

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES – IIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIÓN - DIGI

PROYECTO:

“Evaluación de cinco alternativas tecnológicas en mejoramiento de suelos, para incrementar la producción familiar de hortalizas, aprovechando el agua de lluvia en el corredor seco.”

4.8.63.2.50



Guatemala, 10 de febrero de 2016

Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Investigación

Programa Universitario de Investigación
en Recursos Naturales y Ambiente

INFORME FINAL

TÍTULO DEL PROYECTO.

“Evaluación de cinco alternativas tecnológicas en mejoramiento de suelos, para incrementar la producción familiar de hortalizas, aprovechando el agua de lluvia en el corredor seco”

Equipo de investigación

Nombre del coordinador(a)

Ing. Agr. David Mauricio Tavico Leguarca

Nombre de Investigador(a)

Ing. Agr. Mario Osberto Enríquez de León

Fecha: Guatemala, 10 de febrero de 2016

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA
Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales - IIA

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán

Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

Nombre Coordinador del Programa de Investigación

Ing. Agr. Saúl Guerra Gutiérrez

Nombre del Coordinador del Proyecto:

Ing. Agr. David Mauricio Tavico Leguarca

Nombre del Investigador:

Ing. Agr. Mario Osberto Enríquez de León

1. CONTENIDO

INDICE

TITULO	07
RESUMEN	07
ABSTRACT	07
INTRODUCCION	08
MARCO TEORICO	09
MATERIALES Y METODOS	12
RESULTADOS	18
MATRIZ DE RESULTADOS	20
IMPACTO ESPERADO	21
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	22
CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS	54
APENDICE	57
ACTIVIDADES DE GESTION, VINCULACION Y DIVULGACION	63
ORDEN DE PAGO	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ubicación de las localidades donde se ubican las estaciones experimentales.....	13
Tabla 2.	Operacionalización de las variables y unidades de análisis	17

Tabla 3.	Inventario de cosecha de hortalizas en las estaciones experimentales	18
Tabla 4.	Matriz de resultados de acuerdo con los objetivos específicos	20
Tabla 5.	Registros de precipitación y días de lluvia en el corredor seco	22
Tabla 6.	Estimación del agua colectada y almacenada, días de riego de una hora	23
Tabla 7.	Rendimiento de rábano (kilogramos/metro ²) en cinco estaciones experimentales	24
Tabla 8:	Análisis de varianza anidado en bloques, sobre el rendimiento de rábano en onzas por metro cuadrado (Prueba de efectos Inter – Sujetos)	25
Tabla 9.	Promedios de tratamientos (onzas/metro ²) de rábano y prueba de Dunnett frente al control o testigo local	26
Tabla 10.	Comparaciones múltiples con la prueba T de Dunnett, sobre la variable dependiente: rendimiento de rábano (onzas/metro ²).	27
Tabla 11.	Resultados del rendimiento de zanahoria (kilogramos/metro ²), en San Luis Buena Vista, El Tunal y campos del CEDA	28
Tabla 12.	Análisis de varianza anidado en bloques, para el rendimiento de zanahoria en kilogramos por metro cuadrado (Prueba de efectos Inter – Sujetos)	29
Tabla 13.	Promedio de tratamientos en rendimientos de zanahoria (kilogramos/metro ²) y prueba de Dunnett frente al control o testigo local.	30
Tabla 14.	Comparaciones múltiples con la prueba T de Dunnet, sobre la variable dependiente: rendimiento de zanahoria (kilogramos/metro ²).	31
Tabla 15.	Rendimiento de cilantro en kilogramos por metro cuadrado, en el CEDA ciudad de Guatemala y en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.	33
Tabla 16.	Análisis de varianza anidado en bloques, del rendimiento de cilantro en gramos por metro cuadrado (Prueba de efectos Inter – Sujetos).	34

Tabla 17.	Promedio de tratamientos en rendimientos de cilantro (gramos/metro ²) y Prueba de Dunnett frente al control o testigo local.	34
Tabla 18	Comparaciones múltiples con la prueba T de Dunnet, sobre la variable dependiente: rendimiento de cilantro (gramos/metro ²)	35
Tabla 19	Rendimientos en kilogramos por metro cuadrado y calificación de remolacha, en la localidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.	37
Tabla 20.	Análisis de varianza del rendimiento de remolacha, en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz	38
Tabla 21	Rendimientos de pepino en primero y segundo cortes, en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz	40
Tabla 22	Análisis de varianza del rendimiento del primero corte de pepino, en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz	41
Tabla 23	Análisis de varianza del rendimiento del segundo corte de pepino, en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz	41
Tabla 24	Análisis químico de los suelos de la localidad de El Obraje, Guastatoya, El Progreso	44
Tabla 25	Análisis químico de los suelos de la localidad de Potrero Grande, Palencia, Guatemala	46
Tabla 26	Costo en quetzales de mano de obra, en huertos familiares de sesenta metros cuadrados	47
Tabla 27	Costo de insumos en quetzales, en huerto familiar de sesenta metros cuadrados	48
Tabla 28	Costo en quetzales de los tratamientos evaluados, para mejorar los suelos de los tabloncillos de los huertos familiares en el corredor seco	49

Tabla 29	Balance de ganancia o pérdida (en quetzales) de cinco hortalizas, bajo el efecto de los tres mejores tratamientos.	50
----------	---	----

TITULO: “Evaluación de cinco alternativas tecnológicas en mejoramiento de suelos, para incrementar la producción familiar de hortalizas, aprovechando el agua de lluvia en el corredor seco”

2. RESUMEN

Los suelos en el corredor seco de Guatemala presentan limitaciones para la producción agrícola, principalmente los que se encuentran en laderas, con pendientes superiores al diez por ciento, donde la erosión hídrica y eólica han minado los suelos, con contenido interno y externo de piedras, son suelos poco profundos, con poca fertilidad, con bajo contenido de materia orgánica, lo que los hace inadecuados para la producción de hortalizas.

Se evaluaron cinco alternativas tecnológicas para mejorar los suelos de los huertos familiares y con esto se logró aumentar la producción de hortalizas. Las alternativas evaluadas fueron: elaboración de bancales modificados; el uso de aboneras, la incorporación de gallinaza comercial, la aplicación de fertilizante triple quince y una mezcla de gallinaza con fertilizante triple quince mas el testigo local.

Los resultados indican que los mejores tratamientos fueron: la elaboración de bancales, el uso de aboneras y la mezcla de gallinaza más fertilizante triple 15, en ese orden. Las hortalizas que presentaron mejores resultados debido a esto fueron: rábano, cilantro, remolacha, zanahoria y pepino. Tomando en cuenta los costos de producción de estos tratamientos, se concluye que bancales y aboneras son los mejores, ya que ayudan a incrementar la producción de hortalizas y aunque requieren de mas mano de obra, se está haciendo buen uso de los recursos naturales locales (estiércol de ganado vacuno, desperdicios de comida, abonos verdes, entre otros) lo que evita el tener que viajar fuera de la comunidad para obtener insumos externos, como la gallinaza comercial y el fertilizante.

