

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Diseño e instalación de un sistema de riego por goteo para el cultivo de papaya maradol (*Carica papaya L.*), en el Estado de Chiapas

Por:

FRANCISCO JIMÉNEZ LÓPEZ

TRABAJO DE OBSERVACIÓN Y ESTUDIO

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Diseño e instalación de un sistema de riego por goteo para el cultivo de papaya maradol (*Carica papaya L.*), en el Estado de Chiapas

POR:

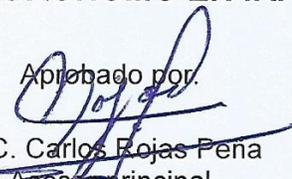
FRANCISCO JIMÉNEZ LÓPEZ

TRABAJO DE OBSERVACIÓN Y ESTUDIO

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

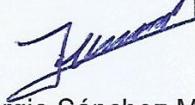
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobado por.


~~M.C. Carlos Rojas Peña~~
~~Asesor principal~~


M.C. Tomas Reyna Cepeda
Asesor


M.C. Alberto Moyeda Dávila
Asesor


M.C. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería



Saltillo, Coahuila, México. Septiembre de 2020

Índice de contenido

RESUMEN	v
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Balance hídrico del suelo y necesidades de riego	4
2.1.1 Agua disponible	5
2.2 Métodos y sistemas de riego	5
2.2.1 Clasificación de los métodos de riego	6
2.2.2 Selección de los métodos de riego	6
2.3 Características de la papaya (<i>Carica papaya L.</i> var. Maradol)	8
2.3.1 Clasificación y descripción botánica	9
III.- MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Localización del sitio de estudio	11
3.2 Descripción técnica del sistema de riego	12
3.2.1 Necesidad hídrica del cultivo (Nt)	13
3.2.2 Diseño agronómico	14
3.2.3 Requerimientos técnicos	15
3.2.3.1 Lámina de riego	15
3.2.3.2 Frecuencia o intervalo de riego	16
3.2.3.3 Tiempo de riego	16
3.2.3.4 Tiempo disponible para el riego	17
3.2.4 Diseño de sistema de riego por goteo	18
3.2.4.1 Estudio topográfico	18
3.2.4.2 Estudio de suelo	18
3.2.4.3 Fuente de abastecimiento	19
3.2.4.4 Calidad del agua	20
3.2.4.5 Cálculos para diseño del sistema de riego	20
3.2.5 Diseño hidráulico del sistema de riego por goteo	23
3.2.6 Carga dinámica total (CDT)	24
3.2.7 Cálculo del equipo de bombeo	24

3.2.8 Plano del sistema de riego	26
3.2.9 Catalogo de conceptos	27
3.2.10 Operación del sistema de riego	28
3.3 Establecimiento de la plantación de papaya	28
3.3.1 Preparación del terreno	28
3.3.2 Instalación del sistema de riego	29
3.3.3 Época de plantación	32
3.3.4 Trasplante	32
3.3.5 Densidad de plantación	33
3.3.6 Sexado	33
3.3.7 Combate de malezas	33
3.3.8 Deshije y deschuponado	33
3.3.9 Deshoje	34
3.3.10 Fertilización	34
3.3.11 Raleo de fruta	35
3.3.12 Plagas y enfermedades	36
3.3.13 Cosecha	36
3.3.14 Empaque	37
IV.- CONCLUSIONES	38
V.- BIBLIOGRAFIA	39

Índice de figuras

Figura 1. Localización geográfica, INEGI 2011.	11
Figura 2. Predio El Burrero, Chiapilla, Estado de Chiapas.	12
Figura 3. Terreno con pendiente del 1%.	18
Figura 4. Características del pozo artesiano o noria.	19
Figura 5. Preparación del terreno.	28
Figura 6. Instalación del sistema de riego.	29
Figura 7. Válvula de seccionamiento tipo mariposa.	30
Figura 8. Sistema de filtración.	30
Figura 9. Cabezal de control del sistema de riego.	31
Figura 10. Sistema de riego por goteo.	31
Figura 11. Trasplante.	32
Figura 12. Plantación con buen amarre de fruto.	35

Índice de cuadros

Cuadro 1. Factores para selección del método de riego	7
Cuadro 2. Necesidades de riego estimadas para el cultivo	21
Cuadro 3. Seccionamiento de áreas de riego	22
Cuadro 4. Análisis hidráulico	23
Cuadro 5. Carga dinámica total (CDT)	24
Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la tractobomba Barnes	26
Cuadro 7. Presupuesto	27

RESUMEN

La situación actual de México requiere que la producción agrícola tenga como objetivos, no solo abastecer de alimentos, sino también promover un desarrollo socioeconómico.

El presente trabajo se realizó en el predio El Burrero, ubicado en el municipio de Chiapilla, Chiapas; en el cual se engloba los elementos y criterios necesarios para el diseño e instalación de un sistema de riego por goteo; así como, las condiciones que requiere el cultivo de papaya maradol (*Carica papaya L.*), para su establecimiento, desarrollo y producción.

El sistema de riego por goteo se estableció en una superficie de 16.50 hectáreas, para el cultivo de papaya maradol. En la red de conducción y distribución del agua de riego, se utilizó manguera plana lay flat de diferentes diámetros; para el control de las secciones de riego se utilizó válvulas de tipo mariposa. El cabezal de control del sistema de riego, estuvo integrado por una tractobomba, hidrociclón, filtros de anillos, válvulas de admisión y expulsión de aire, manómetros y válvula check. Se instalaron cintas de goteo calibre seis mil, con una separación de 20 centímetros entre emisores, finalmente para el establecimiento del cultivo se consideró un marco de plantación rectangular.

El riego es un componente esencial para el desarrollo de la agricultura en el municipio de Chiapilla, Chiapas. Por lo tanto, es necesario el intercambio de conocimientos del agricultor formado mediante la experiencia, con los conocimientos del ingeniero que cuente con la metodología adecuada, para precisar las actividades

a realizar en la implementación del sistema de riego y el establecimiento del cultivo de papaya maradol.

Este trabajo de observación y estudio fue parte de las actividades profesionales desarrolladas por el suscrito durante los años 2012 y 2013, con el objetivo de servir como apoyo técnico para los involucrados en el desarrollo e innovación de las tecnologías de riego, tomando como base la relación existente con el suelo y su interacción con los factores climáticos, hídricos y con las plantas, para llevar a cabo una producción exitosa del cultivo.

Palabras clave: Diseño, instalación, riego, goteo, papaya.

I.- INTRODUCCIÓN

Satisfacer las necesidades hídricas de las plantas, es el principal problema que enfrentan los productores agrícolas, ya que existe una demanda competitiva por el agua disponible; adicionalmente, el abasto de agua de buena calidad ha disminuido significativamente, lo que ha provocado una menor producción de diversos cultivos y algunos problemas de salud.

En México a partir de 2001, se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad de los acuíferos. La administración de las aguas nacionales subterráneas, además de las concesiones y permisos, contempla otros instrumentos para preservar el recurso natural, tales como vedas, reglamentos, zonas reglamentadas, rescates y zonas de reserva.

En función de la relación extracción/recarga se define si los acuíferos están o no sobreexplotados, pudiendo variar su condición de acuerdo a los estudios más actuales disponibles. Al cierre de 2017 se tenían 105 acuíferos sobreexplotados, 18 con intrusión marina y 32 bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres (CONAGUA, 2018).

El campo mexicano ha tenido grandes pérdidas económicas por los diferentes efectos del cambio climático registrados últimamente; por ejemplo, las sequías prolongadas, bajo esta perspectiva el factor limitante para la actividad agropecuaria es la disponibilidad de agua. Para disminuir los riesgos de invertir en la agricultura es necesario diseñar estrategias y aplicar sistemas, que permitan controlar el agua haciendo un uso eficiente y racional en aquellas zonas que cuentan con este recurso.

