas para la conservación del mismo.

#### **5.5.4 Medios inestables**

Se presenta debido a una sobre explotación del medio, lo que ocasiona que se pierda en su totalidad por el manejo que se le da, fuertes escurrimientos y una ausencia casi total de la vegetación.

#### **5.6 Matriz de Medios Ecodinámicos**

Para definir la situación de los terrenos del ejido de Agua Bendita se utilizó la matriz de medios ecodinámicos (cuadro 1) en donde se combina la pendiente con el uso de suelos, para obtener el medio en donde se encuentra ubicada la parcela. (Landa, 1996)

Determinada la ecodinámica del lugar, se propone el manejo que más adecuado para las zonas inestables, frágiles e integrada, siendo este el orden de importancia para el manejo de las áreas productivas que caen dentro de la clasificación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 1. Matriz de modelos ecodinámicos

Usos de suelo \ Pendientes	Pendientes				
	Escarpe o peña	Pendiente fuerte	Pendiente moderada	Pendiente suave	Plano
Vegetación natural	Frágil	Integrado	Estable	Estable	Estable
Cultivos perenes y semiperenes (caña, café, nopal, etc.)	Inestable	Frágil	Integrado	Estable	Estable
Potreros	Inestable	Inestable	Frágil	Integrado	Estable
Cultivos anuales (maíz, frijol, forrajes, etc.)	Inestable	Inestable	Frágil	Integrado	Estable

## VI. Proyecto

Para el desarrollo del proyecto se requiere, contar con la aprobación del ejido, por lo que debe, tener un primer acercamiento con las autoridades de esta para garantizar un mejor resultado en la ejecución del proyecto, debiendo realizar los siguientes pasos:

### 6.1 Presentación a la comunidad.

Para promover en la comunidad el interés por la planeación comunitaria es importante, hacer varias visitas previas y un recorrido por el área de trabajo.

Hablar con las autoridades de la comunidad, presentarse, explicar de manera sencilla que es lo que se va hacer, como y para que, indicando que la intención principal es la de ayudar a preparar un plan de acción que mejore la calidad de vida en la comunidad y la posibilidad de elaborar un plan comunitario de manejo de territorio.

Es conveniente que se realice una asamblea con la presencia de las autoridades, para hacer una presentación formal del equipo que va a trabajar en la comunidad, tanto del equipo externo como del interno y se confirme si les interesa que se realice el ejercicio de Planeación Comunitaria. El objetivo de esta asamblea es lograr un compromiso explícito por parte de la comunidad para participar y apoyar el trabajo que se realice y elegir a las personas que van a formar parte del equipo local. (Cihuame A.C. 1996)

## **6.2 Equipo de trabajo**

El equipo de trabajo debe de ser multidisciplinario y mixto es decir con participación de promotores, técnicos e investigadores externos y de gente de la localidad tanto hombres como mujeres de diferentes estratos y actividades. El equipo para realizar un ejercicio de Planeación Comunitaria consta de un coordinador, un grupo de técnicos e investigadores externos y un grupo de representantes de los diferentes sectores y grupos de la comunidad.

## **6.3 Equipo Local**

Este debe de estar representado por los diversos sectores sociales de la comunidad así como intereses, incluyendo a grupos minoritarios y las autoridades formales de la comunidad, es importante el compromiso por parte del equipo local, el estar de tiempo completo en el trabajo. Para dar formalidad a la participación de la gente de la comunidad, en una asamblea comunitaria se confirma a los representantes, para garantizar mayor compromiso y resultados por parte los productores.

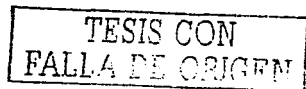
## **6.4 Equipo Externo.**

Debe de estar representado por técnicos con diferentes especialidades, que trabajen en la región, pudiendo ser de Dependencias Gubernamentales presentes, Organizaciones no Gubernamentales, Universidades o promotores de otras comunidades, los cuales ayudaran únicamente al buen desarrollo del trabajo sin caer en la manipulación del taller.

Es importante que el número de representantes que forman el equipo externo no sea mayor al número de representantes del equipo local recomendándose, que sea la mitad del total del equipo local. (Estudios Rurales y Asesoría A.C. 1980)

## **6.5 Reunión inicial de trabajo.**

Se hace una breve presentación entre los integrantes de los equipos externo e interno, mediante dinámicas de trabajo para posteriormente iniciar con las actividades requeridas para la Evaluación Rural Participativa.





## 6.6 Trabajo de campo

El trabajo de campo es el corazón de una Evaluación Rural Participativa por que esta no esta pensada como un ejercicio teórico solamente sino como un ejercicio practico y vivencial.

La ERP siempre se realiza en la comunidad, al estar en su medio, los campesinos tienen la ventaja, conocen el terreno palmo a palmo, ellos proporcionan todo su conocimiento y las persona del equipo externo ayudan haciendo cuestionamientos, tratando de profundizar en la problemática de su realidad, para poder llegar a un plan de trabajo comunitario, que beneficie a la comunidad. La finalidad del trabajo de campo en una Evaluación Rural Participativa es:

Lograr que los miembros de la comunidad piensen sistemáticamente en sus problemas, las causas y las posibles soluciones.

Lograr que todo el equipo comprenda las condiciones y circunstancias regionales, analice los problemas y presente opciones para enfrentarlos. (Epoca A.C., 1980)

## VII. Ingeniería del proyecto

Se iniciará con la realización de una asamblea comunitaria para la aprobación o rechazo del proyecto, ya realizada la asamblea y aprobado el proyecto se ubica el área en donde se establecerá el sistema B C, cosechador de agua de, procurando que la ubicación de esta área sea preferentemente en zonas de uso común, céntrica o en su momento en donde decida la asamblea. Para que el beneficio sea general.