3. ABSTRACT

The soils in the dry corridor of Guatemala have limitations for agricultural production, mainly those found on hillsides, with above ten percent, where water and wind erosion has

undermined the floors, with internal and external content stone earrings, They are shallow soils with low fertility, low organic matter content, which makes them unsuitable for the production of vegetables.

Five technology alternatives were evaluated to improve soil in home gardens and this was achieved by increasing the production of vegetables. The alternatives were evaluated: development of modified terraces; the use of compost, incorporating commercial poultry, the application of fertilizer triple fifteen and a mixture of chicken manure fertilizer triple fifteen more local control.

The results indicate that the best treatments were: preparation of terraces, and the use of composting manure triple mix more fertilizer 15, in that order. The vegetables had better results because of this were: radish, coriander, beet, carrot and cucumber. Taking into account the production costs of these treatments, it is concluded that terraces and composting are the best because they help increase production of vegetables and even require more labor, is making good use of local natural resources (cattle manure, food waste, green manure, etc.) which avoids having to travel outside the community for external inputs such as manure and commercial fertilizer.

4. INTRODUCCION

En el año 2015 se ejecutó la presente investigación, con el objetivo de evaluar cinco alternativas tecnológicas en mejoramiento de suelos, con el propósito de incrementar la producción familiar de hortalizas bajo condiciones del corredor seco, aprovechando la captación y almacenamiento del agua de lluvia de mayo a julio, para luego utilizar el agua almacenada a través de un sistema de riego por goteo; sistema que se ha venido realizando desde el año 2013.

La razón de evaluar las alternativas: bancal modificado, uso de abonera, gallinaza comercial, fertilizante triple quince y una mezcla de gallinaza con fertilizante triple quince, más un testigo local; obedece a que en las evaluaciones realizadas en 2013 y 2014, se pudo constatar que los suelos que predominan en el corredor seco, presentan limitaciones para

permitir una producción sostenida de hortalizas, ya que los mismos tienen características como: suelos en pendiente, poca profundidad, con problemas de erosión hídrica y eólica, con contenido interno y externo de piedras, con poca fertilidad y bajo contenido de materia orgánica, entre otras.

El fertilizante triple quince que se utilizó en el estudio, es una mezcla química de: N, 15 %; P₂O₅; K₂O, 15 a razón de 197 kg/ha que equivale a 3 qq/mz.

Por tal razón, se consideró determinante evaluar algunas alternativas para tratar de mejorar las características físicas y químicas del suelo, ya que en el corredor seco, aparte de que se tienen problemas con la sequía que se presenta año tras año, se tienen también el problema que ya se mencionó de los suelos, lo que hace que los agricultores no tengan opciones para lograr una adecuada producción de hortalizas.

Con los resultados que se obtuvieron en el año 2015, se pudo evidenciar que algunos de los tratamientos evaluados en mejoramiento de suelos, determinaron que se obtuvieran diferencias significativas en la producción de hortalizas, de tal manera que los tratamientos: elaboración de bancales, uso del compost de aboneras y una mezcla de gallinaza industrial mas fertilizante triple 15; permitieron que se incrementara significativamente la producción de rábano, cilantro, remolacha, zanahoria y pepino. De acuerdo con el análisis de costos de las tecnologías evaluadas, se pueda sugerir que las alternativas bancal modificado: compost de aboneras, mezcla de gallinaza y fertilizante triple 15, entre las otras evaluadas; constituyan una opción para que los agricultores obtengan una mejor cosecha de hortalizas, con el agregado de que se están aprovechando los recursos naturales locales que se tienen en las comunidades del área de estudio.

5. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

Según Bosso, B. y Serafini, C. (1981), la horticultura representa un factor muy importante de la economía de muchos países, ya que es una actividad que compromete grandes capitales y ofrece al mercado interno y externo una proporción significativa dentro de la producción global de alimentos.

El cultivo de las hortalizas es, por lo tanto, una fuente de bienestar no solo para los agricultores que pueden obtener ganancias superiores a las que recibirían con otros cultivos, sino que también por la numerosa mano de obra especializada que absorben las distintas fases de la plantación y del ciclo del cultivo.

Bosso y Serafini, también dicen que la horticultura se puede practicar de diversas maneras, pero la técnica debe adecuarse al fin que cada horticultor se propone. La forma más simple de cultivo es la horticultura familiar, practicada en las limitadas parcelas de terreno; esta es la razón por la que se propuso esta alternativa tecnológica, en este proyecto de investigación.

Por otro lado Alpi, A. y Tognoni, F. (1991), afirman que es un hecho comprobado que aun en los terrenos más fértiles, la producción tiende a disminuir con el tiempo, si la aportación de abono no es suficiente para restablecer las condiciones nutritivas alteradas por las cosechas. El abono químico, por lo tanto, debe constituir no solo el medio más poderoso para incrementar la producción a partir del suelo, sino además la condición necesaria para conservar y aun aumentar la productividad del terreno durante muchos años de un cultivo intensivo.

También agregan Alpi y Tognoni; para que el abonado pueda ser lo más eficaz posible, es indispensable, además, las mejoras de las características físico-mecánicas, químicas y biológicas del suelo. Un terreno que no tenga una buena textura y que carezca de una estructura favorable, falta de una adecuada capacidad para el aire y el agua, esta consiguientemente privado de los factores intrínsecos que dan cuerpo a la denominada fertilidad física, de importancia prioritaria para los otros elementos de la fertilidad en general. Son conocidas por otra parte, las conexiones entre las propiedades químicas y la fertilidad del terreno, distintas esencialmente del valor de la concentración de hidrogeno (pH), respecto a la cual las plantas manifiestan una diversa adaptación.

También indican los mismos autores que es indudable el papel de la materia orgánica en el suelo, no tanto como factor específico de la fertilidad química, sino como mejorada de la fertilidad física y como substrato para el desarrollo de la flora microbiana del terreno, de la que depende la potenciación de los ciclos biológicos que en él se manifiestan.

Según Robles, J. (1994), existe un decálogo del suelo ideal para producir hortalizas en un invernadero, condiciones difíciles de encontrar en cualquier terreno. Las condiciones soñadas para un horticultor son las siguientes.

1. Adecuada nivelación, calidad superficial uniforme y declive entre 2 y 2 %.
2. Contar con buen drenaje.
3. Libre de malas hierbas, insectos y agentes nocivos en general.
4. Su profundidad, mejor si es mayor a los 40 centímetros.

5. Poseer una marcada actividad microbiana.
6. Equilibrio en sus componentes, arcilla, limo y arena.
7. Con pH entre 6 y 7.5
8. Equilibrio entre elementos nutritivos y nivel de materia orgánica en torno al 5 %.
9. Buen balance de cal y sin exceso de sales.
10. Capaz de mantener sus ventajas para el cultivo durante tiempo considerable.

Según Foster, A. (1988), el laboreo para conservar y mejorar los suelos es remunerador. Las pruebas de esta afirmación son concluyentes. Estudios económicos que el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos ha hecho, en colaboración con muchas Escuelas Agrícolas Superiores, demuestran que los agricultores que practican las técnicas de conservación de suelos, ganan mucho más dinero que los que ocupan tierras similares, pero que no las ponen en práctica.