Los sistemas de riego permiten regular la eficiencia en el uso del recurso agua, existen diferentes sistemas con distintos grados de eficiencia de acuerdo a las condiciones de cada lugar. Hasta ahora, el sistema de riego por goteo es el que permite mayor eficiencia.

Algunos lugares de Chiapas, a diferencia de otros estados de México, aún cuenta con suficiente agua, lo que permite realizar la actividad agropecuaria de forma más segura; aunque, en la mayoría de los casos no se dispone de sistemas eficientes para un uso más racional del recurso agua.

El presente trabajo se realizó en un predio denominado, El burrero, ubicado en el municipio de Chiapilla, en el Estado de Chiapas, donde se cuenta con una fuente de abastecimiento de agua subterránea por medio de un pozo artesiano o noria; con el objetivo de convertir el cultivo de papaya de un tipo de agricultura de subsistencia, a una agricultura más rentable bajo un sistema de riego por goteo.

Se consideró que el establecimiento de parcelas bajo un sistema de riego por goteo; acompañado de un paquete tecnológico con asesoría técnica y capacitación, era necesario para producir cosechas de calidad muy superior a la que se obtenía, mediante el sistema tradicional. En el paquete tecnológico se utilizaron semillas mejoradas, fórmulas de fertilización a la medida del cultivo, control de plagas y enfermedades; además, del acompañamiento técnico.

1.1 Objetivos

- Establecer un sistema de riego por goteo para el cultivo de papaya, para hacer un uso eficiente y racional del agua.
- Desarrollar sistemas de producción más rentables.
- Incrementar cantidad y calidad de la producción por hectárea cultivada.
- Generar empleos directos e indirectos incrementando el ingreso económico de los núcleos familiares de la zona.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

Para el diseño de un sistema de riego, es necesario considerar los siguientes elementos: disponibilidad, calidad y confiabilidad de la información. La selección del cultivo a establecer está en función del clima, tipo de suelo, ciclo agrícola, latitud y altitud del lugar, entre otros. El tipo y variedad del cultivo es uno de los factores a considerar durante el diseño de un sistema de riego.

2.1 Balance hídrico del suelo y necesidades de riego

El conocimiento del balance hídrico del suelo en la zona radicular es fundamental para una buena gestión del agua en riego. Para un manejo adecuado de los sistemas de riego, es necesario responder a tres preguntas: cuándo, cuánto y cómo regar, la respuesta dependerá del grado de conocimiento de los procesos ligados a las transferencias hídricas en la zona de enraizamiento del cultivo entre las plantas, el suelo y la atmósfera (Pereira *et al.*, 2010).

El cultivo es el objetivo de interés, por lo que las manifestaciones fisiológicas de las plantas debidas al déficit hídrico deberán servir como indicadores para determinar cuándo regar. Estos indicadores fisiológicos pueden tener carácter empírico, físicamente observables, como los relativos al aspecto vegetativo del cultivo (color, turgidez, enrollamiento de las hojas, etc.), o construir métodos científicos, como los relativos al potencial de agua en las hojas y la temperatura de la cubierta vegetal. Por otro lado, podrán servir de modelo para la calibración práctica de los métodos basados en la medición de los procesos que se producen en un medio donde el cultivo se desarrolla, la atmósfera y el suelo. Son ejemplos, la medición del flujo de la savia para

estimar la tasa de transpiración del cultivo, la utilización de mediciones de variables meteorológicas para estimar la evapotranspiración (ET) del cultivo, la observación de la tasa de variación del contenido de agua en el suelo por métodos como el gravimétrico, de la sonda de neutrones o de la reflectometría en el dominio del tiempo (“Time Domain Reflectometry”, TDR), o del potencial del agua en el suelo; por ejemplo, utilizando tensiómetros. En todos los casos, las variables observadas permiten optimizar la decisión relativa a la oportunidad del riego, siempre que los métodos estén calibrados o validados para el cultivo y el ambiente donde se desarrolla (Pereira *et al.*, 2010).

2.1.1 Agua disponible

Es la cantidad de agua disponible total en el suelo y que puede ser extraída por las plantas para cubrir sus necesidades en sus procesos fisiológicos. Para el diseño de sistemas de riego, es necesario la caracterización del suelo, que consiste en definir los siguientes aspectos: propiedades fisicoquímicas, capacidad de almacenamiento y retención de humedad, capacidad de infiltración, tipo de suelo existente, profundidad del nivel freático y grado de salinidad. Esta información, conjuntamente con la caracterización química del agua y la relativa a los cultivos, permitirá definir la calidad y disponibilidad agronómica del agua (Martínez, 2004).

2.2 Métodos y sistemas de riego

Es común referirse al riego parcelario utilizando dos términos, métodos de riego y sistemas de riego; a veces, como sinónimos. Pero, en realidad son conceptos diferentes; se define como método de riego al conjunto de aspectos que caracterizan el modo de aplicar el agua a las parcelas y como sistema de riego, al conjunto de equipos y materiales técnicos que proporcionan esa aplicación siguiendo un método dado (Pereira y Trout, 1999).

2.2.1 Clasificación de los métodos de riego

- Riego por superficie o gravedad, comprende el riego por compuertas, por inundación, por surcos y corrugaciones.
- Riego por aspersión, con sistemas fijos y móviles; con cañones, pivote central, avance frontal, side roll, cañón viajero, enrolladores, aspersión supra y sub-arbóreo, en invernaderos y jardines.
- Riego localizado, comprende el riego por goteo, por difusores, microaspersión, borboteadores, por tubos perforados o porosos, por exudación.
- Riego subterráneo, realizado por control de la profundidad de la capa freática mediante emisores, con dosis de descarga en el mismo rango que el riego localizado superficial.

2.2.2 Selección de los métodos de riego

En la selección de los métodos de riego es necesario considerar diversos factores, que en conjunto proporcionan una visión para un mejor diseño, como a continuación se menciona en el cuadro 1.

Cuadro 1. Factores para selección del método de riego

Factores	Por superficie	Por aspersión	Localizado
Precio del agua	Bajo	Medio	Alto
Suministro del agua	Irregular	Regular	Continuo
Disponibilidad	Abundante	Media	Limitada
Pureza	No limitante	Sin sólidos	Elevada
Capacidad de infiltración del suelo	Baja a media	Media a alta	No limitante
Capacidad de almacenamiento del suelo	Alta	Media a baja	No limitante
Topografía	Plana y uniforme	Relieve suave	Irregular
Sensibilidad al déficit hídrico	Baja	Moderada	Alta
Valor de la producción	Bajo	Medio	Alto
Costo de mano de obra	Bajo	Medio	Alto
Costo de energía	Alto	Bajo	Moderado
Disponibilidad de capital	Baja	Media a alta	Alta
Exigencia en tecnología	Limitada	Media a alta	Elevada

Fuente: Pereira y Trout, 1999.

2.3 Características de la papaya (*Carica papaya* L. var. Maradol)

La papaya es una planta que prospera preferentemente en suelos ricos en materia orgánica y con humedad suficiente, sus cualidades de adaptación a zonas no estrictamente tropicales, han determinado que en nuestro país se cultive en regiones de clima subtropical.

Siendo nativa de América Tropical, la papaya se cultiva en grande o pequeña escala en Florida, Hawái, África Oriental Británica, Sudáfrica, Ceilán, La India, El Archipiélago Malayo, Australia, México y otros países más.

La suavidad del fruto, su succulencia, y su sabor no impiden que sea notablemente percedera; su rápida y constante reproducción hace muy recomendable su cultivo en varias regiones del país (Ploetz, 1994).

Las variedades de papaya que se producen en México son: Amarilla, Hawaiiana, Maradol, Roja y Criolla. La variedad más popular es la Maradol, ya que la producción aproximada va desde 690 a 879 mil toneladas por año (Maldonado, 1995).

En México, hasta hace poco tiempo, la cosecha se obtenía de huertas desordenadas cuya fruta por su poca calidad solo podía consumirse en el mercado local; las nuevas plantaciones comerciales ahora tratan de introducir la producción a mercados más amplios y en forma de fruto fresco, industrializado o como materia prima para la industria.