El cosechador de agua se compone de cuatro partes esenciales, una área de contribución o captación de agua, una cisterna de almacenamiento, un retardador de evaporación y un sistema de conducción, la construcción de los cosechadores se hará en el siguiente orden:

Primero se marca con cal, el contorno de la cisterna de almacenamiento y del área de captación, para resaltar cada una de las partes del sistema, posteriormente se inician los trabajos de desmonte y aplanado del área de captación, terminad esto se realiza la excavación de la cisterna la cual tendrá las dimensiones requeridas para la captación del agua por ultimo se excava el canal para la instalación del sistema de conducción del agua este estará a favor de la pendiente a una distancia aproximada de 60 m del cosechador. (Cihuame, 1995)

Las características de los componentes del cosechador de agua se describen a continuación:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 7.1 Área de captación

La superficie requerida para la instalación del Cosechador de Agua de Lluvia Tipo B.C. es de 2,400 m<sup>2</sup> siendo esta un área rectangular de 40 X 60 m (figura 21)

La superficie del área de contribución de la trampa será de 820 m<sup>2</sup> con forma rectangular de 33.5 m de ancho por 24.47 m de largo y cuenta con una pendiente del 5 % debe de considerarse que el área total de captación haciende a 991.29 m<sup>2</sup> correspondiendo esto a la suma de la superficie superior de la cisterna de almacenamiento, el área de contribución deberá de estar libre de plantas, por lo cual se debe de desmontar en caso de ser necesario. También deberá de aplanarse lo más posible y si se requiere está se tendrá que nivelar para asegurar un escurrimiento uniforme hacia la cisterna de almacenamiento, para poder llevar a cabo la impermeabilización se deben de realizar las actividades mencionadas. (Figura, 22)

En la impermeabilización de esta parte se utilizaran 2 películas de polietileno negro de 12 x 35 m, calibre 600 el cual se cubrirá con una capa de grava con colores predominantemente claros para evitar que el plástico se pueda romper por efecto de los rayos solares.



Figura 22. Construcción del área de captación.

La película plástica se coloca sobre uno de los bordos del área de contribución, al extenderse se ira cubriendo con la capa de grava de 0.04 a 0.05 m de espesor, el material a utilizar consistirá en fragmentos de pedernal de forma irregular y de colores predominantemente claros, el cubrimiento de la película de polietileno es de

fundamental importancia para protegerla de la energía radiante y principalmente de la radiación ultravioleta, una vez que la película queda extendida y cubierta totalmente, se ancla con una ranura inmediatamente afuera del borde circundante.

### 7.2 Cisterna de almacenamiento

La cisterna para almacenar el agua de lluvia que se capta debe de tener la forma de una pirámide truncada invertida con las siguientes dimensiones, base inferior rectangular de 4.57 m de ancho por 23.18 m de largo, base superior rectangular de 7 m de ancho por 24.47 m de largo con una profundidad de 2.50 m; la capacidad de almacenamiento o captación de agua es de 425.27 m<sup>3</sup> de igual manera que en el área de contribución en el fondo y paredes de la cisterna se tienen que compactar y pulir para poder impermeabilizar. (Figura 23)

Para la impermeabilización de la cisterna se utilizaran 2 película de polietileno negro de calibre 600 de 11 x 29.50 m por película, una vez colocado el polietileno este se cubrirá con una capa de malla para gallinero de 1" de diámetro de abertura de las oquedades y 1 m de ancho por 45 m de largo, posteriormente se zarpea con un mortero, para alcanzar una capa de 0.03 m de espesor de cemento.



Figura 23. Construcción de la Cisterna de Almacenamiento.

### 7.3 Retardador de evaporación

Para esta parte del sistema se utilizará lámina galvanizada R-90 calibre 22 de 7.30 m de longitud y 0.90 m de ancho, las láminas se colocarán sobre la cisterna para proteger contra la incidencia directa de los rayos solares y de esta forma tener una

menor evaporación. Se utiliza un total de 28 laminas con lo que se cubrirá la superficie total de la cisterna.

Para la instalación de la lamina se requiere construir 2 vigas de concreto de 25 m de longitud por 0.20 m de ancho y 0.10 m de profundidad. Estas dos vigas quedan sobre la tierra y a 0.10 m de distancia en los dos bordes longitudinales de la cisterna utilizando para esto 6 pijas roscantes en concreto, cada lamina se anclara en ambos extremos sobre las vigas de una pulgada de largo y  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro, para cada extremo, se utiliza un soporte inferior al tiempo de anclar cada lamina para luego ser removido, las laminas se colocarán con un traslape longitudinal de media onda, estas se unen utilizando tornillos a cada 0.60 m a lo largo de los 7.30 m del traslape.

El agua que cae sobre la superficie de la lámina (retardador de evaporación) escurre y penetra a la cisterna a través de las oquedades que dejan los orificios triangulares propios de la lámina utilizada. Para evitar la penetración de animales de campo (ratas, conejos) al interior de la cisterna estas oquedades serán cubiertas con malla de alambre galvanizado de 6 X 6, la cual será soldada en estos sitios.