También agrega Foster, citando a la revista *Banking*, que ilustra lo que piensa acerca de ello un grupo de inversionistas que sabe muy bien lo que es un buen trato de negocios. “Ya no es necesario documentar el hecho de que el concepto moderno de “laboreo de conservación” le permite al agricultor conservar su capital en tierras, producir más y aumentar sus beneficios en cualquier tipo o magnitud de empresa agrícola. Que la conservación de suelos es remuneradora, ha quedado ampliamente probado y documentado.

Cita el mismo autor que: Los hombres de negocios saben que un modo de aumentar las ganancias consiste en rebajar los costos. Los agricultores han descubierto que uno de los medios para rebajarlos estriba en aumentar los rendimientos por unidad de superficie del suelo o bien en incrementar la producción por animal. El laboreo de conservación aumenta o sostiene los rendimientos. El mismo autor cita más adelante: “La tierra es una inversión insegura si se deja que se produzca su erosión.”

6. MATERIALES Y METODOS

- **Descripción detallada de la ubicación geográfica de la investigación**

El llamado corredor seco de Guatemala, comprende parte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa.

Según mapas de la Unidad de Políticas e Información Estratégica - UPIE (2001), las condiciones climáticas y ambientales predominantes en esta zona son, según Holdridge las zonas de vida son: Bosque seco subtropical y el Monte espinoso subtropical. Según Köppen el clima de esta zona es Caliente húmedo, con la temperatura en el mes más frío superior a los 18 grados centígrados. Según Thornthwaite, el clima en esta zona se clasifica como Semi seco, Semi cálido y Pastizal.

En cuanto a precipitaciones, en el área se presentan de 600 a 1,100 milímetros al año en promedio, con valores de evapotranspiración que van de los 1,600 a 2,200 milímetros en las zonas más cálidas y secas (UPIE, 2001).

Según mapas del Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información del CATIE (2001), en la zona se presenta un balance hídrico de -800 a -1,200 milímetros al año, por lo que se hace imprescindible el uso de riego en la agricultura, ya que los cultivos no tienen el agua suficiente para su producción.

También se informa que los valores de humedad relativa promedio anuales, se encuentran entre el 65% y 75% y las temperaturas promedio anuales se encuentran entre 22 y 26 grados centígrados (CATIE, 2001).

El estudio se realizó en once localidades, nueve de las cuales se encuentran en el corredor seco y el total se describen en la Tabla 1. La ubicación de las comunidades se puede ver en el [Mapa 1, del Apéndice](#).

Tabla 1.

Ubicación de las localidades donde se ubican las estaciones experimentales.

No.	Localidad	Municipio	Departamento
1	El Obraje	Guastatoya	El Progreso
2	Chiguelas	Guastatoya	El Progreso
3	Piedras Blancas	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso
4	Cruz del Valle	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso
5	San Luis Buena Vista	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso
6	Finca El Oasis	Estanzuela	Zacapa
7	El Tempisque	Salamá	Baja Verapaz
8	Las Tunas	Salamá	Baja Verapaz
9	El Tunal	Salamá	Baja Verapaz
10	Potrero Grande*	Palencia	Guatemala
11	CEDA*	Guatemala	Guatemala

NOTA:* Estas dos localidades se encuentran fuera de la zona del corredor seco.

- **Tipos de investigación:**

La presente investigación se realizó en once localidades, utilizando un Modelo Experimental de Diseño Anidado en Dos Etapas, para evaluar el rendimiento de tres tipos de hortalizas (de raíz, de hojas y de frutos), con cinco tratamientos para mejorar o hacer enmiendas de los suelos del huerto familiar más un testigo absoluto.

Los factores evaluados fueron: Factor A: suelos de tablones para hortalizas en once localidades. Factor B: cinco tratamientos al suelo de seis tablones para hortalizas más el testigo local, sin ningún tratamiento. Se obtuvieron cuatro replicas del rendimiento de las hortalizas por tratamiento y por localidad.

Se evaluó el rendimiento de cinco hortalizas, como producto de los tratamientos al suelo con el diseño experimental propuesto y en dos de ellas como Bloques Completos al Azar.

El modelo estadístico del diseño experimental anidado en dos etapas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

i-esima, entonces $i = 1, 2, 3, \dots, a$

j-esima, entonces $j = 1, 2, 3, \dots, b$

k-esima (repetición), entonces $k = 1, 2, 3, \dots, r$

Por tanto β_j es el efecto del Factor B (tratamiento al suelo), anidado en α_j que es el Factor A (suelo de tablones de once localidades), donde ambos factores son aleatorios e independientes. En cada unidad experimental se cosecharon cuatro muestras por cada tratamiento a manera de repeticiones (r)

Los tratamientos al suelo fueron (Factor B):

- A1. Suelo con bancal modificado.
- A2. Suelo con compost de abonera.
- A3. Suelo con gallinaza comercial industrializada.
- A4. Suelo con fertilizante triple quince.*
- A5. Suelo con fertilizante triple quince mas gallinaza comercial industrializada.
- A6. Suelo sin ningún tratamiento o testigo local.

Nota* fertilizante triple quince = (N, 15 %; P₂O₅, 15 %; K₂O, 15 %) a razón de 197 kg/ha o bien 3 qq/mz.

Las hortalizas evaluadas en cada tratamiento fueron:

- B1. Rábano, Zanahoria y Remolacha (producción de raíz).
- B2. Cilantro y Espinaca (producción de hojas).
- B3. Pepino y Tomate (producción de frutos).

- **Técnicas e instrumentos: recopilación, diagnósticos, guías, entrevistas, encuestas, muestreo, observación, experimentación, entre otros.**

Para implementar las mejoras y enmiendas a los suelos de los tablones para hortalizas, se realizó para cada surco y en forma aleatoria, el bancal modificado, la incorporación del compost de una abonera, la incorporación de gallinaza comercial, el uso del fertilizante triple quince, la mezcla de gallinaza comercial más fertilizante triple quince y el testigo local sin ningún tratamiento.

Para definir en qué consiste un bancal modificado, se usó como referencia metodológica y documental la obra de John Seymour (1981, p. 10) “El horticultor autosuficiente”, que en resumen define que para hacer un bancal profundo: “se cava hasta la profundidad de una pala y se muelle la tierra en la profundidad de otra pala. Hay que añadir gran cantidad de estiércol y no pisar nunca el bancal. El suelo tan suelto permite que las raíces penetren hacia abajo en lugar de extenderse hacia los lados como sucede con los bancales tradicionales. Las hortalizas serán más grandes y se les podrá cultivar más juntas.” El bancal modificado propuesto en esta investigación consistió en hacer lo mismo, solo que en un surco de diez metros de largo, con 40 centímetros de profundidad y 40 centímetros de ancho. Posteriormente se llenó con estiércol de ganado vacuno o equino de la localidad.

Para la elaboración de aboneras, se utilizó la metodología que se describe en el “Manual para la conservación de suelos”, escrito por Jaime Morales (1983) de la antigua Dirección General de Servicios Agrícolas – DIGESA, dependencia de lo que ahora es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala. Es importante mencionar que en las localidades donde se realizó el estudio, los agricultores ya conocen y algunos ya tenían hechas sus aboneras, por lo que se utilizó el compost de las mismas para incorporarlo en los huertos familiares.

