

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION – DIGI

Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

Titulo del Proyecto

“Disminución del efecto de la canícula, aprovechando el agua de lluvia para la producción familiar de hortalizas en el corredor seco”

Nombre de los integrantes del equipo de Investigación

- **Coordinador / Investigador: Ing. Agr. David Mauricio Tavico Leguarca**
 - **Investigadora: Inga. Agra. María Isabel Zuñiga Soria**

Instituciones Participantes y Co-financiantes

- **Instituto de Investigaciones Agrícolas y Ambientales - IIA**

Fecha: Guatemala, 25 de noviembre de 2014

INDICE GENERAL

1	RESUMEN	1
2	INTRODUCCION.....	2
3	ANTECEDENTES.....	3
4	JUSTIFICACION	5
5	OBJETIVOS.....	6
6	HIPOTESIS.....	6
7	METODOLOGIA	7
7.1	Periodo y lugar de la investigación	7
7.2	Descripción del método, técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados.....	8
7.3	Tipos y formas de análisis de las variables estudiadas	9
7.4	Metodología y análisis de la información	9
8	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	10
8.1	Datos de los registros de precipitación y cubicación del agua colectada.....	10
8.1.1	Registros de precipitación.....	10
8.1.2	Cubicación de tanques de agua colectada en tanques plásticos.....	11
8.2	Resultados de la producción de hortalizas	15
8.3	Costos y análisis económico de la producción de hortalizas	17
8.3.1	Costos de insumos de producción	17
8.3.2	Costos de mano de obra y total de costos.....	17
8.3.3	Precios de las hortalizas en central de mayoreo y mercado cantonal.....	18
9	DISCUSION DE RESULTADOS.....	19
10	CONCLUSIONES.....	233
11	RECOMENDACIONES.....	233
12	BIBLIOGRAFIA.....	244

INDICE DE ILUSTRACIONES

INDICE DE TABLAS

Tabla 1Ubicación de las localidades donde se evaluó la producción de hortalizas con agua de lluvia para disminuir el efecto de la canícula.	7
Tabla 2Registros de precipitación de mayo a julio de 2014 y análisis estadístico en diez localidades.	10
Tabla 3Cubicación de agua de lluvia colectada de mayo a junio (en litros), en los tanques plásticos de almacenamiento.....	11
Tabla 4Rendimientos de hortalizas producidas en diez localidades en el sistema de mini huerto familiar.	16
Tabla 5Costo de insumos en mini huerto familiar.	17
Tabla 6Costos de mano de obra en mini huerto familiar.....	17
Tabla 7Costos totales de mini huerto familiar.	18
Tabla 8Precio de hortalizas en central de mayoreo y en mercados cantonales.	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 1Registros de tres meses de lluvia en ocho localidades del corredor seco y dos localidades del departamento de Guatemala.	12
Figura 2Registros de precipitación en los meses de mayo, junio y julio de 2014, en diez localidades del corredor seco y del departamento de Guatemala.....	13
Figura 3 Mapa de amenaza de sequía, departamentos y ubicación de las localidades donde están ubicadas las estaciones experimentales del proyecto.....	15

1 RESUMEN

En el año 2014 se realizó un trabajo experimental que consistió en la captación y almacenamiento de agua de lluvia para la producción familiar de hortalizas, las cuales se regaron con un sistema de riego por goteo durante la época de la canícula, la cual se caracteriza por la disminución de la lluvia y por el aumento de las temperaturas, la que se presenta todos los años en el mes de julio y termina en el mes de agosto. Sin embargo, en el año 2014 la prolongación de la canícula fue mucho mayor de la que normalmente se presenta, superando esta sequía más de cuarenta días sin lluvia, lo que provocó que los agricultores perdieran la totalidad de sus cosechas de maíz y frijol; de tal magnitud fue esta sequía que afectó también a Honduras, El Salvador y Nicaragua, donde también hubieron cuantiosas pérdidas en la producción agrícola y pecuaria.

Esta situación climática adversa, determinó que en el presente trabajo de investigación no se obtuvieran los resultados esperados en cuanto a obtener una cosecha de hortalizas, logrando obtener resultados parcialmente buenos en las localidades de Potrero Grande en Palencia y en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía – CEDA, ubicadas en el departamento de Guatemala.

En términos generales, en la Finca El Oasis en Zacapa, las siembras de hortalizas se perdieron en su totalidad, ya que cuando las plantas tenían alrededor de un mes de sembradas, se presentó la canícula y el agua almacenada no alcanzó para terminar de regar los mini huertos, por lo que las plantas se murieron. Caso muy similar ocurrió en Chiguelas, El Progreso, donde las encargadas decidieron ya no volver a sembrar y únicamente cosecharon un poco de cilantro. En la comunidad de El Tempisque en Baja Verapaz, el agricultor decidió vender el terreno donde estaba ubicada la estación experimental y no sembró, por lo que no se obtuvo ningún resultado en esa localidad. En El Tunal, también en Baja Verapaz, el agricultor no siguió el procedimiento de regar con el agua de lluvia sino que decidió regar con agua de un pozo cercano, por lo que también se descartan estos resultados.

En las restantes seis comunidades, se logró la producción de rábano, cilantro, zanahoria, acelga, pepino y perejil, en ese orden; y se logró cosechar en dos localidades muy poco de remolacha y espinaca, ya que al parecer estas especies son más susceptibles al calor, que es alto en las localidades del corredor seco.

En cuanto a los costos de producción de estos mini huertos de 60 metros cuadrados, se determinó que el costo de los mismos en insumos fue de Q 117.61 mientras que los costos en mano de obra son de Q 374.84 lo que hace un total de Q 492.45 por mini huerto familiar.

En cuanto a los precios que tienen estas hortalizas en el mercado local, se determinó que estos se mantienen estables durante el año y solo sirven como referencia de lo que lo que las familias pueden ahorrar al producir sus propios alimentos y consumirlos, sin

tener que ir al mercado local y sin tener que gastar ni perder tiempo al trasladarse al mismo.

2 INTRODUCCION

Durante el año 2013 se realizó el proyecto para la producción familiar de hortalizas aprovechando el agua de lluvia, la cual se logró captar y almacenar en un tanque plástico con capacidad para 4100 litros, esto se hizo del mes de julio al mes de octubre. Posteriormente se utilizó el agua para regar mediante riego por goteo y producir hortalizas, las cuales se cosecharon en los meses de noviembre y diciembre de 2013 y en el caso de hortalizas como la zanahoria y el pepino, debido a su ciclo de producción más largo, se logró cosechar a principios de enero de 2014.

En una segunda fase realizada en 2014, se realizó el mismo procedimiento de captar y almacenar el agua de lluvia, solo que esta vez se hizo esto en los meses de mayo a julio, con el objeto de regar en la época de la canícula (meses de julio y agosto) y disminuir de alguna manera el efecto que este fenómeno climático ejerce sobre la producción agrícola; sin embargo en este año el periodo de la canícula se prolongó por más de cuarenta días por lo que las pérdidas en los cultivos y en la ganadería fueron cuantiosas y en este proyecto no se obtuvieron los resultados que se esperaban en la producción de hortalizas.

En 2014 no se tenía previsto una sequía tan severa, como lo indican diversas fuentes: “La sequía prolongada ocurrida entre julio y agosto afectó a 266 mil familias en todo el país. Datos de la Secretaría Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional –SESAN, revelan que el 80 por ciento de las siembras de maíz y el 63 por ciento de las de frijol se perdieron, debido a que la canícula que se extendió hasta 40 días en algunas áreas.”

“Las estimaciones de la SESAN indican que la sequía causó una reducción de al menos un millón 890 mil quintales de maíz y no menos de 661 mil quintales de frijol, que juntos suman una pérdida de alrededor de Q450.33 millones.”

“Agricultores de la región oriente, la cual sufrió más los efectos de la canícula, afirmaron que las pérdidas de siembras fueron casi totales, lo cual representa “un golpe durísimo” y del cual no podrán recuperarse en lo que resta de este año.” (Álvarez & Gómez, 2014).

La prolongación de la canícula en el año 2014 fue tan severa, que el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEH, pronosticó que los daños en las cosechas de granos básicos, principalmente maíz y frijol, se perderían en su totalidad debido a la condición extrema de sequía, que no se había observado en los últimos cuarenta años; mientras que otras fuentes, en los diferentes medios de comunicación indicaban que no se había reportado un fenómeno de esta naturaleza en los últimos cien años de la historia del país y de Centroamérica en general.