En zonas de riego tropicales y subtropicales, el cultivo adquiere importancia porque la cosecha se obtiene cuando las áreas temporaleras se encuentran en su período de producción más bajo; lo que ocasiona una mayor rentabilidad de este cultivo en relación a otros.

2.3.1 Clasificación y descripción botánica

La papaya es una planta tropical, sensible al frío. Es de tallo erguido, sin ramas, coronado como en las palmeras por un penacho de hojas, cuya clasificación taxonómica, es la siguiente:

- ✓ Reino: Plantae
- ✓ División: Magnoliophyta
- ✓ Clase: Magnoliopsida
- ✓ Orden: Brassicales
- ✓ Familia: Caricaceae
- ✓ Género: *Carica*
- ✓ Especie: *Carica papaya* L.
- ✓ Nombre común: Papaya

Raíz: Es extensa y densa del tipo pivotante, tiende a ramificarse profundamente y en forma radial en suelos buenos; mientras que, en suelos compactos, las raíces se mantendrán cerca de la superficie (Morin, 1965).

Tallo: Es erecto, cilíndrico, con tejido esponjoso, hueco, con diámetros que van de 10 a 30 centímetros, con una corteza lisa marcada con cicatrices foliares grandes

y numerosas, generalmente sin ramas. Es de consistencia herbácea, algo lignificado en su base y puede alcanzar alturas de dos a diez metros, cuyas funciones principales son la de sostén, transporte y translocación de agua, minerales y fotosintatos.

Hoja: Se encuentran arregladas en forma de espiral, tienen largos pecíolos huecos, de color gris pálido o teñido de color púrpura, es palmeada, orbicular y profundamente lobulada, de color verde pálido en el envés y con venación prominente, cambia morfológicamente durante su desarrollo partiendo de hojas juveniles lobuladas a hojas palmeadas en estado maduro. Su función principal es la fotosíntesis, además a través de ellas ocurre la respiración y transpiración.

Flor: Inicia la floración a los dos y cinco meses después de plantada, se presenta por inflorescencias axilares. En las plantaciones se presentan tres tipos de flores; masculinas (estaminada), femeninas (pistilada) y hermafroditas.

Fruto: Es una baya, se presentan en tamaño y forma variables dependiendo en gran medida de la variedad, posición en que se encuentre en el tallo y del tipo de flor que provenga. El color de la pulpa va desde el amarillo pálido hasta el rojizo.

Semilla: Presenta numerosas semillas, de color gris o negro, de forma esférica y se encuentran encerradas en un arillo transparente, llamado sarcotesta, los cotiledones son ovoides oblongos, aplanados y de color blanco.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del sitio de estudio

El municipio de Chiapilla según INEGI 2011, se encuentra localizado entre las coordenadas 92°43' Longitud W y 16°34' Latitud N, a 530 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Acala y San Lucas, al este con los municipios de San Lucas y Totolapa; al sur con Totolapa y Acala; al oeste con el municipio de Acala.

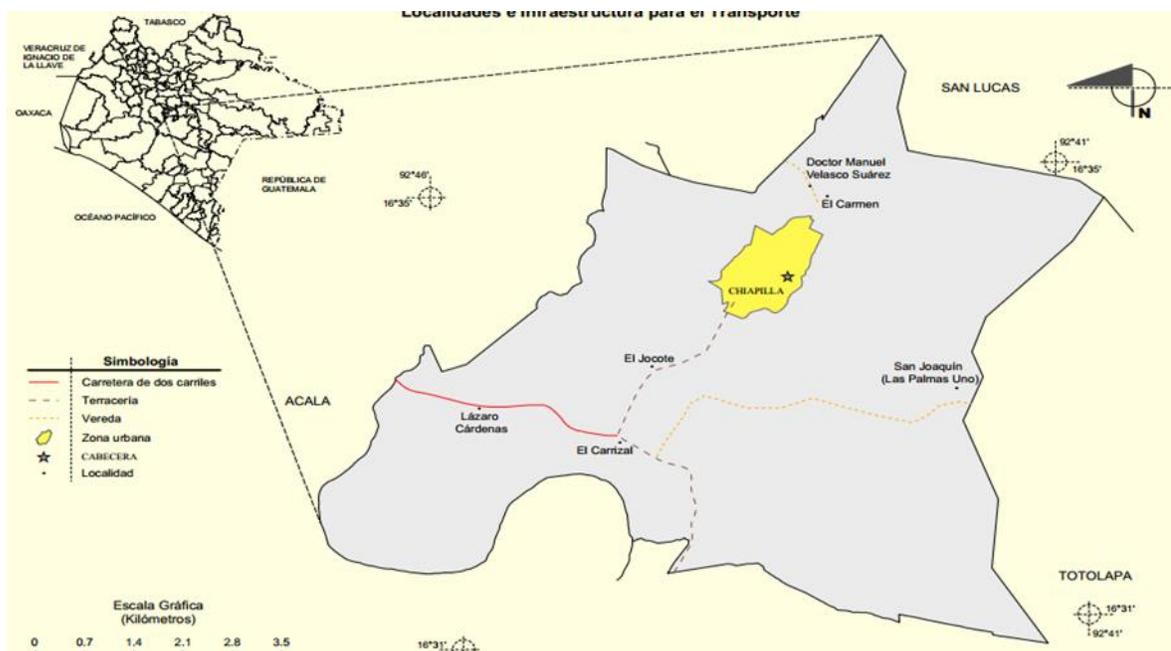


Figura 1. Localización geográfica, INEGI 2011.

Los principales cultivos de la región son maíz y frijol, la mayoría de ellos se establecen en ciclos de temporal anuales. Solo una mínima cantidad de predios de la región cuentan con sistemas de riego, lo que les permite producir en dos ciclos por año.

El presente trabajo fue realizado en el predio El burrero, ubicado dentro del municipio de Chiapilla, Estado de Chiapas. Entre las coordenadas geográficas 92° 45' 23.19" Longitud W y 16° 32' 14.61" Latitud N, a 425 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 23° C con una precipitación pluvial de 1,192 milímetros anuales.



Figura 2. Predio El burrero, Chiapilla, Estado de Chiapas.

3.2 Descripción técnica del sistema de riego

El trabajo consistió en el diseño e instalación de un sistema de riego por goteo para el cultivo de papaya maradol, en una superficie de 16.50 hectáreas. El sistema estuvo integrado por un pozo artesiano o noria, tractobomba, hidrociclón, equipo de filtrado, línea de conducción principal con manguera plana lay flat de seis pulgadas, líneas secundarias con manguera plana lay flat de cuatro, tres y dos pulgadas; y cinta de goteo en doble lateral por cada hilera de plantas.

3.2.1 Necesidad hídrica del cultivo (Nt)

Es la necesidad total del cultivo, se obtiene dividiendo la evapotranspiración entre la eficiencia de aplicación del método de riego.

$$Nt = Etc/Ea$$

Donde:

Nt = Necesidad hídrica del cultivo en, milímetros/día.

Etc = Evapotranspiración del cultivo en, milímetros/día.

Ea = Eficiencia de aplicación del método de riego, en %.

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, se pueden utilizar formulas empíricas basadas en diferentes datos climáticos. Para diseño y manejo de riego localizado, es aceptable utilizar los datos del tanque evaporímetro tipo "A".

Para diseño es aceptable la siguiente formula:

$$ETd = 0.7 * Ev$$

Donde:

ETd = Evapotranspiración diaria, en milímetros.

Ev = Evaporación diaria del tanque tipo "A", en milímetros.

Datos:

Ev = 7.86 milímetros.

Ea = 90%, para riego localizado.

Sustituyendo datos:

$$ETd = 0.7 * 7.86 = 5.50$$

$$ETd = 5.50 \text{ milímetros/día.}$$

Necesidad hídrica del cultivo (Nt)

$$Nt = Etc/Ea$$

$$Nt = 5.50/0.90 = 6.11$$

$$Nt = 6.11 \text{ milímetros/día.}$$

Por lo tanto, para que el cultivo no sufra de estrés hídrico, se tiene que aplicar una lámina de riego de 6.11 milímetros diariamente con la finalidad de mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas.