Debido a que las estaciones experimentales cuentan con seis surcos de diez metros de largo, dentro de los cuales están instaladas las cintas de goteo, se procedió a quitar las cintas de goteo para poder realizar los tratamientos del bancal modificado, incorporación del compost de aboneras, incorporación de gallinaza, aplicación de fertilizante triple quince y realizar la mezcla de gallinaza más fertilizante triple quince. Después de realizar esto, se procedió a volver a colocar las cintas de goteo y hacer la siembra de las hortalizas.

Con el agua de lluvia captada y almacenada en los tanques plásticos, se procedió a regar las hortalizas en las fechas del establecimiento de la canícula y se regó hasta donde el agua alcanzó ya que se tenía agua almacenada en los tanques desde el mes de septiembre de 2014, fecha en la que ya había concluido la fase de campo del estudio realizado en ese año. Con los pluviómetros instalados en 2013 en las estaciones experimentales, se procedió a llevar una boleta con los registros de precipitación en milímetros y días de lluvia, en el periodo comprendido entre los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2015, para su posterior análisis estadístico con medidas de tendencia central y dispersión. Posteriormente y con la misma información se procedió a determinar el agua captada y el volumen de agua almacenada en los tanques plásticos de cada localidad. Debido a que el inicio de la época lluviosa se atrasó por casi dos meses, la mayoría de los colaboradores del proyecto, decidieron ya no llevar los registros de lluvia previstos, por lo que se presentan datos de dos localidades del corredor seco y dos del departamento de Guatemala.

- **Muestreo: características del universo, fórmula, cómo determinó el tamaño de la muestra, así como los criterios de elección de las unidades de la muestra.**

Al momento de la cosecha, se procedió a medir, a contar y cosechar cuatro muestras o replicas dentro de un metro lineal de cada hortaliza, por cada tratamiento del suelo mas el testigo local, la cual se pesó en una balanza portátil de resorte en algunos casos y de contrapesos en otros. Se anotó en una libreta de campo los datos de cada hortaliza, para posteriormente hacer el análisis de varianza del rendimiento según el modelo propuesto en diseño anidado. Debido a la variabilidad de los suelos en cada localidad y al efecto que pudo tener cada uno de los tratamientos en los suelos de cada huerto, se determinó si hubo diferencias significativas entre los suelos de los huertos de cada localidad, entre tratamientos, con un nivel de probabilidad del 5 % de rechazar la hipótesis nula.

Se realizo un muestreo aleatorio de los tratamientos al suelo, para tomar las muestras respectivas en una cubeta limpia, las cuales se vaciaron en bolsas plásticas bien identificadas y posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía. En forma aleatoria se seleccionaron dos muestras por cada tratamiento en dos localidades también seleccionadas al azar, para su análisis de laboratorio; por lo que en

total se tomaron doce muestras. El número de muestras se vio limitado debido al costo de análisis del Laboratorio, lo cual no se logró cubrir el presupuesto del proyecto.

En el Laboratorio únicamente se realizó el análisis químico de las muestras de suelo, las cuales se tomaron después de la cosecha de las hortalizas, donde se determinó el pH, el contenido de macro y micro nutrientes, contenido de materia orgánica en porcentaje, siendo este último resultado el más importante para este estudio, ya que de ello depende, en gran medida, que haya una buena producción de hortalizas y es parte fundamental del mejoramiento de los suelos.

Se tienen los resultados de los análisis de suelos tanto físicos como químicos de diez localidades, los cuales se realizaron en el año 2013 y los mismos sirvieron como referencia para los resultados obtenidos en el año 2015.

- **Operacionalización de las variables o unidades de análisis:**

Tabla 2.

Operacionalización de las variables y unidades de análisis.

Tipo de Variable	Dimensional (si procede)	Forma de Análisis
Análisis estadístico de las precipitaciones, captación y almacenamiento	Precipitación en milímetros y días de lluvia. Agua colectada y almacenada en litros por tanque plástico.	Promedio acumulado para determinar el promedio acumulado y la desviación estándar / Volumen de agua almacenado y número de riegos a realizar.
Análisis químico de los suelos	Elementos mayores y menores del suelo y pH.	Análisis del Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía.
Análisis químico de los suelos	Contenido de materia orgánica en porcentaje.	Análisis del Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía.

Rendimiento de las hortalizas	Kilogramos por metro cuadrado.	Modelo de Diseño Anidado en Dos Etapas y Prueba de Medias.
Calidad de las hortalizas	Apariencia y tamaño de las hortalizas cosechadas.	Tabulación de datos de boleta de resultados observados.

7. RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan las hortalizas que se produjeron en las diferentes localidades y se indica en cuales se obtuvieron resultados para hacer análisis de varianza, ya que en las que no se hizo, fue porque la producción de hortalizas fue deficiente por la sequia o no se hizo el trabajo como lo especificaba la metodología de esta investigación.

Tabla 3.

Inventario de producción y cosecha de hortalizas en once estaciones experimentales.

Localidad	Rábano	Zanahoria	Cilantro	Pepino	Remolacha	Análisis
El Obraje	X		X			NO
Chiguelas	X					NO
Piedras Blancas	X					NO
Cruz del Valle	X			X		NO
San Luis Buena Vista	X	X				SI
Finca El Oasis	—	—	—	—	—	NO
El Tempisque	X		X		X	NO
Las Tunas	X					SI
El Tunal	X	X	X	X	X	SI
Potrero Grande	X					SI
CEDA	X	X	X			SI

En el caso de la localidad de la Finca El Oasis, en Estanzuela, Zacapa, se tuvo el inconveniente de que a pesar de haber resembrado y regado las hortalizas en los primeros días de junio y julio para su germinación, el hecho de que fuera la única vegetación verde y fresca, en los meses mencionados; determinó que las hortalizas germinadas fueran devoradas por una población de iguanas o garrobos que viven en los alrededores de esta finca, según versión de los guardianes que cuidan la finca, por lo que no se obtuvo ningún resultado, a pesar de haber hecho una resiembra.

En la localidad de El Obraje, debido a la sequia y pese haber regado, los agricultores obtuvieron algunas matas de rábano y cilantro, las cuales consumieron descuidando el resto de hortalizas por completo; en la localidad de Chiguelas, el grupo de mujeres no sembró hasta que se establecieron las lluvias y en el mes de agosto sembraron un poco de rábano, sin tomar en cuenta el diseño experimental ni las recomendaciones que se les hicieron.

En Piedras Blancas y en Cruz del Valle, las hortalizas se establecieron sobre terrazas de piedra, donde se implementaron los bancales y las aboneras, pero debido a la fuerte sequia, los agricultores produjeron algunas plantas de rábano y fue difícil poder considerar esta producción para su análisis, ya que no se cumplieron con el mínimo de replicas para poder analizar estos resultados, pese a que ambos agricultores intentaron regar por aspersión, pero ya fue muy tarde. Se valora el trabajo y el esfuerzo realizado en estas dos comunidades.

En El Tempisque, Salamá, Baja Verapaz; se hizo una excelente preparación de los suelos y se sembró oportunamente, pero movieron el tanque a otro sitio y ya no pudieron regar.