#### **7.4 Sistema de conducción**

Del fondo de la cisterna de almacenamiento se inicia el sistema de conducción instalando una "T" de 2 pulgadas de diámetro la cual se conecta a una línea de tubería PVC de baja presión de 2" de diámetro, la distancia de la tubería se determina en el lugar dependiendo de la pendiente que esta tenga, recomendándose una distancia longitudinal de 60 m, para proteger la tubería esta debe de sepultarse para lo cual será necesario hacer una zanja de 1.20 m de ancho por .50 m de profundidad en donde se enterrara la tubería. (Velasco-Molina, 1982)

Dependiendo del tipo de suelo del que se trate, el riego para el cultivo de hortalizas puede ser rodado y se tienen suelos arenosos se recomienda la instalación de un sistema de riego tecnificado como el riego por goteo. (Cihuame A.C., 1998) Todo el sistema debe de estar protegido por un cercado de alambre de púas y un bordo de contención de escurrimientos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

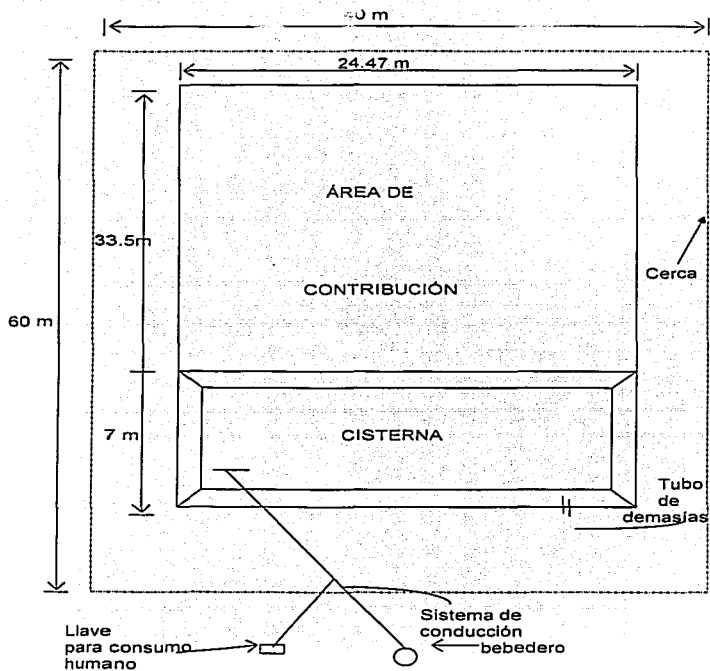


Figura 21. Croquis del cosechador de agua de lluvia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al considerar cada uno de los elementos que afectan a la producción en el ejido de Agua Bendita, se elaborará un programa de trabajo, el cual considerará los aspectos más importantes para la recuperación del entorno de la comunidad considerando actividades tales como la reforestación, el manejo de cultivos alternativos como hortalizas, la **instalación de cosechadores de agua de lluvia** (figura, 24) con lo que se podrá iniciar la recuperación de las áreas productivas y los bosques ya que al contar con el recurso agua, se garantizará el buen funcionamiento de las actividades de recuperación que se realicen.



Figura 24. Cosechador de agua de lluvia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

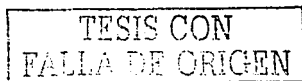
### VIII. Estudio técnico financiero.

Mediante la instalación de un cosechador de agua de lluvia, se habla de varios puntos importantes en los que estos apoyaran a los productores agropecuarios, debido a que es posible el desarrollo tanto de la agricultura como de la ganadería, e inclusive para el consumo humano (esto mediante el tratamiento previo del agua en caso de ser necesario), por lo tanto tenemos que para la producción agrícola, con la cantidad de agua que se capta con el sistema propuesto (cosechador de agua tipo BC) se puede apoyar en el riego de 1 hectáreas, mediante la utilización de sistemas productivos y de riego que ayuden al uso óptimo de esta como el riego tradicional (riego manual con regadera) manejo de camas biointensivas a doble excavación, el término doble excavación designa el proceso por medio del cual se prepara el suelo para cultivo, excavando a una profundidad de alrededor de 60 cm

El proceso iniciará, con la construcción de camas biointensivas en doble excavación con una superficie de 10 m<sup>2</sup> por cama, se construirán un total de 10 camas para contar con una superficie total de 100 m<sup>2</sup>, para la construcción de las camas se utilizará el modelo de producción biointensivo propuesto por Jeavons (1991), este modelo requiere de menos trabajo que las técnicas de cultivo actualmente utilizadas, además se obtendrán hortalizas cuatro veces más abundantes y con mejor sabor.

Se inicia marcando la cama, sobre la superficie marcada se esparce composta para iniciar la doble excavación, se abre una zanja de 30 cm de ancho por 30 cm de profundidad, a todo lo ancho de la cama, y en uno de sus extremos, de la primera zanja se extrae la tierra, la cual se utilizará para la preparación del almácigo y para la preparación de composta, estos se hace para reducir al mínimo la cantidad de movimientos y de esta manera ahorrar trabajo. Se puede trasladar la tierra con la pala o con carretilla, cuando se este apunto de terminar la doble excavación, se tendrá suficiente tierra en la cama elevada para rellenar la última zanja, parándose dentro de la zanja se excavan otros 30 cm alojando poco a poco el suelo con un bieldo, sin sacarlo se afloja la capa inferior del suelo. Luego se excava otra zanja detrás de la primera y se va echando hacia delante cada palada de tierra. Si es necesario se deberán de dar dos o tres pasadas más a la zanja para quitar toda la tierra y obtener el tamaño adecuado. Se repite el proceso para aflojar la capa inferior del suelo en la segunda zanja. Luego se excava la tercera y las siguientes hasta completar la doble excavación de toda la cama. Al final se rellena la última zanja con tierra de la cama.

La preparación de la cama elevada es el paso más importante del cultivo biointensivo. La estructura adecuada y los nutrientes permiten un crecimiento sano e ininterrumpido de la planta. La tierra suelta y fértil permite que las raíces penetren fácilmente y que una corriente continua de nutrientes fluya hacia el tallo y las hojas. Esto es muy diferente a lo que pasa cuando la planta es transplantada de un almácigo con buena estructura del suelo y bien abonado a una parcela preparada apresuradamente o a un campo estimulado químicamente.