3.2.2 Diseño agronómico

El diseño agronómico corresponde a la identificación del cultivo y de los parámetros necesarios para realizar un buen diseño del sistema de riego.

La selección del sistema de riego está en función de varios factores, tales como: cultivo, superficie, fuente de abastecimiento, manejo, experiencia del agricultor, finalidades agro-técnicas, así como las posibilidades económicas de adquisición. En general, cualquiera de los sistemas de riego en sus numerosas variantes permitirá al agricultor cumplir con éxito su objetivo de producir más al menor costo y con la calidad óptima, si su sistema de riego cumple con tres condiciones indispensables:

- ✚ Un diseño apropiado.
- ✚ Una buena instalación.
- ✚ Un programa de operación y mantenimiento.

3.2.3 Requerimientos técnicos

Con base a los recursos disponibles y condiciones prevalecientes en la localidad, se determinan los requerimientos técnicos del sistema de riego, los cuales son:

- Cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego.
- Frecuencia e intervalo entre las aplicaciones de riego.
- Tiempo necesario para efectuar cada riego.

3.2.3.1 Lámina de riego

El riego tiene como objetivo mantener en el suelo un nivel de humedad superior al punto de marchitez. Cuando esto sucede, en la papaya las hojas son abundantes, y el fruto es de mayor tamaño, pero cuando se presenta déficit de agua hay detención del crecimiento y no se permite una maduración adecuada del fruto.

Para calcular la lámina de riego que se va a aplicar a un terreno es necesario conocer las propiedades físicas del suelo predominante. Lo anterior equivale a la lámina de aplicación y se puede expresar de la siguiente manera:

$$Lr = (CC - PMP) * Da * Pr * Fa$$

Donde:

Lr = Lámina de riego, en centímetros.

CC = Capacidad de campo, en %.

PMP = Punto de marchitez permanente, en %.

Da = Densidad aparente, en gramos/centímetro cúbico.

Pr = Profundidad radicular del cultivo, en centímetros.

Fa = Factor de abatimiento, en %.

3.2.3.2 Frecuencia o intervalo de riego

Para un diseño de riego localizado, se obtiene el intervalo para los días con mayor necesidad del cultivo, mediante la siguiente expresión:

$$I_r = L_{\max}/ET_{\max}$$

Donde:

I_r = Frecuencia o intervalo entre riegos, en días.

L_{\max} = Lámina máxima aplicada, en centímetros.

ET_{\max} = Evapotranspiración del mes de máxima demanda, en centímetros/día.

3.2.3.3 Tiempo de riego

El tiempo de riego, depende de la lámina de riego que se requiere aplicar y del caudal medio del emisor. Al expresar la lámina de riego en milímetros y considerando

el porcentaje de área humedecida, se determina el volumen de agua que se aplica en dicha área y se divide entre el caudal medio, obteniendo la siguiente expresión:

$$Tr = (Lr * Sg * Sl) / qm$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego, en horas.

Lr = Lámina de riego, en milímetros.

Sg = Separación entre goteros, en metros.

Sl = Separación entre líneas, en metros.

qm = Caudal medio, en litros/hora.

3.2.3.4 Tiempo disponible para el riego

Se recomienda elegir un máximo de 20 horas diarias, dejando las horas restantes para el mantenimiento, recarga de fertilizantes y margen de seguridad para prevenir posibles fallas en la instalación. En este trabajo el tiempo total de riego fue de 17 horas diarias.

3.2.4 Diseño de sistema de riego por goteo

3.2.4.1 Estudio topográfico

El estudio topográfico se realizó con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Con base a los datos recabados, el terreno presenta una ligera pendiente del 1%, por lo tanto, no requiere de nivelación para la instalación del sistema de riego.



Figura 3. Terreno con pendiente del 1%.

3.2.4.2 Estudio de suelo

Los tipos de suelos predominantes en la región son: regosol, litosol, cambisol y rendzina, su uso principal es el pecuario y forestal. El 80% del territorio municipal son terrenos ejidales y el restante 20%, son pequeñas propiedades.

Características del suelo:

Textura = Franco arcillo – arenoso

Capacidad de campo = 27.00 %

Punto de marchitez permanente = 13.50 %

Densidad aparente = 01.40 gramos/centímetro cubico

Velocidad de infiltración = 3.0 centímetros/hora

3.2.4.3 Fuente de abastecimiento

El abastecimiento de agua para el sistema de riego fue mediante un pozo artesiano o noria, excavado a mano con picos y palas; las paredes estaban reforzadas con ladrillos y concreto, que se extendió sobre la superficie del suelo formando el brocal. Las características del pozo, se presentan en la figura 4.

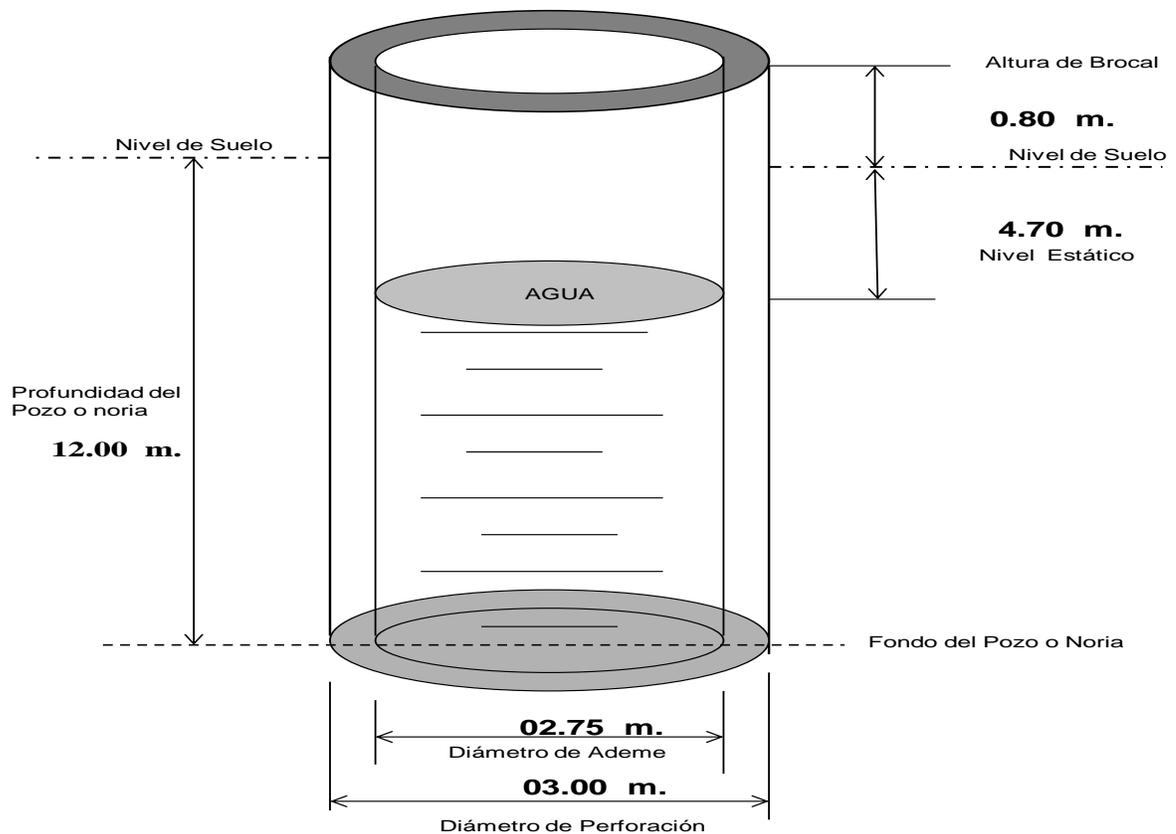


Figura 4. Características del pozo artesiano o noria.