En ninguna localidad se pudo obtener tomate, ya que las semillas al nacer no resistieron el calor ni la falta de agua o sequia en los semilleros que se establecieron, además de que la germinación de las mismas fue muy pobre (menor al 20 %).

Los resultados de la producción de hortalizas de las localidades de El Tunal y Las Tunas en Baja Verapaz; San Luis Buena Vista en El Progreso y de Palencia y campos del CEDA en el Departamento de Guatemala, se presentan en la sección de Análisis y Discusión de Resultados, ya que en dicha sección se presentan los análisis de varianza realizados, las pruebas de medias y las comparaciones múltiples de los rendimientos obtenidos, por lo que se decidió colocar ahí los resultados obtenidos para no confundir o distraer al lector.

7.1 MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla 4:

Matriz de resultados de acuerdo con los objetivos específicos.

Objetivo Especifico	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Evaluar cinco alternativas tecnológicas que podrían incrementar la producción y mejorar la calidad de tres hortalizas en suelos de ladera y plan en el corredor seco.	Que al menos una de las alternativas tecnológicas en mejoramientos de suelos evaluadas, permita el incremento de la producción familiar de hortalizas, bajo las condiciones del corredor seco.	Las mejores alternativas en mejoramiento de suelos, para incrementar la producción de hortalizas fueron: el bancal modificado, el uso de aboneras, la mezcla de gallinaza con fertilizante triple quince y el uso de fertilizante triple quince.
Determinar cómo mejoran las características físicas y químicas de los suelos con las alternativas evaluadas, para favorecer la producción de hortalizas.	Determinar si hay cambios en las características físicas y químicas del suelo, producto de los tratamientos evaluados y si se observan cambios en el contenido de materia orgánica de los suelos.	Las características físicas de los suelos analizados permanecieron sin variar, pero el efecto de los tratamientos evaluados, determinaron un incremento en el contenido de macro y micro nutrientes, así como un incremento en el contenido de materia orgánica en el suelo.
Desarrollar un paquete tecnológico que incluyó, la	Con el tercer año del uso del captador de agua de lluvia, el tanque de	Con el tercer año que se ha venido evaluando el modelo de producción y

<p>captación y almacenamiento del agua de lluvia; el uso racional del agua con riego por goteo y el mejoramiento de los suelos, para incrementar y hacer sostenible la producción familiar de hortalizas.</p>	<p>almacenamiento del agua, el uso del agua por medio de riego por goteo y la mejora que se dio en los suelos, se está validando esta tecnología, para incrementar la producción familiar de hortalizas, la cual se ha evaluado bajo las condiciones de los agricultores en el corredor seco de Guatemala, desde el año 2013.</p>	<p>después de comprobar la efectividad del mismo, pese a las condiciones de sequia adversas que se presentaron en 2014 y 2015, mas las replicas de un modelo similar de mayor capacidad que ha impulsado el MAGA en la zona, se puede iniciar la validación de la alternativa técnica que se ha propuesto.</p>
---	---	--

7.2 IMPACTO LOGRADO

Las familias de escasos recursos, debidamente organizadas y trabajando en grupo, pueden proveerse al menos dos veces al año (al final de la época de lluvia o en la canícula), de hortalizas en un huerto familiar, a través de la implementación de prácticas en mejoramiento y enmiendas de suelos, con lo que pueden mejorar su seguridad alimentaria y nutricional, de hacerse de manera sostenida durante varios años contribuirá a mejorar su calidad de vida.

Se tiene un modelo de producción familiar de hortalizas, que se puede realizar en la zona del corredor seco, y principalmente donde no se tiene acceso a ninguna fuente de agua, más que las precipitaciones que se dan a nivel local. Este modelo incluye un captador y tanque de almacenamiento para el agua de lluvia, así como un sistema de riego por goteo por gravedad para seis surcos de diez metros de longitud. Para lograr incrementos en la producción familiar de hortalizas, ya se cuentan con alternativas tecnológicas que permiten mejorar las condiciones del suelo y con esto, hacer que la producción familiar de hortalizas sea una actividad sostenible.

8. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

- **Resultados de los registros de precipitación y días de lluvia**

Con relación a los registros de precipitación y a los días de lluvia que se registraron en el corredor seco y en el departamento de Guatemala, en la Tabla 5 se presentan los resultados de cuatro estaciones experimentales ubicadas en el área del estudio.

Con respecto a los registros de precipitación, se observan en la Tabla 5 los resultados que se obtuvieron en Salamá, Baja Verapaz; en el Departamento de El Progreso, en Palencia Guatemala y en los campos del CEDA en la ciudad de Guatemala.

Tabla 5.

Registros de precipitación y días de lluvia, del 28 de abril al 31 de agosto de 2015, en el corredor seco y en el departamento de Guatemala.

Localidad	Suma PPT (mm)	Promedio en 115 días	Desviación Estándar	Total de días de registro	Días sin lluvia	Días con lluvia
Salamá, Baja Verapaz	109	0.71	3.12	126	105	21
Depto. El Progreso	137	0.90	2.67	126	103	23
Palencia, Guatemala	698	4.56	9.32	126	95	31
CEDA en Guatemala	754	4.93	9.15	126	91	35

De un total de 126 días de registro, se determinó que los días con lluvia variaron desde los 21 a los 35 días, siendo las dos localidades del departamento de Guatemala las que presentaron más días de lluvia y de esto se puede deducir que también se obtuviera una mayor cantidad de precipitación acumulada, que fueron de 754 y 698 milímetros en la ciudad de Guatemala y en Palencia respectivamente. En Baja Verapaz y El Progreso, se

reportaron 109 y 137 milímetros, en ese orden. La desviación estándar también fue mayor en el departamento de Guatemala, con un valor máximo de 9.32 y en El Progreso con un valor mínimo de 2.67, donde la variación de la precipitación fue más homogénea.

Se puede observar que en el departamento de Guatemala, la precipitación acumulada fue mucho mayor a la observada en Salamá, Baja Verapaz y en el departamento de El Progreso. Es de hacer notar que los datos se obtuvieron a través de pluviómetros plásticos, con capacidad de medir hasta 100 mm de lluvia/día y no se comparan a los datos que se pueden registrar en una estación meteorológica como las que tiene el INSIVUMEH en algunas localidades del país. Esto se pudo observar en los datos que se obtuvieron en el año 2014 en la Finca El Oasis, Estanzuela, Zacapa con el pluviómetro del proyecto y los datos de la Estación Meteorológica del INSIVUMEH en la misma localidad, donde los datos de la Estación fueron siempre superiores a los que se registraron con el pluviómetro plástico (Tavico y Zuñiga, 2014 p. 11). Como referencia se puede ver el Mapa 2 en el Apéndice.

- **Estimación del agua de lluvia colectada y almacenada para el riego por goteo**

En la Tabla 6, se observan los registros de precipitación obtenidos en los pluviómetros plásticos, con los cuales se estimó la cantidad de agua captada y almacenada en los tanques plásticos del proyecto. También se estimó el número de riegos a realizar con lo captado.

Tabla 6.

Estimación del agua colectada y almacenada, días de riego de una hora.