Por lo tanto, el crecimiento se interrumpe, las raíces tienen más dificultad para penetrar en el suelo y conseguir alimento y la planta desarrolla más carbohidratos y menos proteínas. Puesto que los insectos prefieren los carbohidratos la planta se vuelve más susceptible al ataque de las plagas y finalmente también a las enfermedades. Se inicia así un ciclo de debilitamiento que a menudo culmina con el uso de pesticidas y la aniquilación de la vida del suelo, lo que a su vez hace menos resistente a la planta.

Aumenta entonces el uso de fertilizantes, los cuales eliminan la vida del suelo, dañan su estructura y hace que las plantas se debiliten más y atraigan más insectos; esto, a su vez, lleva a la aplicación de cantidades crecientes de "medicinas" tóxicas (pesticidas y fertilizantes adicionales).

En relación con el gasto de agua, para el cultivo de hortalizas en un sistema de riego controlado es alrededor de 24 litros de agua en un área de 10 m<sup>2</sup> (consulta personal con, AALTERMEX A. C., 2000) trabajada mediante el modelo de producción biointensivo, si este tipo de trabajo se pudiera realizar de forma eficiente en una superficie de una hectárea el agua captada por el cosechador de agua sería suficiente para el riego total de esta.

Con respecto a la producción pecuaria, en el ejido de Agua Bendita, únicamente se cuenta con producción ovina, teniendo por productor dedicado a esta actividad un promedio de 5 a 10 ovejas, se estima que el promedio de consumo de agua por animal es de 230 ml/kg/día, el peso aproximado de cada animal adulto es de 50 kilos por lo que un animal requiere de 11.5 lt de agua, tomando como promedio total de 100 ovejas entre todos los productores se requeriría de 1150 lt diarios para mantener a esta cantidad de animales. El cosechador de agua de lluvia tiene una capacidad de captación de 425,270 lt por lo que se podría mantener a esa cantidad de animales durante aproximadamente 369 días. (consulta personal con especialista, 2001)

Con la instalación y construcción del cosechador de agua de lluvia se tendrá el siguiente impacto sobre el ambiente:

Se debe de considerar que los cosechadores de agua no requieren instalarse en zonas en donde se generen escurrimientos superficiales, para su abasto, ni la desviación de causas o caudales temporales generados por la lluvia, por lo que no se afectaran estos escurrimientos naturales que abastecen los mantos fríasicos.

Por otro lado al instalar los cosechadores de agua se podrán evitar en gran medida problemas graves que afectan al medio ambiente y por consecuencia al productor, como la sequía, ya que al contar con agua almacenada esta se puede utilizar para el riego de los cultivos y reforestación de los terrenos evitando la erosión eólica al mantener los terrenos sembrados y restaurando las áreas arboladas.



Otro aspecto importante es que el agua almacenada al utilizarse en el riego se optimiza ayudando tanto a la planta y favoreciendo a su filtración, es importante destacar que el cosechador se llenará únicamente del agua que capte el área de captación con lo que se garantiza almacenar agua de mayor calidad que las ollas o sistemas convencionales pudiéndose utilizar incluso para el consumo humano.

Con relación a la siembra de hortalizas el ambiente no se afectara ya que el manejo del cultivo incluirá principalmente a actividades con carácter agroecológico, evitando de este modo la contaminación por el uso de agroquímicos, la erosión del suelo y pérdida de nutrientes.

Uno de los cultivos hortícolas propuestos para su establecimiento es el cultivo de lechuga al considerarse este cultivo de consumo cotidiano en el municipio principal mercado que se atendería, así como el mercado, cabe mencionar que con la siembra y comercialización de las hortalizas se podrá recuperar la inversión del cosechador así como el mantenimiento del mismo sin que se genere presión sobre los productores con respecto a aportaciones para la recuperación de la inversión del cosechador de agua de lluvia.

Para fines prácticos y de entendimiento se realiza la comparación de la producción del maíz con la producción de lechuga con lo que se demuestra las ventajas que la hortaliza tiene sobre el maíz (cuadro 2 y 3), en cuanto a rendimiento y ganancia.

Sin embargo el trabajo inicial comprende el establecimiento de una superficie de 100 m<sup>2</sup> de cultivo de lechuga bajo el modelo biointensivo descrito anteriormente, en esta superficie de cultivo se podrán producir 3200 plantas, las cuales tendrán un mejor desarrollo. La técnica de siembra utilizada es la propuesta por Jeavons (1991), la siembra se realizara por transplante, preparando el almácigo para dicho fin, la distancia entre plantulas en el almácigo será de 2.5 cm lo que nos dará una densidad de siembra de 200 plantas por almácigo realizado, durando en el almácigo entre dos y tres semanas. La distancia entre plantas en la cama biointensiva será de 20 cm entre plantas, lo que nos dará un total de 320 plantas como máximo por cama cada cama será de 10 m<sup>2</sup> de 1.50 por 6.67 lo que puede producir 160 kg de verdura, en un periodo de producción de 4 a 6 meses, considerando que en la región se puede producir a partir del mes de marzo hasta el mes de septiembre.

Si comparamos con la forma de producción tradicional (siembra en surcos) tenemos que en una superficie de 100 m<sup>2</sup> únicamente se obtendrían 1160 plantas sembrando a una distancia de 25 cm entre plantas y de 35 cm entre hileras, a diferencia del método biointensivo que aceptarla en la misma superficie un total de 3200 plantas.

Hay que considerara que este sistema de producción permite la siembra de cualquier producto hortícola e inclusive los que no lo son manejando adecuadamente la distancia en siembra y la preparación de la cama.