Este fenómeno de la canícula, en extremo prolongado, determinó que el agua que se almacenó en los tanques plásticos, fuera insuficiente para lograr una cosecha aceptable de las hortalizas evaluadas, principalmente en la zona del corredor seco, las cuales fueron: pepino, rábano, cilantro, espinaca, zanahoria, remolacha, acelga y perejil; sin embargo, debido a la rapidez con que se produce el rábano y el cilantro, en ese orden, permitieron que se lograra una buena cosecha de los mismos en algunas localidades. En un segundo grupo, se logró obtener producción de zanahoria, pepino, acelga y perejil, en ese orden y en un tercer grupo se obtuvo una baja producción de espinaca y remolacha en dos localidades. En el caso de la espinaca únicamente se logró cosechar algunas plantas en San Luis Buena Vista mientras que la remolacha se produjo en San Luis Buena Vista y en los campos del CEDA en la ciudad capital.

3 ANTECEDENTES

En el año 2013 se evaluó la producción familiar de hortalizas en el corredor seco, donde se captó el agua de lluvia en una estructura con área de captación de seis metros cuadrados, el agua de lluvia se almacenó en un tanque plástico de 4,100 litros y posteriormente, al final de la época lluviosa (mes de octubre) se procedió a sembrar y regar ocho clases de hortalizas, mediante un sistema de riego por goteo, que cubrió un área del huerto familiar de sesenta metros cuadrados; sin embargo el área real de riego fue de 24 metros cuadrados, por el riego localizado que hicieron las cintas de goteo.

Los resultados obtenidos, reflejaron que fue posible producir hortalizas bajo las condiciones del corredor seco, sin embargo es de destacar que las hortalizas que obtuvieron mejores resultados fueron el rábano, el cilantro, la acelga y el perejil, en ese orden, debido al ciclo corto que requieren para producirse (de uno a dos meses), lo que permitió que el agua almacenada fuera suficiente para poder regarlas.

Con otras hortalizas como la zanahoria, el pepino, remolacha y espinaca, se obtuvieron resultados parciales, ya que debido a su ciclo más largo de producción (de tres a cuatro meses), el agua fue insuficiente para completar su ciclo; sin embargo fue posible cosechar las mismas en las localidades de Potrero Grande en Palencia y los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía – CEDA, ya que por estar ambas localidades en el departamento de Guatemala, la cantidad de agua llovida, colectada y almacenada, fue superior a la que se obtuvo en las localidades del corredor seco.

En el año 2014 se continuó con un trabajo similar al del año anterior, con la diferencia de que se trabajó con el agua colectada y almacenada en los meses de mayo a julio y se regó en los meses de julio y agosto, que es la época en que se presenta la canícula, que es un periodo de tres a cuatro semanas en que deja de llover y hay más calor; sin embargo, este periodo se prolongó mucho más de lo normal y esto es lo que se publicó en los medios de comunicación nacionales e internacionales.

“Los departamentos afectados son Jutiapa, Chiquimula, Santa Rosa, Quiché, El Progreso, Huehuetenango, Baja Verapaz, Zacapa, Retalhuleu, Sololá, Totonicapán, Chimaltenango, San Marcos, Guatemala, Suchitepéquez y Jalapa.”

“Hasta finales de agosto las pérdidas de maíz y frijol sumaban Q631 millones. Con esta disposición se pretende proteger a 26 mil familias afectadas, ya que dependen de la agricultura para subsistir y no cuentan con reservas de alimentos.” (Prensa Libre, 2014).”

“Hasta finales de agosto las pérdidas de maíz y frijol sumaban Q631 millones. Con esta disposición se pretende proteger a 26 mil familias afectadas, ya que dependen de la agricultura para subsistir y no cuentan con reservas de alimentos (Prensa Libre, 2014).”

Otra fuente informa lo siguiente: “El director de la organización española Fundación Internacional Acción contra el Hambre (ACF), Miguel Ángel García, alertó que “a partir de septiembre hay un riesgo enorme para la seguridad alimentaria de nueve millones de personas” asentados en el llamado corredor seco centroamericano.”

“Es probable que se requieran niveles atípicamente altos de ayuda humanitaria, posiblemente los más altos desde el huracán *Mitch* en 1998, con el fin de evitar una crisis alimentaria”, advirtió la ACF en un estudio efectuado en agosto sobre el impacto de la sequía.”

“Nicaragua, El Salvador, Honduras y Guatemala se ven afectados por sequías recurrentes. El diagnóstico de de ACF indica que, con excepción de Guatemala, la actual sequía es “la peor en 10 años incluyendo la de *El Niño* del 2009”.

“El déficit de lluvias desde Nicaragua hasta Guatemala provocó que agricultores, especialmente de maíz y frijoles, no sembraran en la fase primera del ciclo productivo entre mayo y agosto.”

“La cantidad de personas afectadas por la sequía equivale casi a una cuarta parte de los 40 millones de habitantes de Centroamérica, siendo el país más afectado Guatemala, con 240 mil familias, equivalente a 1.2 millones de personas.” (AFP, 2014).

Es importante señalar que para lograr obtener la cosecha de las hortalizas que se evaluaron, se tomaron en cuenta los siguientes factores como lo fueron: tratar hasta donde fue posible de conservar la humedad del suelo; sembrar en junio cuando la época lluviosa es más intensa, para garantizar el enraizamiento de las hortalizas y tercero; regar a cada dos días para que el agua alcanzara para las hortalizas de ciclo más largo.

4 JUSTIFICACION

“La canícula es un fenómeno meteorológico que se caracteriza por un aumento de la temperatura en los días más largos del año, que en el hemisferio norte se presenta en los meses de julio y agosto y que puede tener una duración entre cuatro y siete semanas; en el caso de Guatemala, este periodo de tiempo va acompañado de una disminución considerable de la lluvia, lo que ocasiona en muchos casos que se tengan pérdidas en la cosecha, o bien que la producción agrícola se vea afectada por la interrupción repentina de la época lluviosa.” (SESAN, 2014).

En el año 2013 se establecieron diez estaciones experimentales, con el objeto de captar, almacenar y utilizar el agua de lluvia mediante un sistema de riego por goteo, el cual se diseñó para la siembra de hortalizas para consumo familiar al final de la época lluviosa; es decir, utilizar el agua de lluvia en los meses de octubre, noviembre y diciembre, ya que la instalación de los captadores de agua de lluvia y de los tanques de almacenamiento se hizo en los meses de junio y julio del 2013. Para este estudio la Universidad de San Carlos de Guatemala hizo una inversión fuerte en materiales y quipos, de alrededor de Q 5,000.00 por cada estación experimental, que además tiene la ventaja de que si se le da el cuidado y mantenimiento adecuado, podría tener un periodo de vida útil de por lo menos diez años o más si se cuidan debidamente, por lo que el mismo se debe aprovechar en otros estudios similares y bajo las mismas condiciones socio económicas y ambientales.

Estas estaciones experimentales se encuentran en las parcelas de grupos de mujeres y agricultores en los departamentos de Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa y Guatemala. Se planteó en 2014 utilizar las mismas para contrarrestar el efecto de la canícula, ya que dichas estructuras para captar y almacenar el agua de lluvia captaron el agua desde los meses de febrero a julio y se consideró que en esos meses, captarían el agua suficiente como para lograr una cosecha normal de hortalizas, bajo las condiciones que tienen los productores y grupos de mujeres; sin embargo, en ningún momento se previó que en 2014 el periodo de la canícula se prolongara de tal manera, que instituciones como el INSIVUMEH afirmaran que un fenómeno similar no se había visto en al menos 40 años, por lo que no se obtuvieron los resultados esperados en la producción familiar de hortalizas .

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Disminuir el efecto de la canícula para la producción familiar de hortalizas, aprovechando el agua de lluvia en la zona del corredor seco y el material y equipo que ya se tiene instalado para el estudio, a través de captadores de agua de lluvia, tanques de almacenamiento del agua y equipo de riego por goteo.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener una cosecha familiar de hortalizas que sea aceptable, aprovechando el agua de lluvia de febrero a julio, contrarrestando el efecto adverso de la canícula en el corredor seco.
- Validar el proceso de captación de agua de lluvia, almacenamiento del agua y riego por goteo, para la producción agrícola familiar de hortalizas, en condiciones del corredor seco y otras regiones del país, donde el acceso al agua es difícil y no se cuenta con la tecnología apropiada
- Proporcionar a los agricultores del corredor seco, algunas alternativas tecnológicas de producción agrícola en la época seca denominada canícula.

6 HIPOTESIS

Captar el agua de lluvia, almacenarla y utilizarla mediante riego por goteo, contribuye a disminuir el efecto de la canícula y constituye una alternativa tecnológica que contribuye a la producción de hortalizas y granos básicos en la zona del corredor seco de Guatemala.