No.	Localidad	Precipitación en mm	Litros de agua colectados en 6 m ²	No. de riegos de 1 hora / diaria
1	Salamá, Baja Verapaz	109	654	3.36
2	Departamento de El Progreso	137	822	4.22
3	Palencia, Guatemala	558	3,348	17.18
4	CEDA. En Guatemala	595	3,570	18.32

Nuevamente se observa que en las estaciones de Salamá Baja Verapaz y en El Departamento de El Progreso, debido a la baja precipitación registrada, se estimaron 654 litros y 822 litros de agua almacenada, en ese orden. Sin embargo, se enfatiza que desde el inicio de la fase de campo que comenzó en febrero de 2015, se pudo observar que los tanques plásticos tenían cierta cantidad de agua ya que la misma se colectó y almacenó desde el mes de septiembre al mes de noviembre de 2014, ya que a partir de esa fecha (septiembre) concluyó la fase de campo del proyecto en 2014 y el agua de lluvia ya no se utilizó para la producción de hortalizas.

Por tal razón, al iniciar la fase del proyecto en 2015 ya se contaba con agua de lluvia almacenada en los tanques plásticos y esa fue la razón por la cual se lograron obtener resultados en algunas localidades, ya que el agua alcanzó para hacer más riegos que los que se estimaron en la tabla 6.

- **Resultados de la producción de rábano (*Raphanus sativus L.*)**

De acuerdo con los resultados de la producción de rábano, en la Tabla 7 se muestran los rendimientos obtenidos en cinco localidades por cada tratamiento evaluado más el testigo local.

Tabla 7.
Rendimiento de rábano en kg/m² por tratamiento, en cinco estaciones experimentales.

No.	Tratamiento	San Luis	Las Tunas	CEDA	Palencia	El Tunal
1	Bancal modificado	4.59	2.08	3.30	4.02	5.14
2	Abonera	2.58	3.01	2.15	4.02	4.27
3	Gallinaza	2.30	2.44	1.72	3.16	3.77
4	Fertilizante T-15	2.87	3.23	2.87	3.44	4.81
5	Gallinaza mas Fertilizante T-15	5.17	4.38	3.01	4.88	5.74
6	Testigo Local	1.15	1.65	0.65	3.01	3.63
	Promedio / localidad	3.11	2.80	2.28	3.76	4.56

De acuerdo con la Tabla 7, las localidades que presentaron mayores rendimientos de rábano en general, fueron las localidades de El Tunal, Palencia y San Luis Buena Vista, con

rendimientos promedio de 4.56 kg/m²; 3.76 kg/m² y 3.11 kg/m² respectivamente. Las de menor rendimiento fueron Las Tunas y el CEDA con 2.8 kg/m² y 2.28 kg/m², en ese orden.

En cuanto a rendimientos por tratamiento, el mayor fue de 4.64 kg/m² que fue la mezcla de gallinaza con fertilizante triple quince. Le siguen el bancal modificado, el fertilizante triple quince y la abonera, con rendimientos de 3.83 kg/m²; 3.44 kg/m² y 3.21 kg/m² respectivamente. Los más bajos promedios los presentaron el uso de gallinaza y el testigo local con 2.68 kg/m² y 2.02 kg/m², en ese orden.

Según la Tabla 8, en primer lugar se pudo establecer que el modelo estadístico es significativo, por lo que el efecto de anidado de los tratamientos en el suelo de cada localidad se dio y fue posible el poder evaluarlo. Hay diferencia significativa en el rendimiento entre tratamientos (anidados en localidades). Es decir que hubo efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de rábano, pero el mismo efecto de los tratamientos también fue afectado por los suelos de las diferentes localidades.

Tabla 8.

Análisis de varianza anidado con bloques, sobre el rendimiento de rábano (Pruebas de efectos inter-sujetos).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	18081.249 ^a	33	547.917	81.669	<0.001
Bloque	2.630	3	.877	.131	0.942
Local	907.203	4	226.801	33.805	<0.001
Trat(Local)	1294.976	25	51.799	7.721	<0.001
Error	583.683	87	6.709		
Total	18664.933	120			

Nota: a. R al cuadrado = .969 (R al cuadrado ajustada = .957)

Esto se debe a que los suelos de El Progreso, Zacapa, Baja Verapaz y el departamento de Guatemala, tienen diferentes órdenes taxonómicos y por lo tanto sus características físico-químicas son diferentes, lo que pudo haber influido en el efecto de los tratamientos sobre los rendimientos de rábano. A esto se le llama el efecto de los tratamientos evaluados, anidados dentro de cada tipo de suelo en particular de las localidades.

Secundario: Hay diferencia significativa en el rendimiento entre localidades y no hay diferencia significativa entre bloques. Como se pudo ver en la Tabla 8, entre localidades hubieron diferencias en cuanto al rendimiento del rábano, debido al orden de suelos que son predominantes en cada localidad y según mapas de la UPIE del MAGA (2001), en tres comunidades de San Cristóbal Acasaguastlán los suelos son Entisoles (suelos no evolucionados, sin horizonte diagnóstico, salvo ócrico o antrópico “ent” sin sentido); en dos comunidades de Guastatoya los suelos son Inceptisoles (son suelos poco evolucionados, con horizonte cámbico “inceptum”); en El Tunal Baja Verapaz también es Inceptisoles; en Las Tunas, Baja Verapaz, son Vertisoles (suelos con más de 30 % de arcilla, hasta un metro de profundidad, Microrelieve gilgai, slickensides, latin “verto”) ; en Estanzuela, Zacapa, también se tienen Vertisoles; para Palencia y los campos del CEDA en el departamento de Guatemala, predominan los Alfisoles (suelos con horizonte argílico y sin epipedón mólico) y los Entisoles. La “Capacidad de uso de la tierra”, es otra forma de clasificar los suelos de las localidades y también se consideró para este estudio. Ver Mapas 3 y 4 en el Apéndice.

Por las características que distinguen los órdenes de suelos ya mencionados, es de suponer que hubo alguna clase de interacción entre los diferentes tratamientos evaluados y los ordenes taxonómicos de los suelos locales, donde también se incluyó al testigo local. Otra forma de diferenciar los suelos de las estaciones experimentales es a través del mapa de “Capacidad de uso de la tierra”, con metodología del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), elaborado por el CATIE y la UPIE en el año 2001 (Ver Tabla 1 del Apéndice).

Tabla 9.

Promedios de tratamientos en rábano (en onzas por metro cuadrado) y prueba de Dunnett frente al control o testigo local.

Tratamiento	Media oz/m ²	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Abonera	11.176	.640	9.907	12.445
Bancal	13.334	.640	12.065	14.603
Gallinaza	9.324	.640	8.055	10.593
Mezcla	16.150	.640	14.881	17.419
Químico	12.002	.640	10.733	13.271
Testigo	7.028	.640	5.759	8.297

Según la Tabla 9, se puede esperar con una probabilidad del 95 %, que los rendimientos del tratamiento: mezcla de gallinaza mas fertilizante triple quince, puedan estar entre las 14.88 y 17.42 onzas por metro cuadrado; mientras que con los bancales el rendimiento se encuentre entre las 12.06 y 14.16 onzas por metro cuadrado; con el uso de fertilizante triple quince entre 10.73 y 13.27 onzas por metro cuadrado y con el uso de aboneras entre 9.91 y 12.44 onzas por metro cuadrado. Es decir los valores inferiores y superiores para estos cuatro mejores tratamientos.