**Cuadro 2 Costos de producción para una hectárea de lechuga**

Actividad	Mano de obra		Costo unitario \$	Costo total \$
	Unidad de medida	Cantidad		
Preparación y siembra de semilleros	Jornal	12	80	960.00
Transplante y siembra de hortalizas	Jornal	11	80	880.00
Cosecha	Jornal	14	80	1120.00
Labores culturales	Jornal	42	80	3.360.00
Preparación del terreno				
Barbecho	Hectárea	1	240.00	240.00
Rastra	Hectárea	1	200.00	200.00
Insumos				
Semillas de lechuga orejona Itscó	latas	2	148.00	296.00
Fertilizantes Fosfertil 18-57-00	kilos	2	25.00	50.00
Insecticidas Full Protec Insect. Orgánico	litros	2	260.00	520.00
Enraizador radix T 3000	Litros	1	130.00	130.00
			<b>Total</b>	<b>7.756.00</b>

Estos costos de producción están referidos para una sola hectárea de siembra de lechuga, se considera que con el agua almacenada en el cosechador será posible el riego de una hectárea con un manejo mas adecuado tanto del agua como de la técnica de siembra.

La siembra de la lechuga se realizará al terminar la construcción del Cosechador de agua de lluvia, esperando a que este al máximo de su capacidad por lo que es necesario esperar el paso del temporal, periodo en el que el Cosechador de agua de lluvia se llenará para su utilización.

Un aspecto muy importante que hay que resaltar de la producción actual del ejido (maíz) es que la mayor parte de la cosecha prácticamente se destina al autoconsumo dedicándose a la venta una mínima parte, cuando se vende la producción, no se recupera nada de lo invertido en la siembra del maíz y demás productos, al ser los costos de producción mayores que el ingreso por la venta del producto. Esto se observa con el siguiente ejemplo:

<p><b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b></p>
---

**Cuadro 3. Costos de producción de maíz  
En una hectárea**

ACTIVIDAD	COSTO \$
Barbecho	400.00
Rastreo	400.00
Melga	400.00
Deshierbe	700.00 (diez peones)
Primera labor	450.00
Segunda labor	450.00
Tercera labor	450.00
Montón	700.00 (diez peones)
Segunda	350.00 (cinco peones)
Amogotado	350.00 (cinco peones)
Pizca	700.00 (diez peones)
<b>TOTAL</b>	<b>5,350.00</b>

Nota: Datos proporcionados por el ejido de Agua Bendita, Veracruz

Costo de la tonelada de maíz: \$ 2,500.00  
 Producción aproximada  
 por hectárea de maíz: 0.8 ton.  
 Costos de producción  
 Por hectárea: \$ 5,350.00

Si comparamos la ganancia a la venta de la producción de maíz, con la inversión para su producción tenemos:

- 2,000.00  
5,350.00  
 - 3,350.00

Al comparar el costo de producción del maíz, con el costo de la tonelada de maíz a la venta nos damos cuenta que de tiene una pérdida considerable para el productor, no existe ningún tipo de ganancia con la producción, al contrario son pérdidas las que sufre el productor, con la siembra de este cultivo, motivo por el cual únicamente se dedica la producción al autoconsumo o como alimento para ganado.

Por lo que es importante la captación de agua de lluvia, para contar con agua suficiente para la producción cultivos hortícolas, garantizando de esta forma el desarrollo adecuado del cultivo, así como un ingreso mayor para los productores al sembrar cultivos altamente rentables, y de fácil comercialización.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tomando como ejemplo el cultivo de la lechuga, producto propuesto por los productores del ejido para la siembra, al ser este cultivo de mayor valor económico, los rendimientos de la lechuga se observan en el cuadro 5

Cuadro 4. Rendimiento y valor de la producción por hectárea de lechuga

Cultivo	Rendimiento Ton/ha	Precio medio rural	Valor \$/ha
Lechuga	8.04	3,100.00	24,924.00

El costo de producción de la lechuga es de \$ 7,756.00, (descritos en el cuadro anterior) por lo que se tiene que si consideramos los costos de producción para una hectárea de lechuga, en comparación con la producción de maíz, podemos establecer como primer criterio que estos son mayores que lo invertido en la producción de maíz, pero al analizar mas profundamente estos tenemos lo siguiente:

Costo de la tonelada de lechuga:	\$ 3,100.00
Producción aproximada por hectárea de lechuga:	8.04 toneladas
Costos de producción Por hectárea:	\$ 7,756.00

Si comparamos la ganancia a la venta de la producción de lechuga, con la inversión para su producción tenemos:

—	24,924.00
	<u>7,756.00</u>
	17,168.00

Con esto se tiene una ganancia de \$ 17,168.00, por hectárea en comparación con la producción de maíz se tendrá una mejor ganancia. Logrando en conjunto la cosecha de agua de lluvia y la producción hortícola el desarrollo social, económico y productivo del ejido.

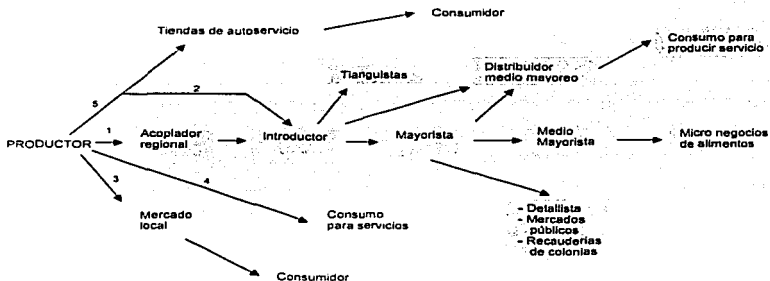
Es importante destacar que la producción de lechuga o de cualquier otro producto que quiera sembrarse no se podrá realizar hasta no contar con el agua requerida para el riego por lo que se iniciara como primera parte de este proyecto con la construcción del cosechador de agua para abastecer de agua para el riego, de lo contrario no será posible la producción de ningún cultivo fuera del temporal

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cabe mencionar que la lechuga es solo una opción de producción, ya que teniendo el agua se podrá producir una gran variedad de productos hortícolas, esto no ha sido posible anteriormente debido a la escasez de agua existente en la zona.