7 METODOLOGIA

7.1 Periodo y lugar de la investigación

Este trabajo de investigación se realizó a partir del mes de febrero de 2014, iniciando con habilitación y mantenimiento de los materiales y equipos instalados en el año 2013 y finalizó en el mes de septiembre de 2014, donde concluyó la fase de producción de hortalizas bajo condiciones de la canícula; se determinó la cantidad y calidad de las hortalizas producidas con esta tecnología; las ventajas agronómicas, económicas y en seguridad alimentaria que representan a los agricultores; la toma de los registros de precipitación de diez localidades y la cubicación del agua almacenada en los tanques plásticos; al final se realizó una valoración económica del equipo instalado en 2013 utilizado para este fin.

Posteriormente se determinaron los costos de producción de los mini huertos familiares y se establecieron los precios de las hortalizas en la Central de Mayoreo de la ciudad de Guatemala y en los mercados cantonales, con el objeto de tener una idea de la relación beneficio / costo que los participantes del proyecto puedan tener al producir sus propias hortalizas y lo que esto representa en su seguridad alimentaria y nutricional.

Se evaluó la producción de hortalizas, en dos localidades del departamento de Guatemala y en ocho localidades del corredor seco (ver tabla 1), con el objeto de validar si en lugares donde llueve mas, como el departamento de Guatemala, es posible captar más agua y por ende se puede almacenar una mayor cantidad de agua que en las localidades del corredor seco y por otro lado, si es posible la producción familiar de hortalizas contrarrestando el efecto de la canícula, con este modelo de producción.

Localidad	Municipio	Departamento	¿Dentro del corredor seco?
Chiguelas	Guastatoya	El Progreso	Si
El Obraje	Guastatoya	El Progreso	Si
El Tunal	Salamá	Baja Verapáz	Si
El Tempisque	Salamá	Baja Verapáz	Si
Piedras Blancas	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso	Si
San Luis Buena Vista	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso	Si
Cruz del Valle	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso	Si
El Oasis	Estanzuela	Zacapa	Si
Potrero Grande	Palencia	Guatemala	No
CEDA	Guatemala	Guatemala	No

Tabla 1 Ubicación de las localidades donde se evaluó la producción de hortalizas con agua de lluvia para disminuir el efecto de la canícula.

7.2 Descripción del método, técnicas, procedimientos e instrumentos utilizados

Para realizar el presente estudio, se comenzó en el mes de marzo con habilitar y darle mantenimiento a los captadores de agua de lluvia, a las cisternas de almacenamiento de agua y al equipo de riego por goteo; con el objeto de captar el agua de lluvia desde el mes de abril y tener la cantidad suficiente para mediados del mes de julio.

A partir del mes de abril se realizó la preparación del suelo, luego se hizo la siembra de las hortalizas en el mes de junio, así como también se realizó la fertilización, el control de malezas y plagas, de tal forma que cuando se presentó la canícula a mediados de julio, se comenzó a aplicar el riego por goteo, a efecto de lograr una adecuada producción del huerto familiar.

Desde el año 2013 se ha tratado de inculcar a los grupos de mujeres y a los agricultores participantes, sobre la importancia de conservar la humedad del suelo a través de prácticas culturales que incluyen: la no quema de malezas, el manejo de rastrojos, la siembra de cultivos con cobertura, el uso de frijol abono, el manejo de poda de los árboles y el uso de la labranza cero hasta donde sea posible (Contreras, 2005); con el objetivo principal de que los participantes no solo dependan del agua de lluvia, sino que logren propiciar las mejores condiciones para que las hortalizas obtengan el agua suficiente para lograr una mejor cosecha.

Al momento de la cosecha de las hortalizas, se realizó una cuantificación de las mismas, procediendo a contarlas, pesarlas y a medirlas, para posteriormente hacer un análisis de su producción; sin embargo, los requerimientos hídricos de las hortalizas no fueron satisfechos en varias localidades, debido que se presentó una canícula muy prolongada, a tal extremo que los agricultores perdieron la totalidad de sus siembras de maíz y frijol, lo que afectó también a la producción de hortalizas.

Los datos obtenidos no permitieron hacer un análisis de varianza del diseño completos al azar propuesto inicialmente, ya que se perdieron tres localidades y la sequía afectó también en otras localidades por lo que no se pudo determinar si existieron diferencias significativas en el rendimiento de hortalizas evaluadas (ver tabla 3); por otro lado se hizo un análisis cualitativo de los productos obtenidos, con el objeto de determinar su apariencia, daño por enfermedades y plagas, hidratación y otras cualidades que fueron pertinentes en el estudio

Se realizó un análisis económico que permitió comparar el costo de producción de las hortalizas evaluadas, sus ventajas y sus desventajas, el beneficio adicional que esto le pudo traer a los agricultores, ya que también se determinó el precio de las hortalizas en el mercado local, sin dejar de tomar en cuenta, la disponibilidad de estos alimentos en la dieta de las familias, como parte de su seguridad alimentaria y nutricional.

7.3 Tipos y formas de análisis de las variables estudiadas

Las variables que se enumeran a continuación, están relacionadas con el manejo agronómico que se les dio a los huertos familiares y tienen relación directa con los resultados que se obtuvieron al final del estudio.

- Tipo y variedad de hortalizas sembradas y cosechadas
- Distanciamientos de siembra y número de semillas por postura
- Manejo agronómico de los huertos incluyendo tecnología del agricultor
- Control de plagas y enfermedades, según tecnología del agricultor
- Cantidad (numero, tamaño y peso) de hortalizas cosechadas por metro lineal
- Calidad de hortalizas producidas (color, olor, sabor y otros)
- Precio de las hortalizas en el mercado local
- Autoconsumo de hortalizas por familia
- Excedente que se vendió e ingresos económicos
- Costos de producción de las hortalizas
- Cantidad de agua colectada y almacenada para usar en la canícula
- Cantidad de agua registrada en pluviómetros al mes de julio de 2014
- Recolección de datos de estaciones meteorológicas del INSIVUMEH ubicadas en la zona del estudio

7.4 Metodología y análisis de la información

- Para determinar las medidas de tendencia central y otros parámetros del agua captada y almacenada en los tanques, se realizó un análisis estadístico convencional, en las diez localidades ya que cada una cuenta con un pluviómetro.
- Se determinó la precipitación registrada en los pluviómetros y con esto se estimó el agua captada y almacenada en los tanques o depósitos plásticos. Este dato permitió validar el modelo.
- Se realizó una evaluación cuantitativa y cualitativa de las hortalizas cosechadas durante o posterior al periodo de la canícula, aunque la misma se prolongó mucho más de lo normal.
- Con los resultados obtenidos de la producción de hortalizas, no se hizo el análisis de varianza propuesto inicialmente ya que hubieron pérdidas debido a la canícula prolongada, por lo que únicamente se presentaron promedios.
- Se realizó un análisis económico de la producción familiar de hortalizas con el uso de los materiales y equipos instalados en el año 2013.

8 PRESENTACION DE RESULTADOS

8.1 Datos de los registros de precipitación y cubicación del agua colectada

8.1.1 Registros de precipitación

En la tabla 2 se observan los registros de precipitación de nueve localidades, los cuales corresponden a los meses de mayo, junio y julio. Los registros de precipitación acumulados más bajos van de los 220 a 366 milímetros El Tempisque, Baja Verapaz y San Luis Buena Vista, El Progreso; hasta los 703 y 783 milímetros en Potrero Grande y en los campos del CEDA, en el departamento de Guatemala.

La desviación estándar de los registros va desde valores de 6.89 y 7.34 en El Tempisque y El Obraje, en El Progreso; hasta valores de 17.21 a 17.81 en Potrero Grande, Guatemala y El Oasis, Zacapa. El registro de días con lluvia va desde 15 y 16 días en las tres localidades de San Cristóbal Acasaguastlán, hasta los 38, 40 y 41 días con lluvia de un total de 92 días de registro, en las localidades de Finca El Oasis, Zacapa; Potrero Grande y campos del CEDA en el departamento de Guatemala.

Se toma como referencia en este estudio, los datos de El Oasis, Estanzuela, Zacapa, ya que los mismos se obtuvieron de la estación meteorológica del INSIVUMEH en la localidad; donde se obtuvo un acumulado de lluvia de 509.3 milímetros de mayo a julio, con un promedio de 5.54 milímetros de lluvia por día de un total de 92 días de registro, de los cuales 38 tuvieron lluvia y 54 fueron sin lluvia. La desviación estándar para esta localidad fue de 17.81 lo que indica variabilidad en los registros que se tuvieron.