3.2.4.4 Calidad del agua

El municipio de Chiapilla, está dentro de la Unidad Hidrogeológica denominada Tuxtla. Se identifica con la clave Geohidrológica CHA03 y la 0703 del SIGMAS. La Unidad Hidrogeológica Tuxtla se encuentra incluida dentro de la subregión Alto Grijalva y pertenece a la cuenca denominada Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez.

La calidad de los acuíferos subyacentes, se considera apta para todo uso, cumpliendo con las normas de calidad establecidas para consumo humano. Sin embargo, no se descarta la posible contaminación antropogénica debido a la profundidad somera a la que se encuentra el nivel freático, la cercanía de los aprovechamientos a los núcleos de población, así como a las corrientes superficiales, las cuales en su mayoría actúan como cuerpos de captación de descargas de aguas residuales.

El tipo o familia de agua identificada, está en relación directa con la litología de la zona, en donde predominan las rocas de tipo granítico, en general las aguas presentan bajo contenido de sales lo que ratifica la poca disolución de las rocas por las que circula el agua subterránea. En estudios realizados se ha encontrado una ligera predominancia del magnesio y calcio sobre el sodio, comúnmente mezclados, originando aguas mixtas. La recarga natural del acuífero es originada principalmente por infiltración de la lluvia y del escurrimiento superficial (CONAGUA, 2015).

3.2.4.5 Cálculos para diseño del sistema de riego

Se utilizó la hoja de cálculo de Excel, para el análisis matemático de los parámetros para el diseño del sistema de riego por goteo.

Cuadro 2. Necesidades de riego estimadas para el cultivo

Necesidades de Riego	
Sistema de riego por goteo	
Cultivo:	Papaya maradol
Area de riego:	16.50 ha
Gasto disponible:	16.50 L/s
Factor de área	1.00
Días de riego a la semana	7.00
Factor de tiempo	1.00
Espac. entre cintas:	1.00 m
Long. Del surco:	100.00
Modelo de la cinta regante:	EA5XX0867
<i>Presión de operación:</i>	5.76 mca (8.17psi)
<i>Gasto ajustado de la cinta:</i>	504.00 L/h/100m
Et diseño	5.50
	mm/día
Eficiencia de riego	90%
Necesidad diaria de Riego	61.11 m ³ /día/ha
Tasa de aplicación	50.40 m ³ /hora/ha
Tiempo de riego por posición	1.21 Hr/día (1h12min)
Posiciones de riego	14.00
Tiempo total de riego	16.98 Hr/día (16h58min)

3.2.5 Diseño hidráulico del sistema de riego por goteo

Para el diseño de la red hidráulica, que comprende; la línea principal, línea secundaria y línea regante, se utilizó la hoja de cálculo Excel para el análisis matemático de la ecuación de Hazen-Williams, cuya expresión aparece a continuación:

$$H_f = 1.22 \times 10^{-6} Q^{1.852} D^{-4.87} L$$

Cuadro 4. Análisis hidráulico

ANÁLISIS HIDRÁULICO									
CONDUCCIÓN PARA RIEGO									
MUNICIPIO:		<u>Chiapilla</u>							
ESTADO:		<u>Chiapas</u>							
DATOS DE TUBERÍA									
PVC S.M. C-5		PVC S.I. RD-41		PVC S.I. RD-26		PVC MÓVIL S.I.		ALUMINIO MÓVIL	
C= 150		C= 150		C= 150		C= 150		C= 130	
DIAM.NOM.	DIAM.INT.	DIAM.NOM.	DIAM.INT.	DIAM.NOM.	DIAM.INT.	DIAM.NOM.	DIAM.INT.	DIAM.NOM.	DIAM.INT.
355 mm (14")	342.4	100 mm (4")	108.1	200 mm (8")	201.3	114 mm	108.2	8"	203.2
315 mm (12")	303.3	75 mm (3")	83.9	150 mm (6")	154.5	73 mm	68.1	7"	177.8
250 mm (10")	240.9	60 mm (2 1/2")	68.8	100 mm (4")	104.9	48 mm	44.8	6"	152.4
200 mm (8")	192.6	50 mm (2")	56.7	75 mm (3")	81.5			5"	127.0
160 mm (6")	154.0			60 mm (2 1/2")	66.8			4"	101.6
100 mm (4")	96.2			50 mm (2")	55.1			3"	76.2
PÉRDIDAS POR FRICCIÓN									
LÍNEA CRÍTICA									
TRAMO	DIAMETRO (mm)	GASTO (L/s)	COEFIC. (Adim.)	LONGITUD (m)	SALIDAS MULTIPLES	PERDIDAS (mca)	PERDIDAS ACUM.	PERDIDAS TOTALES	VELOCIDAD m/s
1	2	154.00	16.50	150.00	539.00	2.43	2.43	2.80	0.886
2	3	109.50	16.50	150.00	138.00	3.28	5.71	6.56	1.752
3	4	85.10	8.25	150.00	43.00	0.97	6.67	7.67	1.450
4	5	57.60	4.13	150.00	72.00	3.00	9.68	11.13	1.585
5	6								
6	7								
7	8								
8	9								
9	10								
10	11								
11	12								
12	13								
13	14								
14	15								
15	16								
Suma =						11.13	mca		
Resumen									
Desnivel bomba =		6.00 m							
Pérdida en Filtro =		10.00 m							
Hf. Conducción =		11.13 mca							
Desnivel Conducc.=		6.00 m							
Presión en salida =		10.00 mca							
CDT =		43.13 mca							
Gasto del Sistema=		16.50 L/s							
Potencia Teórica=		13.38 hp							

3.2.6 Carga dinámica total (CDT)

La carga dinámica total es la suma de todas las pérdidas de presión que se tienen en todo el sistema de riego, además, es el rango mínimo con que el equipo de bombeo debe contar.

Para el presente trabajo, la CDT es:

Cuadro 5. Carga dinámica total (CDT)

Concepto	Pérdida (mca)
Desnivel de bomba	06.00
Pérdida en filtro	10.00
Hf de conducción	11.13
Desnivel de conducción	06.00
Presión en salida	10.00
CDT	43.13
Gasto del sistema (L/s)	16.50

3.2.7 Cálculo del equipo de bombeo

Para calcular la potencia requerida en el equipo de bombeo, se requiere una serie de datos, que a continuación se enumeran:

CDT = 43.13 mca

Gasto requerido = 16.50 L/s

Eficiencia del motor = 70 %

De acuerdo a los datos anteriores, la potencia del motor se calcula con la siguiente expresión:

$$HP = (Q * CDT) / (76 * Em)$$

Donde:

HP = Potencia del motor, en hp.

Q = Gasto requerido en el sistema, en Litros/segundo.

CDT = Carga de presión total a vencer, en metros de columna de agua.

Em = Eficiencia del motor, en decimal.

Sustituyendo valores, se tiene que:

$$HP = (16.50 * 43.13) / (76 * 0.70)$$

$$HP \text{ teórico} = 13.38 \text{ hp}$$

Se obtiene una potencia teórica que debe ser ajustado a una potencia comercial de 15 hp para motor eléctrico, en el caso de que el equipo a utilizar sea de combustión interna, ya sea diésel o gasolina, a esta potencia se divide entre un factor de 0.75, esto con la finalidad de tener un dato más aproximado al momento de solicitar equipos de bombeo al fabricante. Es importante mencionar que cada fabricante diseña equipos con características particulares y al momento de cotizar se basan en las curvas características presentadas por cada equipo, tomando como base la carga dinámica total y el gasto requerido por el sistema.

Para la operación del sistema de riego se seleccionó una tractobomba centrífuga marca Barnes de alta presión, modelo 4APT que cumple con los requerimientos de $Q = 16.50$ Litros/segundo y $CDT = 43.13$ metros de columna de agua.