En la Tabla 10, todos los tratamientos presentan diferencia significativamente mayor con respecto al testigo local o control, lo que se reflejó en mayor rendimiento de los tratamientos evaluados con respecto al testigo local. Para el caso del rábano, con este análisis, únicamente el tratamiento de aplicación de gallinaza fue similar al testigo local. Es decir que practicar cualquiera de los tratamientos evaluados (menos la gallinaza por si sola) contribuye a incrementar la producción de rábanos, sin embargo hay tratamientos que incrementan aun más la producción por lo que se deben de tomar en cuenta al implementar un huerto familiar.

Tabla 10.

Comparaciones múltiples con T de Dunnett (>testigo)^a

Variable dependiente: Rendimiento de rábano (en onzas por metro cuadrado)

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
Abonera	Testigo	4.1480*	.90540	<0.001	2.1005
Bancal	Testigo	6.3060*	.90540	<0.001	4.2585
Gallinaza	Testigo	2.2960*	.90540	0.026	.2485
Mezcla	Testigo	9.1220*	.90540	<0.001	7.0745
Químico	Testigo	4.9740*	.90540	<0.001	2.9265

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 8.197.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control o testigo, y comparan todos los demás grupos con este.

Para ello se deben de tomar en cuenta los costos al implementar las alternativas evaluadas, considerando que aquellos que requieren mayor mano de obra, implican mayor demanda del trabajo de la familia o del grupo comunitario, sin que ello represente un desembolso o pago en efectivo del núcleo familiar, además de que se está haciendo un mejor uso y aprovechamiento de los recursos locales.

- **Resultados de la producción de zanahoria (*Daucus carota*)**

En la Tabla 11 se tienen los tratamientos evaluados, con los rendimientos de zanahoria en tres localidades, donde también se pueden ver los promedios por tratamiento y por localidad.

Con relación a la producción de zanahoria, la Tabla 11 indica que se obtuvieron en rendimientos promedio por localidad, de mayor a menor, en el CEDA (2.4 kg/m²) , en El Tunal (1.02 kg/m²) y en San Luis Buena Vista (0.41 kg/m²). Los campos del CEDA están ubicados en la ciudad de Guatemala.

Tabla 11.

Rendimientos de Zanahoria en kg/m² en San Luis Buena Vista, El Tunal y los campos del CEDA.

No.	Tratamiento	San Luis Buena Vista	El Tunal	CEDA	Promedio / Tratamiento
1	Bancal modificado	0.43	1.12	3.23	1.59
2	Abonera	0.47	1.21	2.37	1.35
3	Gallinaza	0.39	1.03	1.44	0.95
4	Fertilizante T-15	0.38	0.92	2.08	1.13
5	Gallinaza + Fertilizante T-15	0.46	1.09	1.87	1.14
6	Testigo Local	0.32	0.75	1.22	0.76
	Promedio / Localidad	0.41	1.02	2.04	

En cuanto a los rendimientos por tratamiento, los rendimientos más altos se obtuvieron con el bancal modificado (1.59 kg/m²)y con el uso de abonera (1.35 kg/m²). Les siguen con rendimientos muy similares entre sí, los tratamientos de la mezcla de gallinaza con fertilizante triple quince (1.14 kg/m²) y solo la aplicación de fertilizante triple quince (1.13

kg/m²); por último se tuvieron los tratamientos de aplicación de solo gallinaza y el testigo local.

Según la Tabla 12, en primer lugar se pudo establecer que el modelo estadístico es significativo, por lo que el efecto de anidado de los tratamientos en el suelo de cada localidad si se presentó y fue posible el poder evaluarlo.

Tabla 12.

Análisis de varianza anidado con bloques para el rendimiento de zanahoria en kilogramos por metro cuadrado (Pruebas de efectos inter-sujetos).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	139.050 ^a	21	6.621	55.780	<0.001
Bloq	.068	3	.023	.192	0.902
Local	32.445	2	16.223	136.663	<0.001
Trat(Local)	10.971	15	.731	6.161	<0.001
Error	6.054	51	.119		
Total	145.104	72			

a. R al cuadrado = .958 (R al cuadrado ajustada = .941)

Hay diferencia significativa en el rendimiento entre tratamientos (anidados en localidades) y al igual que en los rendimientos de rábano, si hubo efecto de los tratamientos evaluados en los suelos de cada localidad. Es decir que al menos uno o varios de los tratamientos evaluados fueron superiores o mejores al testigo local, por lo que se pudo observar un incremento en la producción de zanahoria.

Secundario: Hay diferencia significativa en el rendimiento entre localidades y no hay diferencia significativa entre bloques. En este caso, se puede inferir que el orden taxonómico de los suelos de las localidades, tuvo un efecto en los rendimientos de zanahoria y este efecto de los suelos, interactuó con los tratamientos evaluados. Los órdenes de suelos se describieron en el análisis de la producción de rábano.

Con respecto a los promedios de los rendimientos de zanahoria, como se verá más adelante, los mismos son más bajos a los que se obtienen en otros países y los que se obtienen en las zonas productoras de zanahoria dentro del territorio nacional. Esta baja en los rendimientos se debió principalmente a la sequía que afecto la zona del corredor seco en 2015, ya que al

hacer la cosecha se pudo observar que las zanahorias eran pequeñas, de no más de doce centímetros de largo, y con diámetros inferiores o iguales a los tres centímetros; sin embargo, lograron resistir los cuatro meses en condiciones de campo, con riegos muy limitados y nuevamente, se considera que esta especie, debido a la forma y tamaño de sus hojas (que son pequeñas, alternas y pecioladas), lo que puede disminuir la evapotranspiración, y al perder menos agua, la zanahoria puede soportar la sequia. Esto se supone ya que otras hortalizas de hojas grandes y anchas como la acelga y la espinaca, evaluadas en 2013 y 2014 (Tavico y Zuñiga) son más susceptibles a la pérdida de agua por la mayor superficie de evapotranspiración de sus hojas. En estas hortalizas, los síntomas de marchitamiento son más evidentes y en menor tiempo que en el perejil, el cilantro y la zanahoria; las plantas de acelga y espinaca pueden morir, por la forma y tamaño de sus hojas.

En la tabla 13, se puede decir con un 95 % de probabilidad, que en los tratamientos evaluados bancal y abonera, donde la zanahoria expresó su mayor rendimiento, para el uso de bancales los límites de rendimiento se encuentren entre 1.34 y 1.85 kilogramos por metro cuadrado. Para el uso del compost de aboneras, se pueden esperar rendimientos entre 1.09 y 1.60 kilogramos por metro cuadrado.

Tabla 13.

Promedios de tratamientos en rendimiento de zanahoria (en kilogramos por metro cuadrado) y prueba de Dunnett frente al control o testigo local.