De esta forma se podrá recuperar la inversión de la construcción del cosechador de agua de lluvia, la cual se logrará, con la venta de la hortaliza, esta se realizará de forma directa hacia el consumidor, siendo estos los habitantes de los ejidos cercanos a Agua Bendita así como el mercado de Huayacocotla, en donde este producto es consumido.

Los mercados o canales posibles a los que el productor podrá tener acceso son los siguientes:



Las características de los canales descritos es la siguiente:

- Canal de comercialización 1 y 2.- Venta en huerta o libre abordo, eventualmente entregada en bodega o patio de subastas, lo que requiere transporte, sin acondicionamiento sin selección, empaque a granel (rejas o arpillas), venta estacional o de oportunidad, precios bajos, bajos costos de comercialización pago de contado o en esquema de concisión (introdutor) riesgo mejorado.
- Canal de comercialización 3.- Cosecha, mínima selección, empaque a granel para la venta al público local. Para una permanencia en el mercado requiere de la programación de la producción en defecto la producción se desplaza en temporada como en venta de ocasión en ferias y tianguis donde se participa eventualmente.
- Canal de comercialización 4.- Volúmenes bajos a medios, venta estacional, con opciones de permanencia en el mercado que demanda programación productiva y/o la organización comercial

precios medios, costos comerciales medios a altos, riesgo medio a alto, tipo de contrato, mínimo acondicionamiento.

- Canal de comercialización 5.- Volúmenes medianos a altos, indispensable producción programada y relación comercial de largo plazo, es necesario el acondicionamiento, la selección, el empacado y la promoción comercial, opción orgánica, altos costos comerciales precios altos, riesgos medios a bajos, tratos con pago diferido.

Los canales de comercialización a los que se podría tener acceso de forma inicial son los canales 3 y 4, posteriormente dependiendo de la producción y organización del ejido se intentará entrar a otro tipo de canal de los mencionados anteriormente que garantice un mayor ingreso a su vez una mayor permanencia en el mercado. (consultas personales en centrales de abasto, 2000)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE

## IX Costos de Inversión

En el siguiente apartado se analiza los costos para la instalación de un cosechador de agua de lluvia, así como los costos de producción de una hectárea de lechuga con riego utilizando para este propósito la cosecha de agua de lluvia mediante el sistema B.C., la proyección de ingresos y egresos, y el cálculo de la TIR todo esto con el fin de establecer las ventajas que se pueden obtener con la producción de hortalizas ya sea lechuga o cualquier otro producto hortícola, (cuadros 6 al 12)

Se debe de considerar que si se pueden instalar más cosechadores de agua de lluvia sería posible el riego de superficies extensas, el apoyo al consumo animal y el propio consumo humano.

Cuadro 5. Inversión para la construcción de un cosechador de agua de lluvia

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Material de Construcción				
Cemento	ton	2.95	\$ 1,420.00	\$ 4,189.00
Arena	m	10	\$ 100.00	\$ 1,000.00
Grava	m	46	\$ 125.00	\$ 5,750.00
Material de Instalación				
polietileno negro de 12 x 35 cal 600	Rollo	2	\$ 2,875.00	\$ 5,750.00
polietileno negro de 11 x 29.5 cal 600	rollo	2	\$ 1,885.00	\$ 3,770.00
Alambre galvanizado	kg	10	\$ 25.00	\$ 250.00
Malla gallinero de 1 x 45	Rollo	7	\$ 1,134.00	\$ 7,938.00
Lamina R-50 cal 26 de 7.30 x 0.90	Pza.	28	\$ 431.25	\$ 12,075.00
Cercado				
alambre de púas de 34 kg	rollo	6	\$ 359.58	\$ 2,157.48
postes de encino de 2.10 m	Pza.	80	\$ 9.70	\$ 776.00
grapa	kg	3	\$ 9.00	\$ 27.00
Combustible				
Combustible para maquinaria de excavación	Lts.	600	\$ 3.50	\$ 2,100.00
Mano de obra				
mano de obra para la construcción	jornal	100	\$ 80.00	\$ 8,000.00
				\$ 53,782.48

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Cuadro 6. Inversión para la siembra de una hectárea de lechuga

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mano de obra siembra				
Preparación y siembra de semillero	jornal	12	\$ 80.00	\$ 960.00
Transplante y siembra de hortalizas	jornal	11	\$ 80.00	\$ 880.00
Labores culturales				
Labores Culturales	jornal	42	\$ 80.00	\$ 3,360.00
Preparación del terreno				
Barbecho	hectárea	1	\$ 240.00	\$ 240.00
Rastra	hectárea	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Cosecha				
Cosecha	jornal	14	\$ 80.00	\$ 1,120.00
Insumos				
Semilla de Lechuga Itasco	latas	2	\$ 148.00	\$ 296.00
Fertilizantes	kg	2	\$ 25.00	\$ 50.00
Insecticidas	Lts.	2	\$ 260.00	\$ 520.00
Enraizador	Lts.	1	\$ 130.00	\$ 130.00
				\$ 7,756.00

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Cuadro 7. Inversión para un módulo de producción de lechuga