Cuadro 6. Especificaciones técnicas de la tractobomba Barnes

RPM		4APT / LITROS POR MINUTO																	
		400		800		1200		1600		2000		2400		2800		3200		3600	
TRACTOR	BOMBA	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP	m	BHP
235	900	12	2.5	10	3	8	3.5												
300	1150	17	4	16	5	15	6	13	7										
380	1450	27	6.5	26	8	25	9.5	23	12	20	13	16	18						
455	1750	38	10	37	13	36	16	35	18	32	21	28	22	23	23	16	24		
520	2000	50	15	50	20	50	22	48	26	47	29	44	30	36	31	32	32	15	32

3.2.8 Plano del sistema de riego

Se anexa plano general del sistema de riego por goteo.

3.2.9 Catalogo de conceptos

Cuadro 7. Presupuesto

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE PAPAÑA MARADOL, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE CHIAPILLA, CHIAPAS
LUGAR: PREDIO INNOMINADO
LOCALIDAD: CHIAPILLA
MUNICIPIO: CHIAPILLA, CHIAPAS

CATALOGO GENERAL						
CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	U.M.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	
1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, Y PRUEBA DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN Y LÍNEA REGANTE DEL SISTEMA					
1.1	MANGUERA LAY FLAT 6"	6.00	ROLLO	7,749.31	46,495.86	
1.2	MANGUERA LAY FLAT 4"	9.00	ROLLO	4,548.00	40,932.00	
1.3	MANGUERA LAY FLAT 3"	21.00	ROLLO	3,525.00	74,025.00	
1.4	MANGUERA LAY FLAT 2"	5.00	ROLLO	1,819.25	9,096.25	
1.5	TUBO PVC HCO. S.I. C/C. RD-26 6"	36.00	M	268.07	9,650.52	
1.6	TUBO PVC HCO. S.I. C/C. RD-26 4"	36.00	M	123.21	4,435.56	
1.7	TUBO PVC HCO. S.I. C/C. RD-26 3"	30.00	M	74.00	2,220.00	
1.8	TUBO PVC HCO. S.I. C/C. RD-26 2"	18.00	M	33.86	609.48	
1.9	TUBO PVC HCO. S.I. ABOC. RD-26 1"	12.00	M	14.43	173.16	
				SUBTOTAL	\$	187,637.83
2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DE PVC					
2.1	ADAPT. MACHO PVC HCO. CEM 2"	6.00	PZA	17.21	103.26	
2.2	ADAPT. HEMBRA PVC HCO. CEM 6"	14.00	PZA	303.45	4,248.30	
2.3	ADAPT. HEMBRA PVC HCO. CEM 4"	12.00	PZA	82.80	993.60	
2.4	CODO PVC HCO. CEM. 90° X 4"	6.00	PZA	145.65	873.90	
2.5	CODO PVC HCO. CEM. 90° X 3"	1.00	PZA	81.15	81.15	
2.6	CRUZ PVC HCO. CEM. 6"	10.00	PZA	1,451.10	14,511.00	
2.7	CRUZ PVC HCO. CEM. 4"	4.00	PZA	250.35	1,001.40	
2.8	CRUZ PVC HCO. CEM. 3"	15.00	PZA	169.20	2,538.00	
2.9	ADAPT. HEMBRA PVC HCO. CEM 1"	29.00	PZA	7.59	220.11	
2.10	ADAPT. HEMBRA PVC HCO. CEM 2"	6.00	PZA	14.85	89.10	
2.11	ADAPT. HEMBRA PVC HCO. CEM 3"	32.00	PZA	61.24	1,959.68	
2.12	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 6" X 4"	10.00	PZA	268.81	2,688.10	
2.13	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 6" X 3"	14.00	PZA	268.81	3,763.34	
2.14	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 4" X 2"	7.00	PZA	88.05	616.35	
2.15	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 4" X 3"	15.00	PZA	88.05	1,320.75	
2.16	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 3" X 2"	34.00	PZA	48.47	1,647.98	
2.17	REDUCC. BUSH. PVC HCO. CEM. 2" X 1"	29.00	PZA	20.35	590.15	
2.18	TAPA PVC HCO. CEM. 6"	3.00	PZA	267.88	803.64	
2.19	TAPA PVC HCO. CEM. 4"	4.00	PZA	111.93	447.72	
2.20	TAPA PVC HCO. CEM. 3"	15.00	PZA	49.40	741.00	
2.21	TAPA PVC HCO. ROSC. 3"	26.00	PZA	90.75	2,359.50	
2.22	TAPA PVC HCO. ROSC. 2"	6.00	PZA	33.30	199.80	
2.23	TEE PVC HCO. CEM 6"	6.00	PZA	725.55	4,353.30	
2.24	TEE PVC HCO. CEM 4"	8.00	PZA	216.30	1,730.40	
2.25	TEE PVC HCO. CEM 3"	16.00	PZA	119.55	1,912.80	
2.26	CEMENTO P/PVC 1 L	12.00	PZA	324.38	3,892.56	
2.27	LIMPIADOR 250 ML	3.00	PZA	87.60	262.80	
2.28	SILICON TRANSPARENTE USO GENERAL	6.00	PZA	132.75	796.50	
				SUBTOTAL	\$	54,746.19
3	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y PRUEBA DE PIEZAS ESPECIALES DEL TIPO DE RIEGO					
3.1	VALV. ADM-EXP. DE AIRE ALUM. 2"	6.00	PZA	350.00	2,100.00	
3.2	VALV. ADM-EXP. DE AIRE PLAST. 1"	29.00	PZA	180.00	5,220.00	
3.3	VALV. ESF. UNIÓN SIMPLE CEM. 4"	1.00	PZA	3,063.75	3,063.75	
3.4	VALV. ESF. UNIÓN SIMPLE CEM. 3"	27.00	PZA	1,995.00	53,865.00	
3.5	ABRAZ. GALV. C/TORNILLO 6"	26.00	PZA	210.00	5,460.00	
3.6	ABRAZ. GALV. C/TORNILLO 4"	30.00	PZA	170.00	5,100.00	
3.7	ABRAZ. GALV. C/TORNILLO 3"	100.00	PZA	150.00	15,000.00	
3.8	ABRAZ. GALV. C/TORNILLO 2"	22.00	PZA	95.00	2,090.00	
3.9	ADAPT. GALV. P/MANGUERA 6"	14.00	PZA	225.00	3,150.00	
3.10	ADAPT. GALV. P/MANGUERA 4"	12.00	PZA	158.95	1,907.40	
3.11	ADAPT. GALV. P/MANGUERA 3"	58.00	PZA	123.12	7,140.96	
3.12	ADAPT. GALV. P/MANGUERA 2"	12.00	PZA	89.00	1,068.00	
3.13	COPLÉ INSERC. GALV. P/MANGUERA 6"	6.00	PZA	225.00	1,350.00	
3.14	COPLÉ INSERC. GALV. P/MANGUERA 4"	9.00	PZA	158.95	1,430.55	
3.15	COPLÉ INSERC. GALV. P/MANGUERA 3"	20.00	PZA	123.12	2,462.40	
3.16	COPLÉ INSERC. GALV. P/MANGUERA 2"	5.00	PZA	89.00	445.00	
3.17	CONECTOR LAY FLAT A CINTA 5/8"	3,700.00	PZA	9.00	33,300.00	
3.18	COPLÉ CINTA A CINTA 5/8"	200.00	PZA	8.00	1,600.00	
3.19	CINTA 6MIL X 10 CM	55.00	ROLLO	2,850.00	156,750.00	
				SUBTOTAL	\$	302,503.06
4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACION Y PRUEBA DEL EQUIPO DE BOMBEO					
4.1	TRACTOBOMBA BARNES 4APT 16.5 L/s 45 MCA	1.00	PZA	59,393.25	59,393.25	
4.2	SUCCIÓN Y DESCARGA 4"	1.00	LOTE	18,500.00	18,500.00	
4.3	HIDROCICLÓN 4"	1.00	PZA	11,370.00	11,370.00	
4.4	EQUIPO DE FILTRADO C/FILTRO DE DISCO	1.00	LOTE	11,750.00	11,750.00	
				SUBTOTAL	\$	101,013.25
				COSTO TOTAL DEL SISTEMA	\$	645,900.33

3.2.10 Operación del sistema de riego

Para la operación del sistema de riego se capacitó al agricultor, así como en el mantenimiento y distribución del riego, así mismo se realizaron supervisiones mensuales.