Comunidad	Suma PPT (mm)	Promedio en 92 días	Desviación Estándar	Total de días	Días sin lluvia	Días con lluvia
Chiguelas	294	3.20	7.39	92	66	26
El Obraje	426	4.63	7.34	92	43	49
El Tunal	393	4.27	11.99	92	74	18
El Tempisque	220	2.39	6.89	92	72	20
Piedras Blancas	288	3.13	9.37	92	76	16
San Luis B.V.	266	2.89	7.50	92	76	16
Cruz del Valle	270	2.93	8.80	92	77	15
El Oasis	509.3	5.54	17.81	92	54	38
Potrero Grande	783	8.51	17.21	92	52	40
CEDA	703	7.64	16.08	92	51	41

Tabla 2 Registros de precipitación en milímetros de mayo a julio de 2014 y análisis estadístico en diez localidades.

Es importante señalar que los registros de precipitación se obtuvieron de los diez pluviómetros instalados en cada estación experimental, que son de la marca Senninger y que pueden captar hasta 140 milímetros de lluvia diarios o bien 5.5 pulgadas por día, con un diámetro de captación de tres centímetros. Se menciona lo anterior, ya que los datos que se presentan de la Finca El Oasis en Zacapa, corresponden a una estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en esa localidad y los datos comparados con los de los pluviómetros difieren en cuanto a la cantidad de lluvia registrada. Es decir que los datos de la estación meteorológica son siempre mayores que los que registran los pluviómetros.

Con estos datos se pudo estimar que únicamente en Potrero Grande Palencia y en el CEDA, ciudad de Guatemala se llenaron los tanques de almacenamiento, ya que según la fórmula de cubicación de los tanques de agua de lluvia, la altura del agua colectada superó los 1.82 metros de los mismos (ver tabla 2), que equivalen al tanque lleno con 4,100 litros. La fórmula en mención es la siguiente.

Volumen de agua (litros) = $\pi * (\text{radio})^2 * h$ (altura en milímetros)

8.1.2 Cubicación de tanques de agua colectada en tanques plásticos

Con respecto a los volúmenes de agua colectados y almacenados en los tanques plásticos, se puede ver en la tabla 2, que únicamente en la comunidad de El Tempisque no se obtuvo información porque el agricultor desarmó las estructuras de captación, almacenamiento y el riego por goteo, debido a que vendió el terreno donde se ubicó la estación experimental en 2013; sin embargo si llevaron los registros de precipitación de mayo a julio en esa localidad.

Localidad	Altura del agua en metros	Litros de agua colectada	Días de riego de 1 hora / día	Días de riego de 1 ½ horas / día
Chiguelas	0.78	1764	9.05	6.04
El Obraje	1.01	2292	11.75	7.85
El Tunal	1.07	2418	12.4	8.28
El Tempisque	El agricultor vendió el terreno y no colectó el agua de lluvia.			
Piedras Blancas	0.76	1728	8.86	5.92
San Luis B.V.	0.70	1596	8.18	5.47
Cruz del Valle	0.71	1620	8.31	5.55
El Oasis	1.35	3056	15.67	10.46
Potrero Grande	2.07	4698	24.09	16.09
CEDA	1.91	4338	22.25	14.86
Suma	10.94	23509.8	127.33	85.04
Promedio	1.09	2483	12.73	8.50
Desviación Estándar		1187.30		
Error Estándar		375.45		
Coefficiente de Variación		47.82 %		

Tabla 3 Cubicación de agua de lluvia colectada de mayo a junio (en litros), en los tanques plásticos de almacenamiento.

La cantidad de lluvia colectada y almacenada en los tanques plásticos, estuvo entre los 1,596 litros en San Luis Buena Vista, hasta los 4,698 litros en Potrero Grande, Palencia. La media de las nueve localidades fue de 2,483 litros con una desviación estándar de 1,187.30 y un coeficiente de variación de 47.82 % para las localidades, lo que implica evidente heterogeneidad de los resultados, es decir que la cantidad de lluvia colectada y almacenada fue muy variable en las localidades donde se hizo el estudio.

En la figura 1, se observan los registros de precipitación de diez localidades durante los meses de mayo, junio y julio de 2014. En esta figura se puede observar con claridad que en las ocho localidades ubicadas en el corredor seco, la precipitación fue mucho menor que la que se registró en las dos localidades del departamento de Guatemala y particularmente con los registros del mes de junio (barras color rojo).

En el mes de mayo (barras de color azul), el mayor registro de precipitación se obtuvo en la Finca El Oasis, Zacapa donde se midieron 250.3 milímetros, seguido por Potrero Grande y El tunal, con registros de 205 y 168 milímetros de lluvia, respectivamente. En Piedras Blancas, únicamente se registraron 60 milímetros de lluvia en el mes de mayo, que el menor registro que se obtuvo.

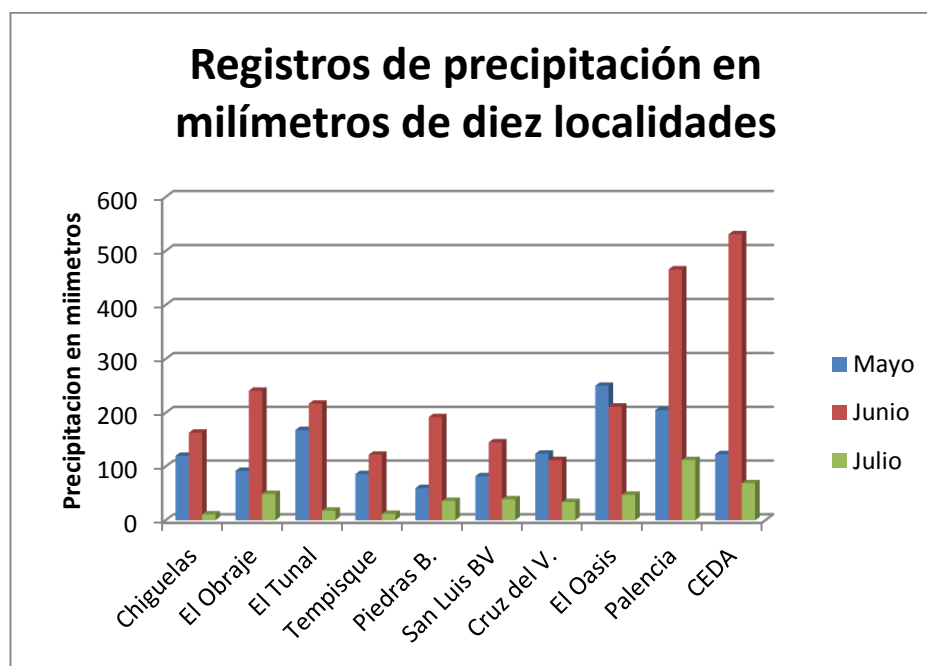


Figura 1 Registros de tres meses de lluvia en ocho localidades del corredor seco y dos localidades del departamento de Guatemala.

De las ocho localidades, el registro mensual apenas superó los 112 milímetros de lluvia en el mes de julio (barras color verde) en Potrero Grande, que fue cuando se acentuó la canícula, los registros de lluvia apenas llegaron a los 8 y 12 milímetros, como se registró en El Tunal y El Tempisque, en Salamá, Baja Verapaz. Las demás localidades no pasaron de los 69 milímetros de lluvia.

En el caso contrario de los campos del CEDA y Palencia, en el mes de junio (barras color rojo) los registros mensuales superaron los 466 milímetros hasta los 531 milímetros, respectivamente. En el mes de julio los registros estuvieron en 49 y 82 milímetros, en las mismas localidades; mes que coincidió con el menor registro de días de lluvia.

Por otro lado, en la figura 2 se puede observar la precipitación acumulada en milímetros, registrados en los meses de mayo, junio y julio de 2014 en las diez localidades, donde se observa que el mes de junio (en color rojo) llovió más en las diez localidades, con registros desde 112 milímetros en Cruz del Valle, en El Progreso; hasta los 531 milímetros en el CEDA, departamento de Guatemala.