Concepto	Costo total	MESES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Material de construcción	10,939.00	5,469.50	5,469.50						
Material de instalación	29,783.00			4,891.50	14,891.50				
Combustible para maquinaria de excavación	2,100.00	1,050.00	1,050.00						
Cercado	2,960.48				2,960.48				
Construcción	8,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00				
Mano de obra para la siembra	1,840.00					1,840.00			
Cosecha	1,120.00								6,720.00
Labores culturales	3,360.00					840.00	840.00	840.00	840.00
Insumos	996.00					996.00			
Preparación del terreno	440.00					440.00			
Total	61,538.48	8,519.50	8,519.50	16,891.50	19,851.98	4,116.00	840.00	840.00	6,720.00

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 8. Proyección de ingresos - egresos primer año por módulo  
 Cálculo del capital de trabajo

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ingresos									24,924 00				149,544 00
Egresos	8,519 50	8,519 50	16,891 50	19,851 98	4,116 00	840 00	840 00	1,960 00	4,116 00	840 00	840 00	1,960 00	24,696 00
Material de construcción	5,469 50	5,469 50											
Material de instalación			14,891 50	14,891 50									
Combustible para maquinaria de excavación	1,050 00	1,050 00											
Construcción	2,000 00	2,000 00	2,000 00	2,000 00									
Mano de obra para la siembra					1,840 00				1,840 00				
Cosecha								1,120 00				1,120 00	
Labores culturales					840 00	840 00	840 00	840 00	840 00	840 00	840 00	840 00	
Insumos					5,976 00				996 00				
Preparación del terreno					996 00				440 00				
Cercado				2,960 48									
Flujo de efectivo	(8,519 50)	(8,519 50)	(16,891 50)	(19,851 98)	(4,116 00)	(840 00)	(840 00)	(1,960 00)	20,808 00	(840 00)	(840 00)		21,024 00
Flujo Acumulado	(8,519 50)	(17,039 00)	(33,930 50)	(53,782 48)	(57,898 48)	(58,738 48)	(59,578 48)	(61,538 48)	(40,730 48)	(41,570 48)	(42,410 48)	(43,370 48)	(19,446 48)

Capital de trabajo

F.A.T. TESIS CON

Cuadro 9. Proyección de ingresos y egresos de un módulo de producción de lechuga por año

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos totales		29,908.80	39,878.40	49,848.00	49,848.00	49,848.00	49,848.00	49,848.00	49,848.00	49,848.00
Egresos totales	69,300.48	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00	15,512.00
Diferencia	(69,300.48)	14,396.80	24,336.40	34,336.00	34,336.00	34,336.00	34,336.00	34,336.00	34,336.00	34,336.00

Cuadro 10. Flujo neto de efectivo

Año	Flujo neto de efectivo	Factor (14%)	Valor Actual	Factor (10%)	Valor Actual
0	(69,300.48)	1	(69,300.48)	1	(69,300.48)
1	14,396.60	0.877	12,625.94	0.909	13,086.69
2	24,336.40	0.769	18,714.69	0.826	20,101.86
3	34,336.00	0.675	23,176.80	0.751	25,786.33
4	34,336.00	0.592	20,326.91	0.683	23,451.48
5	34,336.00	0.519	17,820.38	0.621	21,322.65
6	34,336.00	0.455	15,622.88	0.564	19,365.50
7	34,336.00	0.399	13,700.06	0.513	17,614.36
8	34,336.00	0.350	12,017.60	0.466	16,000.57
9	34,336.00	0.307	10,541.15	0.424	14,558.46
			75,245.98		101,984.42

TIR = 11.69

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Cuadro 11. Relación beneficio costo

Año	Ingresos	Egresos	Factor (10%)	Actualizados	
				Ingreso	Egreso
0		69,300.48	1		69,300.48
1	29,908.80	15,512.00	0.909	27,187.09	14,100.40
2	39,878.40	15,512.00	0.826	32,939.55	12,812.91
3	49,848.00	15,512.00	0.751	37,435.84	11,649.51
4	49,848.00	15,512.00	0.683	34,046.18	10,594.69
5	49,848.00	15,512.00	0.621	30,955.60	9,632.95
6	49,848.00	15,512.00	0.564	28,114.27	8,748.76
7	49,848.00	15,512.00	0.513	25,572.02	7,957.65
8	49,848.00	15,512.00	0.466	23,229.16	7,228.59
9	49,848.00	15,512.00	0.424	21,135.55	6,577.08
				260,615.26	158,603.01

$$R^2_b = 1.64$$

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

## TESIS CON FALLA DE ORIGEN

### X Conclusiones

Basándose en los Resultados obtenidos de la Evaluación Rural Participativa (ERP) Realizada, en el Ejido de Agua Bendita Veracruz en el año de 1995 en donde los productores manifiestan a través de las actividades y resultados de la ERP, como uno de sus principales problemas, la pérdida de los cultivos y terrenos de siembra a causa de la escasez de agua tanto para la siembra así como para el consumo humano y del ganado, lo que ocasiona poca o nula diversidad de cultivos y la pérdida en la mayoría de los casos de estos, muerte de animales por falta de agua, entre otras cosas, considerando como prioritario resolver la escasez de agua del ejido ya que de esta se derivan los problemas principales encontrados durante la Evaluación.

Siendo la falta de agua la principal limitante para el desarrollo del ejido en los aspectos económicos, sociales y productivos, se propone la construcción de obras de captación de agua de lluvia que ayuden al desarrollo productivo del ejido y que garanticen el basto de agua durante los periodos de sequía que se presentan en el mismo, y de esta forma tener la posibilidad de iniciar una reconversión productiva mediante la introducción de hortalizas, que genere mayores ingresos a los productores y sus familias logrando un desarrollo social y económico del ejido.