3.3 Establecimiento de la plantación de papaya

3.3.1 Preparación del terreno

El proceso consistió, en un paso de barbecho profundo con arado de discos, después se efectuaron dos pasos de rastra, procurando dar el segundo paso en forma perpendicular al primero. En este caso no fue necesario nivelar el terreno para evitar encharcamientos, ya que presenta una pendiente mínima. Posteriormente se elaboraron los bordos de 30 centímetros de altura, con una separación de dos metros entre un bordo y otro.



Figura 5. Preparación del terreno.

3.3.2 Instalación del sistema de riego

Una vez que se realizó el diseño y se detalló todo el material necesario para el sistema de riego, se procedió con la instalación. Se ubicó la fuente de abastecimiento, se realizó el trazo de líneas principales y secundarias, se delimitó las secciones de riego. Se distribuyó los rollos de manguera lay flat en el terreno y se hizo el tendido de líneas principales y secundarias; se realizó el armado de las válvulas de seccionamiento, del sistema de filtración, de válvulas de admisión y expulsión de aire, manómetros y mecanismos de succión y descarga de la tractobomba. Se colocó los accesorios necesarios para la conexión de la cinta de goteo a la manguera lay flat y, por último, se realizó el tendido de la cinta de goteo a doble lateral por cada hilera de cultivo.



Figura 6. Instalación del sistema de riego.



Figura 7. Válvula de seccionamiento tipo mariposa.



Figura 8. Sistema de filtración.



Figura 9. Cabezal de control del sistema de riego.



Figura 10. Sistema de riego por goteo.

3.3.3 Época de plantación

Bajo condiciones de riego, se puede establecer la plantación en cualquier época del año, en este caso en particular, el trasplante se realizó en el mes de junio de 2012, con la finalidad de iniciar la cosecha al siguiente año en el mes de febrero de 2013, que es cuando la fruta alcanza los mejores precios en el mercado, ya que los cultivos de papaya de temporal no producen fruta en ese período.

3.3.4 Trasplante

Se llevó a cabo un riego seis horas antes del trasplante. Se inició el trasplante con la apertura de hoyos de 15 centímetros de profundidad, donde fue depositado el cepellón. Se cubrió el cepellón con tierra ejerciendo presión alrededor, esto con la finalidad de eliminar masas de aire y la raíz entre en contacto con la tierra.

Después de una hora de haber realizado el trasplante, se llevó a cabo otra aplicación del riego, con la finalidad de mantener una buena humedad en el suelo y la planta no sufra estrés.



Figura 11. Trasplante.

3.3.5 Densidad de plantación

En este trabajo se consideró un marco de plantación rectangular, con una distancia de dos metros entre surcos y un metro entre plantas. Con este marco de plantación se obtiene una densidad de 5,000 plantas por hectárea.

3.3.6 Sexado

Este proceso consistió en la eliminación de plantas macho que producen frutos redondos, dejando únicamente plantas hembras y hermafroditas, las cuales producen frutos de forma ovoide oblonga de color amarillento a naranja en la madurez y con cavidad central pentagonal. El sexado fue realizado en la etapa de floración por personal con experiencia en la diferenciación de las plantas por su tipo de flores.

3.3.7 Combate de malezas

Uno de los problemas que afecta al cultivo de papaya, es la presencia de malas hierbas, sobre todo en los primeros 45 días después del trasplante, ya que compiten por luz, agua y nutrientes; además, son hospederas de insectos vectores de virosis.

La limpieza se llevó a cabo de manera manual, con azadón y machete sobre el surco. Se utilizó control químico aplicando herbicidas a base de glifosato y paraquat.

3.3.8 Deseje y deschuponado

Durante el desarrollo de la planta produce brotes axilares, los cuales deben ser eliminados, ya que si se desarrollan desvían los nutrientes hacia ellos y producen frutos pequeños, afectando en gran medida la rentabilidad de la producción.

Esta actividad se realizó de forma inmediata y periódica a la aparición de los brotes axilares, para no causar daños a la planta.

3.3.9 Deshoje

Las hojas viejas fueron eliminadas, ya que se convierten en hospederas de plagas y enfermedades. En esta actividad se eliminó solamente la lámina foliar, dejando el pecíolo unido al tallo, el cual se desprende por si solo posteriormente. No se debe utilizar cuchillos ni tijeras para evitar la transmisión de enfermedades de una planta a otra, se realizó de forma manual utilizando guantes de hule.

Las hojas se eliminaron hasta una altura en donde no permite que los rayos del sol lleguen directamente sobre el fruto. Una vez cortadas las hojas se retiraron de la huerta.

3.3.10 Fertilización

La papaya requiere un suelo fértil y rico en materia orgánica para su óptimo desarrollo. No obstante, se debe realizar un suministro constante de nutrientes si se desean obtener altos rendimientos en poco tiempo (Rodríguez, 1984). Las cantidades que se aplican varían en proporción y composición, según la edad de la planta. El nitrógeno influye en el tamaño del fruto, crecimiento y número de hojas. El fósforo brinda resistencia a la sequía y determina los rendimientos; mientras que el potasio tiene influencia en el color, textura y sabor de la fruta.

La fertilización se inició una semana después del trasplante, ya que durante ese periodo de tiempo la planta ya se ha arraigado al terreno y las raíces inician su crecimiento activo. Como fuente de nutrientes se utilizó fertilizantes químicos y

orgánicos, por lo que su aplicación fue de manera fraccionada para evitar pérdidas por lixiviación y volatilidad. Se incorporó micronutrientes como el calcio, magnesio, zinc, azufre, hierro, manganeso, boro, cobre y molibdeno; para complementar o corregir deficiencias nutricionales.



Figura 12. Plantación con buen amarre de fruto.

3.3.11 Raleo de fruta

Se eliminó todos aquellos frutos deformes, pequeños, enfermos y en las que se encontraron tres frutas en el mismo pecíolo. Esta actividad se realizó cada dos o tres semanas una vez cuajado el fruto, con esto se logra que la producción sea de mayor calidad.

3.3.12 Plagas y enfermedades

Las plagas más comunes del cultivo son:

Araña roja, ácaros, chicharritas, pulga saltona, chinches, mosca de la papaya, hormigas (arriera), mayate rayado, picudo, piojo harinoso, entre otros.

Las enfermedades más comunes son:

Pudrición del cogollo, negrilla, pudrición de raíz, tallo y fruto; antracnosis, mancha de la hoja, tallo y fruto; virus de la mancha anular del papayo, virus de la necrosis apical, entre otras.

3.3.13 Cosecha

La cosecha se inició a partir de los ocho meses después del trasplante. Se hace referencia a que la papaya es una fruta que requiere de mucho cuidado durante la cosecha, empaque, transporte, descarga, almacenamiento y distribución, pues los golpes, el sobre peso o las heridas afectan su integridad y calidad comercial.

Las frutas óptimas para la cosecha se identificaron cuando empezaron a perder su color verde intenso por uno verde claro y formaron vetas amarillas al inicio de la maduración. Comúnmente, entre los productores la madurez fisiológica es identificada como el estado sazón del fruto o madurez de cosecha.

Los frutos se cosecharon de acuerdo a sus cambios de coloración: verde maduro (verde oscuro, pero cuando han completado su desarrollo), rompiendo el color (verde claro con trazas de amarillo en el pedúnculo o pintonas) y frutos maduros (se categorizan en $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de color amarillo).

3.3.14 Empaque

La fruta cosechada fue enviada al mercado de abastos de la Ciudad de México y a compradores locales, la especificación de calidad exige que el empaque reúna las condiciones mínimas para asegurar que la fruta llegue a su destino sin daños. Por ser una fruta muy sensible fue envuelta en materiales para protegerla de daños mecánicos. En esta actividad se utilizaron tinas de lavado y desinfectado, así como papel para envolver la fruta, se llevó a cabo por personal con experiencia en empaque y secado de la fruta. La colocación de la fruta en cajas se realizó de acuerdo al tamaño y color de la misma.