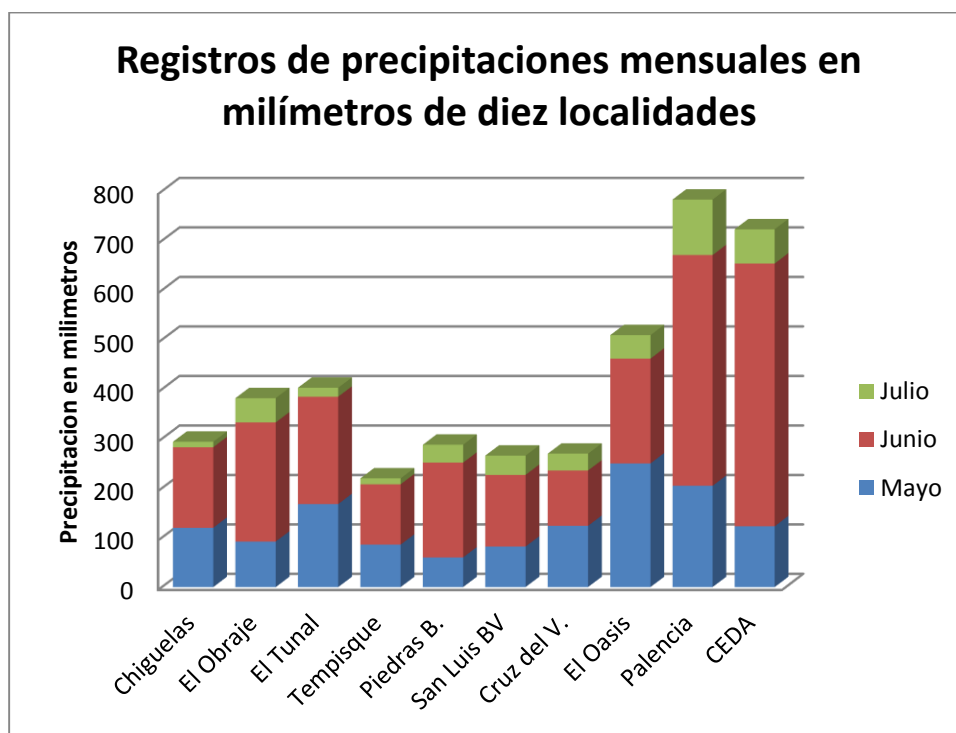


Figura 2 Registros de precipitación en los meses de mayo, junio y julio de 2014, en diez localidades del corredor seco y del departamento de Guatemala.

Los registros del mes de mayo (en color azul) indican que en este mes se obtuvieron los registros de precipitación intermedios, con valores que van desde los 60 milímetros en Piedras Blancas, El Progreso, hasta los 250.3 milímetros que se obtuvieron en la estación del INSIVUMEH en El Oasis, Estanzuela, Zacapa.

En el mes de julio (color verde), se obtuvieron los registros de precipitación más bajos en las diez localidades, donde se puede determinar que los registros apenas superaron los 112 milímetros de lluvia, como se reportó en Potrero Grande, Palencia; mientras que en las demás localidades los registros fueron menores a los 69 milímetros de lluvia.

En resumen, únicamente en Potrero Grande y el CEDA se logró superar los 700 milímetros de lluvia, en El Oasis, Zacapa se llegó a los 500 milímetros de lluvia acumulada y en el Tunal que se llegó a los 400 milímetros de lluvia. Todas las demás comunidades están debajo de los 400 milímetros de lluvia. Debido a esto es que no se llenaron los tanques de agua, para lo que se requiere al menos de un promedio de 700 milímetros de precipitación.

En el mapa de amenaza a la sequía del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – MAGA (ver figura 3), se puede notar que los departamentos de El Progreso y Zacapa se encuentran en el corazón de llamado corredor seco que es donde llueve menos y la amenaza la sequia puede ser Extremadamente alta a Muy alta (colores rosado y naranja): mientras que Baja Verapaz se encuentra en un segundo nivel de amenaza de sequía que es Alta (color amarillo intenso) y el departamento de Guatemala está ubicado en una zona donde la amenaza a la sequía es Mediana baja (color verde claro).

En la figura 3, se puede notar que las localidades ubicadas en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Baja Verapaz, en ese orden; se encuentran en una zona donde la precipitación es menor y por tal razón el impacto de la canícula fue mayor, mientras que las localidades de Potrero Grande y los campos del CEDA, en el departamento de Guatemala, se encuentran en una zona donde la amenaza de sequia es menor y eso explica porque en estas dos localidades se colectó y almacenó más agua para lograr regar las hortalizas durante mas tiempo.

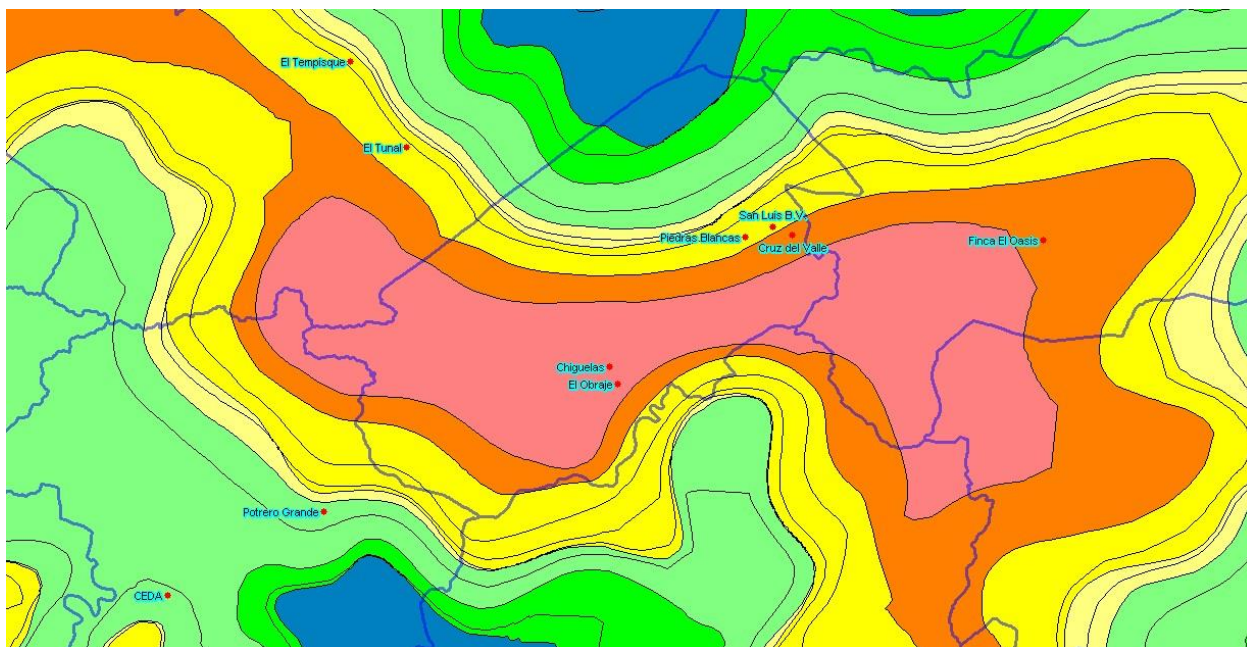


Figura 3 Mapa de amenaza de sequía, departamentos y ubicación de las localidades donde están ubicadas las estaciones experimentales del proyecto.

8.2 Resultados de la producción de hortalizas

Se perdieron los resultados de la localidad de Chiguelas, Guastatoya en El Progreso; en Finca El Oasis, Estanzuela en Zacapa; debido al efecto de la sequía y el calor que se presentó en forma de severa canícula. A pesar de que se sembraron las hortalizas, la sequía prolongada mato las plantas que aún estaban pequeñas y en Chiguelas, el grupo de mujeres decidió ya no sembrar y al final solo lograron producir un poco de cilantro. En Finca El Oasis se tuvo que resembrar todas las hortalizas a principios de julio, pero debido al intenso calor y a la sequía las plantas se murieron ya que el agua en el tanque no alcanzó para lograr su desarrollo.

En El Tunal, Salamá, Baja Verapaz; el agricultor no utilizó el agua del tanque plástico de almacenamiento, sino que utilizó agua de un pozo, por lo que los resultados no se consideraron parte de este estudio. En el caso de El Tempisque, también en Salamá, Baja Verapaz; el agricultor vendió el terreno por lo que desarmó la estructura de captación y trasladó el tanque a otro sitio, donde ya no se captó el agua de lluvia ya que esto lo hizo a finales de julio, cuando la canícula ya estaba establecida y por lo tanto no sembró ni cosechó absolutamente nada.

En la tabla 4 se pueden observar los resultados de la producción de hortalizas en donde se observa en las localidades de Chiguelas, El Tempisque y en El Oasis, Zacapa no se obtuvo ningún resultado de la producción de hortalizas, por las razones ya descritas. El promedio corresponde a un surco de diez metros de largo por 0.2

metros de ancho (10 m * 0.2 m = 2 m²), que es lo que riegan las cintas de goteo. El rendimiento por metro cuadrado es la mitad del promedio en 2 metros cuadrados.

En el caso de El Tunal, aunque si hubo buena producción de hortalizas, el agricultor no siguió los procedimientos del proyecto ya que regó con agua de pozo y solo utilizó inicialmente el agua del tanque plástico, por lo que los resultados de este mini huerto aparecen en color rojo y solo sirven de referencia en este estudio.