Proponiendo para esto los sistemas de captación de agua de lluvia conocidos como Cosechadores de agua de lluvia tipo B.C. considerando a este sistema de manejo mejor y más funcional que las ollas de agua que se instalan en la región esto por que, ofrece las siguientes ventajas: sencillez en construcción y cuidados, agua de buena calidad, limpia apta para el consumo del ganado y humano, cuenta con un área de captación, una cisterna de almacenamiento, y un retardador de evaporación, con lo que se logra mantener por más tiempo el agua además de que la cisterna de captación esta perfectamente impermeabilizada, no se requiere de escurrimientos superficiales para su abasto, llenándose únicamente con el agua de lluvia que recibe el área de captación, la capacidad de captación es superior a la de las ollas de agua, la cual es de 425270 lts así como la duración de esta almacenada.

Es posible el manejo de hortalizas mediante el sistema de producción biointensivo, lo que ayudará a la recuperación del suelo y a la optimización del agua captada, Además con la siembra de hortalizas y manejando el riego controlado y eficiente, ya sea tradicional o tecnificado (goteo) se podrá garantizar la producción y con ello mejorar el nivel de vida de los productores y sus familias los cuales podrán contar con alimentos de buena calidad, tanto para consumo y venta.

Con la construcción del COSECHADOR DE AGUA DE LLUVIA TIPO B C, se beneficiara en gran medida al ejido de Agua Bendita al contar con agua, para la producción agrícola y pecuaria, además de poder utilizar el agua para el consumo del propio ejidatario, se considera importante la construcción de 6 Cosechadores de Agua en el ejido para poder abastecer al 100 % de este, y poder replicar este proyecto en más regiones con problemas de escasez de agua.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA G. L. 1999, Memoria Descriptiva y de Cálculo, Memoria de la VI Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Jalapa Ver.
- ANAYA G. M. 1997, Manual de Captación de Agua de Lluvia, publicación especial 6, Chapingo, México.
- CIHUAME A.C. 1996. Programa de Capacitación en Agroecología para el Desarrollo de las Huastecas Veracruz, Hidalgo y San Luis Potosí, Memorias Módulo I, II, III, y IV
- CIHUAME A.C. 1997 Capacitación en Agroecología, Un caso de apropiación campesina de una tecnología de producción agropecuaria y de conservación del medio ambiente.
- CARDENAS O. M. A., 1971. Integración Territorial de la Sierra de Huayacocotla, Ver. Tesis de Maestría en Geografía, Escuela Normal Superior, F.E.P.
- CLUFF, C.B. 1967 Reporting Evaporation Control on Stock Tanks Reservoirs progressive Agriculture in Arizona.
- CRITCHLEY W. R. S. And REIJ C. 1989. Water harvesting for plant production: Part 2, Case studies and conclusions from Sub-Saharan Africa. (Draft)
- ESTUDIOS RURALES Y ASESORÍA A.C., 1980. La Evaluación Rural Participativa, (ERP) manual técnico.
- ESPINOSA, C. 1977. El Atrapanieblinas. Publicación del departamento de Ciencias Físicas Universidad Católica del Norte, Santiago de Chile.
- ESPINOSA C. 1986, Aplicación Racional de las Camanchacas Atacameñas. Publicación del Departamento de Ciencias, Santiago de Chile.
- FOLLETO INFORMATIVO DE LA CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL 1998, Proyecto Camanchaca, emitido por la Embajada de Chile 1998.
- HUGO A. VELASCO – MOLINA 1978. Las Zonas Áridas y Semiáridas, sus Características y Manejo
- INTERMEDIATE TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP, LTD. 1969, The Introduction of Rainwater Catchments tank and Micro-Irrigation to Botswana.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- JERMONS J. 1991. Ecology Action Willits, Cultivo Biotensivo de Alimentos California, EE.UU.
- LAURITZEN, C.W. 1979 Raintrops of steel Utah Science, September. U.S.A.
- NIMOL, T. J. y C. A. Ortiz S. 1987 Tepetate the rock mat. Soil water Conservation.
- ORTIZ L. B. 1996. Programa de Capacitación en Agroecología para el Desarrollo de las Huastecas Veracruz, Hidalgo y San Luis Potosí, Memoria del Módulo III, del Programa de Agroecología.
- PACEY, A. And CULLIS, A. 1986, Rain water harvesting; the collection of rainfall and runoff in rural arcas IT Publications, London, UK.
- RODRÍGUEZ T. S. 1999 procesos de intemperismo en tepetates y su influencia en la formación de suelos. Tesis de Maestría en Ciencias, especialista en Edafología Colegio de Postgraduados Montecillo, México.
- SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO 1997. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Memoria de la IV Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, Torreón Coahuila México.
- SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DEL SUELO, 1999. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Memoria de la VI Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, Jalapa, Veracruz México.
- SCHEMENAUER, R.S., Fuenzalida, H. & Cereceda, P. 1988, A Neglected Water Resource: The Camanchaca of South America. Bulletin of the American Meteorological Society.
- TELLEZ T. M. 1999, Memoria de la VI Reunión Nacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, Jalapa, Ver.
- VELASCO MOLINA, H. A. Y G. Carmona Ruiz 1982 Cosecha de Agua de Lluvia en el Altiplano Semidesértico de México. ITESM, UANL, SPP y Conaza, Monterrey Nuevo León.
- VELASCO MOLINA, H. A. 1974. Cosecha de Agua de Lluvia en regiones áridas. Serie de estudios No. 2 Conacyt y Conaza. México.
- VELASCO MOLINA H.A. Y G. CARMONA R. 1977, Construcción y costo real de una trampa de agua de lluvia en el Altiplano Semidesertico México DCAM del ITES, Facultad de Agronomía de la UANL, reporte técnico, México.