IV.- CONCLUSIONES

Un sistema de riego por goteo permite distribuir el agua de manera localizada, cercana a la raíz, manteniendo un nivel adecuado y constante de humedad en el suelo. Mediante la implementación de este tipo de sistema de riego se tiene una eficiencia en el uso del agua hasta del 90% y un rendimiento mayor de la producción por unidad de área.

El correcto diseño e instalación de un sistema de riego por goteo, garantiza el uso eficiente de todos los elementos que lo integran. La operación de un sistema de riego está en función de las características propias de cada sistema en particular, de las especificaciones técnicas de diseño y del conocimiento propio de cada agricultor. Es necesario realizar periódicamente un mantenimiento preventivo, para el buen funcionamiento del sistema de riego, y de esta manera garantizar su vida útil.

Aun cuando los costos de la inversión inicial para un sistema de riego por goteo son altos, en comparación con otros sistemas de riego, su vida útil es de varios años y está en función de varios factores, tales como el manejo, mantenimiento, condiciones climatológicas y calidad del material, entre otros.

En el presente trabajo la rentabilidad del sistema de riego por goteo en el cultivo de la papaya resultó ser muy alta, ya que la inversión realizada fue recuperada en el primer año.

V.- BIBLIOGRAFIA

- CONAGUA.** 2015. Actualización de la disponibilidad media anual en el acuífero Tuxtla (0703), Estado de Chiapas. Diario Oficial de la Federación. México. Pp. 10 – 19.
- CONAGUA.** 2018. Situación de los recursos hídricos. <http://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/situación-de-los-recursos-hidricos> (10, abril, 2018).
- CONAGUA.** 2018. Estadísticas del agua en México. Subdirección General Técnica. <http://www.sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuiferos> (04, enero, 2018).
- INEGI.** 2011. Unidad de Microrregiones. Cédula de Información Municipal (SCIM). <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nación&ent=07&mun=028> (12, diciembre, 2011).
- Maldonado, C. C.** 1995. Mejoras frutales para ganar mercado. Revista El Surco. Edición Mexicana. Año 100 No. 2. Industrias John Deere, México.
- Martínez, E. R.** 2004. Diseño agronómico del riego. X curso internacional de sistemas de riego. Departamento de irrigación, UACH. Texcoco, Estado de México, México.

- Morín, C.** 1965. Cultivo de frutales tropicales y menores. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú. Pp. 153 – 182.
- Pereira, L.S., Trout, T. J.** 1999. Irrigation methods. CIGR handbook of agricultural Engineering. Vol. I: Land and Water Engineering, ASAE. St. Joseph, MI, USA. Pp. 297 – 379.
- Pereira, L.S., Valero J. A. J., Picornell M. A., Tarjuelo J. M.** 2010. El riego y sus tecnologías. Editorial Europa – América. 1ª edición en castellano. España. Pp. 83 – 264.
- Ploetz, R.C.** 1994. Compendium of tropical fruit diseases. The American phytopathological Society. USA. Pp. 56 – 70.
- Rodríguez, H.** 1984. Nutrición en frutales. *Psidium guajaba* y *Carica papaya*. Boletín de reseñas. Cítricos y otros frutales. CIDA. MINAGRI. Cuba. Pp. 27 – 51.

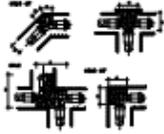
Necesidades de riego estimadas para el cultivo

Cultivo	Papaya mercado
Área de riego	16 - 50 - 00 ha
Gasto disponible	16.50 L/s
Factor de área	1.00
Días de riego a la semana	7.00
Factor de tiempo	1.00
Espac. entre cintas	1.00 m
Long. máxima del surco	100.00 m
Módulo de la cinta riego	543.000000
Presión de operación	5.76 mca (0.17 psi)
Gasto ajustado de la cinta	594.00 L/s/100 m
Diámetro	5.50 pulgadas
Eficiencia de riego	90%
Necesidad diaria de riego	61.11 m ³ /ha
Tasa de aplicación	93.63 m ³ /ha
Tiempo de riego por posición	1.21 HORA (70/20m)
Posiciones de riego	14.00
Tiempo total de riego	16.98 HORA (16/20m)
No. de secciones en operación	2.00 secciones/posición
Gasto ajustado por sección	8.25 L/s

Datos del equipo de bombeo

Gasto	16.50 L/s
Presión	4.21 kg/cm ²
Tractobomba	Centrifuga alta presión

Detalle de atraques



TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Detalle de zanja



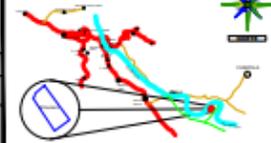
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN					
LADO	RUMBO	DISTANCIA	VRT	COORD. X	COORD. Y
1-2	S 48d57'37.1" W	175.459	1	525948.954	1628449.966
2-3	S 18d14'27.5" W	59.691	2	525814.613	1628334.763
3-4	S 45d07.0" W	27.653	3	525795.929	1628278.071
4-5	S 33d28'26.4" E	588.45	4	525776.375	1628258.517
5-6	N 53d47'7.1" E	279.209	5	526100.859	1627767.484
6-1	N 36d12'52.9" W	641.443	6	526325.927	1627932.444

AREA DEL POLIGONO: 16-50-00.000 Has.

Croquis de localización



SIMBOLOGIA

Manguesploma Lay Flat 2"	[Symbol]
Punto de abastecimiento	[Symbol]
Válvula de aire	[Symbol]
Desviador	[Symbol]
Cable	[Symbol]
Control automático	[Symbol]
Válvula de almacenamiento	[Symbol]
Dirección de flujo	[Symbol]

NOTAS

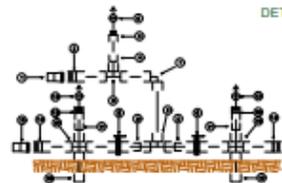
Carga dinámica total (CDT)

Presión de operación del emisor	10.00 m
Perdida en sistema	9.00 m
Perdidas localizadas	1.00 m
Filtración	10.00 m
Desviador específico	6.00 m
Presión a la descarga de la bomba	37.13 m
Desviador bomba	06.00 m
CARGA DINAMICA TOTAL (CDT)	43.13 m

ESCALA GRÁFICA 1:1500



DETALLE DE CRUCEROS



- ① Línea de riego por goteo 1"
- ② Línea de riego por goteo 1"
- ③ Línea de riego por goteo 1"
- ④ Línea de riego por goteo 1"
- ⑤ Línea de riego por goteo 1"
- ⑥ Línea de riego por goteo 1"
- ⑦ Línea de riego por goteo 1"
- ⑧ Línea de riego por goteo 1"
- ⑨ Línea de riego por goteo 1"
- ⑩ Línea de riego por goteo 1"
- ⑪ Línea de riego por goteo 1"
- ⑫ Línea de riego por goteo 1"
- ⑬ Línea de riego por goteo 1"
- ⑭ Línea de riego por goteo 1"
- ⑮ Línea de riego por goteo 1"
- ⑯ Línea de riego por goteo 1"
- ⑰ Línea de riego por goteo 1"
- ⑱ Línea de riego por goteo 1"
- ⑲ Línea de riego por goteo 1"
- ⑳ Línea de riego por goteo 1"

Diseño e instalación de un sistema de riego por goteo para el cultivo de papaya mercado (Cariaca papaya L.), en el Estado de Chiapas

Por:
Francisco Jiménez López

Trabajo de observación y estudio

Carrera:
Ingeniero agrónomo en irrigación

Saltillo, Coahuila, México. Agosto de 2020

Fecha:	1/2020	Proyecto:	...	Hoja:	1/20
Fecha:	...	Proyecto:	...	Hoja:	1/20