	Acelga	Cilantro	Espinaca	Pepino	Perejil	Rábano	Remolacha	Zanahoria
El Tunal	2.85	ND*	1.54	6.16	ND*	4.18	ND*	ND*
Chiguelas	0	0.633	0	0	0	0	0	0
El Obraje	3.39	0	0	5.66	0	6.65	0	1.27
Piedras Blancas	0	0	0	2.44	0	0	0	0
San Luis BV	1.70	2.36	2.04	1.92	0	4.18	1.63	1.63
Cruz del Valle	0	0	0	1.13	0	0	0	0
El Tempisque	---	---	---	---	---	---	---	---
El Oasis	---	---	---	---	---	---	---	---
Potrero Grande	2.44	5.07	0	3.39	2.44	9.95	0	7.92
CEDA - USAC	1.90	2.44	0	1.02	1.72	7.95	1.09	4.98
SUMA	9.43	10.50	2.04	15.56	4.16	28.73	2.72	15.79
PROMEDIO**	2.36	2.62	2.04	2.59	2.08	7.18	1.36	3.95
Rend. 1 metro ²	1.18	1.31	1.02	1.30	1.04	3.59	0.68	1.98

Tabla 4 Rendimientos de hortalizas (kilogramos por un metro cuadrado) producidas en diez localidades en el sistema de mini huerto familiar.

NOTA: ND* = No Disponible; PROMEDIO** = Solo se promediaron los resultados de las localidades que produjeron determinada hortaliza y no se utilizaron los resultados de la primera localidad (El Tunal), ya que no se siguió el procedimiento del modelo de producción del proyecto.

Las localidades donde se obtuvieron algunos resultados de algunas hortalizas como: rábano, cilantro, zanahoria, pepino, acelga y remolacha, en ese orden; corresponden a las localidades de Potrero Grande, campos del CEDA, San Luis Buena Vista, El Obraje, Piedras Blancas y Cruz del Valle, también en ese orden.

En tres comunidades los resultados fueron muy pobres y solo se obtuvieron resultados con el cultivo del pepino, en las localidades de Piedras Blancas y Cruz del Valle, ambas en el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán. La otra localidad es Chiguelas en El Progreso, donde solo se obtuvo un poco de cilantro.

En Potrero Grande y en los campos del CEDA del departamento de Guatemala, los resultados fueron aceptables y se obtuvieron resultados con rábano, cilantro, zanahoria, pepino, acelga, perejil y remolacha. Les siguen en cuanto a productividad de hortalizas, las localidades de San Luis Buena Vista y El Obraje del departamento de El Progreso.

8.3 Costos y análisis económico de la producción de hortalizas

8.3.1 Costos de insumos de producción para mini huerto de 60 m²

En las tablas 5, 6 y 7; se pueden observar con detalle los costos que se requieren para realizar el sistema de mini huerto familiar con agua de lluvia y riego por goteo; en la tabla 4 se tienen los costos de insumos para este sistema los cuales llegan a la cantidad de Q 117.00 quetzales, según facturas de gastos en mayo de 2014.

No.	Insumo	Variedad/Clase	Unidad	Costo/Unidad
1	Cilantro	American LS	1/2 onza	Q3.75
2	Rábano	Crimson Giant	1 onza	Q5.32
3	Pepino	Poinsett 76	1 onza	Q9.68
4	Espináca	Campo Verde	1 onza	Q5.94
5	Zanahoria	Royal Chant	2 sobres	Q10.00
6	Perejil Liso	Dark Green	1 sobre	Q4.50
7	Acelga	Locullus	1 sobre	Q3.50
8	Remolacha	Early Wonder	1 sobre	Q4.00
9	Fertilizante	15-15-15	6 libras	Q18.42
10	Insecticida	Lamda Cyhalothrin	1/2 litro	Q47.50
11	Gallinaza	Bio-Cofya	10 Lbs.	Q5.00
	TOTAL			Q117.61

Tabla 5 Costo de insumos en mini huerto familiar de 60 m².

8.3.2 Costos de mano de obra y total de costos

En la tabla 6 se observa el detalle de los costos de mano de obra en que se incurre para la elaboración de los sistemas de mini huertos familiares de 60 m², los cuales llegan al monto de Q 374.84 considerando el salario mínimo en el campo al mes de septiembre de 2014, que es de Q 74.97 para trabajos agrícolas.

No.	Labor	Jornales	Costo / Jornal
1	Preparación del terreno	1.00	Q74.97
2	Siembra y abonado	0.50	Q37.48
3	Control de malezas	1.00	Q74.97
4	Control de plagas	0.50	Q37.48
5	Riegos	1.00	Q74.97
6	Cosecha de hortalizas	1.00	Q74.97
	TOTAL		Q374.84

Tabla 6 Costos de mano de obra en mini huerto familiar de 60 m².

En la tabla 7, se resumen los costos de producción para un mini huerto familiar de 60 m², que entre insumos y mano de obra asciende al monto de Q 492.45

No.	Descripción	Sub Total
1	Insumos	Q117.61
2	Mano de Obra	Q374.84
	Total de Costos	Q492.45

Tabla 7 Costos totales de mini huerto familiar.

8.3.3 Precios de las hortalizas en central de mayoreo y mercado cantonal

En la tabla 8 se presentan los precios en el mercado de las hortalizas que se sembraron, con el objeto de tener una idea entre lo que se gastó en cada mini huerto familiar y lo que se produjo de acuerdo con los precios del mercado nacional, para al menos tener una relación entre el Beneficio / Costo de dicho sistema de cultivo y no para obtener alguna rentabilidad o beneficio económico ya que ese no es el objetivo del presente proyecto.

Los precios en la central de mayoreo que obtuvieron para el pepino, la remolacha y la zanahoria, según registros mensuales que presenta el MAGA en su página web; mientras que el precio del cilantro, el rábano, la espinaca, el perejil y la acelga se pudieron tener de los mercados cantonales, a precio de consumidor final.

No.	Hortaliza	Unidad	Peso Aproximado	Precio en Quetzales
1	Cilantro	Manojo		Q 1.00
2	Rábano	Manojo		Q 2.00
3	Pepino	Caja 50 unidades	50 libras	Q 45.00*
4	Espinaca	Manojo		Q 2.00
5	Zanahoria	Red 8 docenas		Q 35.00*
6	Perejil	Manojo		Q 1.00
7	Acelga	Manojo		Q 2.00
8	Remolacha	Red 8 docenas		Q 30.00*

Tabla 8 Precio de hortalizas en central de mayoreo y en mercados cantonales.

*NOTA: Estos precios corresponden a los que tiene la Central de Mayoreo en la ciudad de Guatemala y los publica el MAGA en forma mensual.

Con respecto a los precios de estos productos al consumidor, se buscó en la página web del Instituto Nacional de Estadística – INE, los precios de estas hortalizas y en ningún lado se encontró alguna de las que fueron objeto del estudio, por lo que no se incluye esta información.

9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se ha dicho y se ha documentado en este informe, en el año 2014 se presentó una prolongación de la canícula que provocó una sequía que no se había visto en muchos años en gran parte del territorio nacional y en otros países de Centroamérica, lo que influyó en forma no favorable y directa en los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación.

La primera información que se obtuvo, fue en cuanto a los registros de precipitación que se tuvieron en las diez localidades, donde se pudo determinar que en el mes de junio se obtuvo el mayor número de días con lluvia y la precipitación acumulada fue mayor (240 mm., promedio). En el mes de mayo, estas dos variables fueron menores que las del mes de junio, donde se obtuvo 134.23 mm de lluvia acumulada en promedio; sin embargo, fue en el mes de julio donde se presentó la sequía en la época de la canícula, por lo que el número de días de lluvia fue inferior y la precipitación acumulada fue en extremo escasa (39.54 milímetros en promedio), lo que influyó negativamente en la producción de hortalizas en la mayoría de las localidades.

Derivado de los registros de precipitación se obtuvo la cubicación del agua de lluvia colectada en los tanques, donde se pudo establecer que en las localidades de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso, se cubicaron los menores volúmenes de agua con valores de 1596 litros y 1620 litros en San Luis Buena Vista y Cruz del Valle, respectivamente. Los volúmenes más altos se registraron en Potrero Grande y en los campos del CEDA, con valores de 4698 litros y 4338 litros, respectivamente. El promedio de nueve estaciones fue de 2,483 litros.

De los resultados de las cubicaciones se pudo establecer que el agua que se almacenó alcanzó para hacer 8.1 riegos de una hora diaria o bien 5.5 riegos de una hora y media cada dos días donde llovió menos, es decir en el departamento de El Progreso; donde se almacenó mayor cantidad de agua el agua alcanza para hacer 24 riegos de una hora al día o bien 16 riegos de una hora y media cada dos días, esto en el departamento de Guatemala.

Estas pérdidas en el rendimiento de las hortalizas, se debieron a que no se alcanzó la cantidad de agua que las hortalizas requieren para lograr un buen desarrollo ya que el agua captada y almacenada en los tanques plásticos, del mes de mayo al mes de julio de 2014, fue insuficiente para lograr el buen desarrollo de las hortalizas, a excepción de las localidades de Potrero Grande y los campos del CEDA, en el departamento de Guatemala.

En el trabajo de tesis (Solórzano, 2008, p. 44), se cita que el INSIVUMEH, utiliza la base de datos de evapotranspiración potencial - ETP, según las curvas evaporimétricas de Hargreaves (1989); para el área de Villa Nueva, en el departamento de Guatemala, la ETP es de 1500 milímetros, por lo que en un día del año el valor de $ETP = 1500 / 365 = 4.10 \text{ mm / día}$.

Para calcular la lámina neta de riego (L_n) y para el caso de las hortalizas tomate y chile la lámina neta es de $L_n = 4.10 * 0.6 = 2.46$ mm/día. El valor de 0.6 es el factor de área de sombra para estas hortalizas. Con esto se calcula la lámina bruta de riego (L_b), que es igual a $L_b = 2.46 / 0.95 = 2.59$ mm/día. El valor de 0.95 es la eficiencia de aplicación del riego por goteo.

De lo anterior, se puede deducir que 2.59 mm/día es equivalente a decir que se requieren 2.59 litros de agua por metro cuadrado en un día, para el caso de tomate y chile en Villa Nueva, Guatemala. Es de considerar que en Villa Nueva la temperatura promedio anual es menor que en el corredor seco, por lo que la evapotranspiración también es menor. Esto explica porque en el departamento de Guatemala, el agua si alcanzó para regar las hortalizas.

Por otro lado se debe mencionar que el promedio de agua que se captó y almacenó en nueve estaciones experimentales fue de 2,483 litros y únicamente en las localidades de Potrero Grande y campos del CEDA en el departamento de Guatemala fue donde se logró llenar los tanques de agua. Es decir que con el promedio de agua colectada y almacenada únicamente se podría regar durante 19.1 días y si la canícula prolongada fue de más de más de un mes de sequía, no hubiera alcanzado el agua para producir las hortalizas de ciclo más largo.

Concluyendo con el tema del agua de lluvia, en el año 2013 se determinó que con las formulas de Turc y Coutange, la evapotranspiración para el área de Zacapa fue de 722.4 mm y 617.25 mm, respectivamente. Para el área de Morazán en el Progreso los valores fueron de 781.83 mm y 668.85 mm y para el área de Salamá en Baja Verapaz, los valores fueron de 832.7 mm y 737.23 mm. En todos los casos, los valores que se obtuvieron con la formula de Turc fueron superiores a los de Coutange.

Volviendo a los resultados del estudio; se obtuvieron resultados promedio en kilogramos por metro cuadrado, con rábano (3.59 kilos), cilantro (1.31 kilos) y perejil (1.04 kilos), debido a la rapidez con que estas especies se desarrollan, por lo que se tuvo el agua suficiente para lograr su producción.

Es importante indicar que en la información que se obtuvo para las producciones de cilantro y perejil, únicamente se encontró que para el caso del cilantro se tienen datos de la producción de semillas, la cual es de 1000 a 1700 kilogramos por hectáreas de semillas secas; mientras que para el perejil se menciona que por cada libra de perejil seco, se tienen que obtener doce libras de perejil fresco (Morales, 1995 p. 20). En los documentos consultados no existe información sobre la producción en fresco de estas hortalizas y hacen referencia de que estas hortalizas se consideran como hierbas aromáticas y su cosecha se inicia a partir de los dos meses de edad (previo a su floración), y se hacen varios cortes a medida que el follaje vuelve a brotar; en algunos casos las plantas se cortan con todo y raíz para formar manojos o atados. Una estimación hecha por los autores, tomando en cuenta el número de plantas sembradas por metro cuadrado y el peso promedio de las plantas cosechadas, es de 0.32 kilogramos por metro cuadrado, cuando las plantas tenían tres meses de edad.

Para el caso del rábano también se hizo esa estimación, con los datos de la localidad de Potrero Grande en Palencia, donde se estimó que el rendimiento por metro cuadrado fue de 5.28 kilogramos a los 35 días de la siembra del cultivo. El promedio de cinco localidades fue de 3.59 kilogramos.

En un segundo grupo se tuvo la producción promedio de zanahoria (1.98 kilos), pepino (1.30 kilos), acelga (1.18 kilos), espinaca (1.02 kilos) y remolacha (0.68 kilos), en ese orden, en cinco localidades del corredor seco y en las dos ubicadas en el departamento de Guatemala. Se pudo observar, en el caso particular de la zanahoria, que esta hortaliza a pesar de que su ciclo pasa de los cuatro meses, que la misma puede resistir mejor la sequía que otras hortalizas, debido a la forma y estructura de sus hojas, que por ser de hojas pequeñas, pueden evitar la pérdida de agua de sus tejidos debido a la evapotranspiración. Caso similar ocurre con el perejil y el cilantro.

Se estimó el rendimiento para un metro cuadrado de zanahoria, con los resultados que se obtuvieron en los campos del CEDA en la ciudad de Guatemala, y se determinó que el rendimiento fue de 2.49 kilogramos. El promedio de cuatro localidades fue de 1.98 kilogramos ya que en Potrero Grande el rendimiento fue de 3.96 kilogramos. En Uruguay el promedio es de 1.43 kilogramos por metro cuadrado y en República Dominicana se considera una buena productividad obtener 1.84 kilogramos por metro cuadrado (Morales P., 1995, p. 31)

En el caso del pepino, la producción fue pobre (1.30 kilos promedio) y se pudo observar que las plantas son susceptibles a un hongo que se conoce como cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*), que también causa el aborto de flores y daño en los frutos; esto aunado a la sequía incidió en los bajos rendimientos de frutos. Aunque no se determinó la especie en un laboratorio, los síntomas y signos parecen indicar que este fue el patógeno que afectó al cultivo (López Z., 2003 p. 33).

Bajo condiciones de invernadero se pueden obtener entre 10 y 20 kilogramos por metro cuadrado de pepino (Sitta, 1988, p. 70), mientras que otro autor informa que se pueden obtener de 15 a 25 kilogramos por metro cuadrado (Robles, 1994, p. 113). En condiciones de cultivo en campo, se pueden obtener entre 7 a 10 toneladas por hectárea, mientras que con hidroponía es posible producir el equivalente de 31 a 35 toneladas por hectárea (Samperio, 1997, p. 5) Es de tomar en cuenta que estas diferencias se pueden deber principalmente a la variedad o híbrido con los que se estén trabajando y por otro lado, las condiciones ambientales predominantes en cada localidad. Con relación al estudio, la diferencia es la producción en invernadero.

Con relación al cultivo de acelga, Robles (1994, p. 158) afirma que bajo invernadero se han obtenido hasta 15 kilogramos por metro cuadrado de esta hortaliza; mientras que en México se reportan cosechas también de 15 kilogramos por metro cuadrado (López, P.J.; Reyes Balcázar, O.; Ortiz Lozano, M.A.; Cordero Valentín, I.; Islas, R.V., 2012, p. 154); esto indica que el rendimiento obtenido en este trabajo fue muy bajo (1.18 kilos), además de que únicamente se obtuvieron resultados en cuatro localidades.

Para el caso de la espinaca y la remolacha, de la primera apenas se obtuvieron algunas plántulas que murieron a los pocos días de la siembra y se logró cosechar algunas planta (1.02 kilos) en San Luis Buena Vista. Caso similar ocurrió con la remolacha, logrando cosechar algunas plantas (0.68 kilos promedio) en San Luis Buena Vista y en los campo del CEDA en Guatemala; la no proliferación de estas dos hortalizas, se deber a las altas temperaturas que predominan en el corredor seco.

Para la remolacha en España el rendimiento promedio nacional de los últimos cinco años es de 8.13 kilogramos por metro cuadrado (Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria, 2012, p. 6); el promedio obtenido en dos localidades en este estudio fue de 0.68 kilogramos por metro cuadrado, que está muy por debajo de lo reportado en España.

Para el caso de la espinaca, en este estudio solo se obtuvo resultados en San Luis Buena Vista, con un rendimiento de 1.02 kilogramos por metro cuadrado; muy por debajo de lo que se obtiene en México, que oscila entre 1.5 y 2.0 kilogramos por metro cuadrado (López, J.P., et al, 2012, p.160). Se atribuye esta poca productividad a que esta hortaliza prefiere climas más frescos y sin déficit de agua.

Con relación a los costos de producción, se considera que el costo de los insumos que fue de Q 117.61 (por mini huerto de 60 metros cuadrados), puede ser cubierto por los grupos de mujeres o los agricultores participantes en el proyecto, aunque en algunos casos requiere de un sacrificio tener esa cantidad de dinero disponible, particularmente con los agricultores del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, donde las condiciones de pobreza son altas y donde los suelos, por estar en ladera no son recomendables para lograr una producción agrícola sostenible.

Con relación a los costos en mano de obra que se requiere para establecer los mini huertos familiares de 60 metros cuadrados, el mismo se estimo en Q 374.84 considerando el salario mínimo vigente para el trabajo en el campo; se pudo constatar que en todas las localidades del corredor seco y en Potrero Grande, Palencia; existe suficiente mano de obra para hacer los trabajos que se requiere para producir hortalizas y no se requiere de pagar por los servicios de terceras personas; sin embargo es de señalar que ningún trabajo se puede realizar si no existe la voluntad de los participantes en el proyecto de involucrarse en los trabajos a realizarse en forma individual o de grupo.

Los precios de las hortalizas en los mercados cantonales o en la central de mayoreo en la tabla 7, solamente nos indican la cantidad de dinero que los participantes del proyecto se pueden ahorrar si tuvieran que comprar las hortalizas, así como también el evitarse el inconveniente de tener que viajar y pagar para ir al mercado; pero más importante aún, es el hecho de que los participantes pueden abastecerse de alimentos para sus familias y con ello mejorar de alguna manera su dieta alimenticia. En ningún caso se lograron excedentes en la producción de hortalizas, por lo que las mismas se destinaron exclusivamente para el autoconsumo.

10 CONCLUSIONES

- ✓ Las hortalizas de ciclo corto, como: rábano, cilantro, perejil y la acelga se lograron cosechar en algunas localidades, debido a que por su rápido crecimiento el agua que se colectó alcanzó. Hortalizas de ciclo más largo, como: zanahoria, remolacha y el pepino, se deben sembrar desde el inicio de la época lluviosa para que el agua almacenada alcance. El rendimiento promedio que se obtuvo de las hortalizas evaluadas, está por debajo de los que se obtienen en otros países y en otras zonas del país.
- ✓ En las ocho localidades del corredor seco la precipitación de mayo a julio fue menor a la que se registró en Potrero Grande y en los campos del CEDA, departamento de Guatemala; con lo que se inicia el proceso de validación del modelo de captación, almacenamiento y riego por goteo, que indica que donde la precipitación es mayor, el modelo permite asegurar la producción de hortalizas por lograr captar y almacenar más agua de lluvia en menor tiempo.
- ✓ Se cuenta con captadores de agua de lluvia, un tanque plástico para el almacenamiento de agua y un sistema de riego por goteo, que en condiciones de canícula “no prolongada” pueden contribuir a la producción familiar de hortalizas, siempre y cuando se siembre en el mes de mayo ya que se permite el desarrollo inicial de las hortalizas.

11 RECOMENDACIONES

- ✓ Aumentar el área de captación del agua de lluvia según las posibilidades de los agricultores en el corredor seco, para garantizar una cosecha de hortalizas en la canícula.
- ✓ Sembrar en el mes de mayo, principalmente las hortalizas de ciclo más largo, para asegurar el enraizamiento y posterior desarrollo de las hortalizas.
- ✓ Regar durante al menos 40 minutos diariamente, para que el agua alcance para más tiempo.
- ✓ Al cosechar las hortalizas de ciclo más corto, se deben sellar o tapar las cintas de goteo de los surcos cosechados, para que el agua alcance para las hortalizas de ciclo más largo.
- ✓ Regar después de las 16:00 horas para no perder la humedad en el suelo durante el día.
- ✓ Hacer el mayor esfuerzo posible por conservar la humedad del suelo e implementar los pasos que se requieren para lograrlo.

12 BIBLIOGRAFIA

Agencia AFP. (2014). Alerta en Centroamérica por millones de personas en riesgo por sequía. Recuperado el 7 de noviembre de 2014 de http://www.prensalibre.com/internalcional/Alerta-Centroamerica-millones-personas-riesgo-sequia_0_1210679010.html

Álvarez Carlos; Gómez Víctor. (2014). Sequía y plagas devastan cultivos. Recuperado el 7 de noviembre de 2014 de http://www.prensalibre.com/noticias/comunitario/Chiquimula-Zacapa-cosechas-sequia-Guatemala-2014-plagas-epoca-lluvia-siembra-familias-migracion_0_1225077481.html

Contreras, J. (2005). Manejo de la humedad del suelo en zonas secas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Secretaría de Agricultura y Ganadería – SAG. Agencia Española de Cooperación Internacional – AEI. Serie: Manejo de Sistemas Agroforestales. Honduras.

López Zamora, C. M. (2003). Cultivo del Pepino. Centro Nacional de Tecnología Agrícola y Forestal – CENTA. Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG. Guía Técnica No.17. El Salvador.

Morales, J. P. (1995). Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Boletín Técnico No. 25. Serie de Cultivos. República Dominicana.

Morales Payan, J. P. (1995). Cultivo de zanahoria. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Boletín Técnico No. 23. Serie de Cultivo. Republica Dominicana.

Prensa Libre. (2014). Estado de Calamidad por sequía se prolonga por 30 días. Recuperado el 7 de noviembre de 2014 de http://www.prensalibre.com/noticias/politica/estado_de_calamidad-sequia-seguridad_alimentaria-decreto_gubernativo_5-2014_0_1217278320.html

Robles, J. (1994). Como se cultiva en invernadero. Editorial De Vecchi, S.A. España.

Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional - SESAN. (2014). Plan de acción contra el hambre estacional en el marco del plan del pacto hambre cero. Recuperado el 8 de noviembre de 2014 de <http://www.sesan.gob.gt/index.php/descargas/37-plan-de-accion/file>

Samperio Ruiz, G. (1997). Hidroponía básica. Editorial Diana. México.

López, P.J.; Reyes Balcázar, O.; Ortiz Lozano, M.A.; Cordero Valentín, I.; Valentín Islas, R. (2012) Tecnologías Agropecuarias y Pesqueras. Agricultura Horticultura.

Secretaría de Educación Pública – SEP. Dirección de Desarrollo e Innovación de Materiales Educativos – DGME. México.

Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria. (2012). El cultivo de la Remolacha. Junta de Castilla y León, Consejería de Agricultura y Ganadería. España.

Sitta, G. (1988). El ABC de la horticultura protegida. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Solórzano Fuentes, H. L. (2008). Beneficios de un sistema de riego por goteo en las parcelas de cultivo de hortalizas de la asociación de desarrollo integral de la aldea Lo de Ramírez, Villa Nueva, Guatemala. Tesis de Graduación, USAC.

Lista de integrantes del equipo de investigación:

Nombre	Categoría	Registro de personal	Pago Si / No	
David Mauricio Tavico Leguarca	Coordinador e Investigador Principal	20130388	Si	No
María Isabel Zuñiga Soria	Investigadora	20130745	Si	No

Nombre	Firma
David Mauricio Tavico Leguarca	
María Isabel Zuñiga Soria	

ANEXO



Figura 1. Reparación y mantenimiento de estructuras en el mes de abril de 2014, en la comunidad de Piedras Blancas, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.



Figura 2. Reparación y mantenimiento de estructuras en el mes de abril de 2014, en la comunidad de Piedras Blancas, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.



Figura 3. Reparación y mantenimiento de estructuras en el mes de abril de 2014, en la comunidad de, San Luis Buena Vista, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.



Figura 4. Preparación del suelo y siembra de hortalizas en Finca El Oasis, Estanzuela, Zacapa.



Figura 5. Preparación del suelo y siembra de hortalizas en Piedras Blancas, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.



Figura 6. Control de malezas en Potrero Grande, Palencia, Guatemala.



Figura 7. Riego y control de malezas en San Luis Buena Vista, San Cristóbal Acasaguastlan, El Progreso.



Figura 8. Surcos de pepino y control de malezas en El Obraje, Guastatoya, El Progreso.



Figura 9. Surcos de acelga y remolacha en El Obraje, Guastatoya, El Progreso.



Figura 10. Cosecha de zanahorias en campos del CEDA, ciudad de Guatemala.



Figura 11. Cosecha de zanahoria en Potrero Grande, Palencia, Guatemala.



Figura 12. Medición y peso de rábano cosechado en Potrero Grande, Palencia, Guatemala.



Figura 13. Cosecha de cilantro y rábano en campos del CEDA, ciudad de Guatemala.



Figura 14. Medición y pesa de zanahorias cosechadas en campos del CEDA, ciudad de Guatemala.



Figura 15. Cosecha de pepinos en campos del CEDA, ciudad de Guatemala.