Tratamientos	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Abonera	1.346	.127	1.091	1.601
Bancal	1.594	.127	1.339	1.849
Gallinaza	.951	.127	.696	1.206
Mezcla	1.137	.127	.882	1.392
Químico	1.125	.127	.870	1.380
Testigo	.760	.127	.505	1.015

En un tercer grupo se pueden ubicar la mezcla de fertilizante triple quince con gallinaza y el tratamiento de solo aplicar fertilizante triple quince y por último, nuevamente quedan los

promedios de solo aplicar gallinaza comercial con rendimiento similar al del testigo absoluto.

Según la Tabla 14, solo los tratamientos Abonera y Bancal presentan diferencia significativamente mayor con respecto al testigo o control (mayor rendimiento) De acuerdo con la tabla 14, los tratamientos abonera y bancal, son estadísticamente superiores y diferentes al testigo local (en el nivel de 0.05), con diferencias en rendimiento de 0.834 y 0.586 kilogramos por metro cuadrado, respectivamente. Los tratamientos de mezcla de gallinaza más fertilizante triple quince; la aplicación de fertilizante triple quince y la aplicación de gallinaza, en ese orden, aunque son superiores al testigo local, no son significativamente diferentes al testigo local, de acuerdo con la prueba de t de Dunnett.

Tabla 14.

Comparaciones múltiples de rendimientos de zanahoria, con la prueba de T de Dunnett (>control)^a.

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
Abonera	Testigo	.5860*	.18024	0.004	.1746
Bancal	Testigo	.8338*	.18024	<0.001	.4224
Gallinaza	Testigo	.1909	.18024	0.390	-.2205
Mezcla	Testigo	.3769	.18024	0.075	-.0345
Químico	Testigo	.3653	.18024	0.086	-.0461

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .195.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Para el caso de la zanahoria y con los resultados obtenidos, podría decirse que aunque todos los tratamientos superaron al testigo local, es mejor realizar aboneras o bancales para obtener incrementos significativos en la producción de zanahoria. Aunque estos tratamientos son aparentemente los más caros en cuanto al requerimiento de mano de obra, se debe recordar que este es un recurso local y familiar, por lo que no se tiene que hacer un

desembolso monetario para poder realizarlos, sino que las familias o miembros de la comunidad se deben de poner de acuerdo para poder realizar estos trabajos en forma conjunta y reciproca.

Según la Fundación de Desarrollo Agropecuario (1995), la cosecha de la zanahoria va de los 70 días a los 120 días y el promedio de rendimiento en República Dominicana es de 400 quintales de zanahoria por hectárea (18,400 kg/ha), es decir un rendimiento equivalente a 1.84 kilogramos por metro cuadrado, que es superior a los rendimientos que se obtuvieron en promedio con el bancal modificado y la abonera en las tres localidades.

Por otro lado, la Dirección de Planeamiento (2,013) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – MAGA, reporta que en Guatemala del 2007 al 2013 los rendimientos de zanahoria se han mantenido entre los 450 y 464 quintales por manzana (29,601 y 30,456 kilogramos por hectárea) que equivalen a 2.96 y 3.05 kilogramos por metro cuadrado, rendimientos que son superiores a los que se obtienen en República Dominicana. También indican que el precio promedio de la red de zanahoria mediana de primera (red de 7 u 8 docenas de zanahorias), durante ese mismo periodo, se ha mantenido entre los 27.43 y 37.62 quetzales.

El Departamento de Producción Vegetal de Uruguay (2004), informa que la producción nacional de zanahoria se ha venido incrementando en las últimas décadas, de tal forma que los rendimientos han sido de 6,640 kg/ha (1970); 6,119 kg/ha (1980); 10,854 kg/ha (1990); y de 11,999 kg/ha (2003), mientras que menciona que en Argentina, el promedio nacional fue de 10,854 kg/ha, según el anuario de la FAO en 1990. El mismo autor también menciona que la mejor temperatura para la producción de zanahoria se encuentra entre los 18 y 24 grados centígrados y para el crecimiento de la raíz y el desarrollo del color la temperatura ideal es entre los 15 y 21 grados centígrados. Las temperaturas promedio al año en el corredor seco de Guatemala se encuentran entre los 22 y 26 grados centígrados (CATIE, 2001), las cuales son muy superiores a las que se presentan en Uruguay.

Lo anterior puede explicar del bajo rendimiento de rendimiento obtenido en este estudio, aparte de que ya se menciona del problema de la sequia prolongada en 2015.

- **Resultados de la producción de cilantro (*Coriandrum sativum*)**

Según la Tabla 15, se obtuvieron los rendimientos de cilantro en kilogramos por metro cuadrado, para las localidades de los campos del CEDA, ciudad de Guatemala y en El Tunal, Salamá, Baja Verapaz, de los tratamientos evaluados.

Con respecto a la producción de cilantro, según la Tabla 15, se obtuvieron resultados de dos localidades, las cuales presentaron rendimientos de mayor a menor en El Tunal y en los campos del CEDA.

En cuanto al efecto de tratamientos, con el uso de la abonera se obtuvieron los rendimientos más altos de cilantro y le siguen los tratamientos de la mezcla de fertilizante mas gallinaza, el uso del bancal modificado y el uso de gallinaza. Los menores rendimientos promedio fueron: el uso de fertilizante triple quince y el más bajo el testigo local.

Tabla 15.

Rendimientos de cilantro en kg/m² en el CEDA ciudad de Guatemala y El Tunal, Baja Verapaz.

No.	Tratamiento	CEDA	El Tunal	Promedio / Tratamiento
1	Bancal modificado	0.99	1.48	1.24
2	Abonera	1.52	2.41	1.96
3	Gallinaza	0.78	1.24	1.01
4	Fertilizante T-15	0.63	1.03	0.83
5	Gallinaza mas Fertilizante T-15	1.03	1.63	1.33
6	Testigo Local	0.38	0.61	0.50
	Promedio / Localidad	0.89	1.40	

Según la Tabla 16, en primer lugar no se pudo establecer que el modelo estadístico es significativo, debido a que únicamente se tuvieron resultados en dos localidades. De esa cuenta no aparece el modelo como parte de las fuentes de variación u origen.

Hay diferencia significativa en el rendimiento entre tratamientos (anidados en localidades), al igual que con rábano y zanahoria, el efecto de los suelos locales, influyo en el rendimiento de cilantro a través de los tratamientos evaluados y el testigo local.

Tabla 16.

Análisis de varianza anidado con bloques del rendimiento de cilantro en gramos por 0.1 metro cuadrado (Prueba de inter-sujetos).

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Bloque	340.937	3	113.646	.191	0.902
Local	31544.380	1	31544.380	53.076	<0.001
Trat(Local)	106055.195	10	10605.520	17.845	<0.001
Error	19612.660	33	594.323		
Total	784442.970	48			

a. R al cuadrado = .975 (R al cuadrado ajustada = .964)

Secundario: Hay diferencia significativa en el rendimiento entre localidades y no hay diferencia significativa entre bloques.

Según la Tabla 17, se puede esperar con un 95 % de probabilidad, que la abonera nos produzca entre 178.58 y 215 gramos por metro cuadrado de cilantro; con la mezcla de gallinaza mas fertilizante triple 15 se produzcan entre 114.52 y 150.96 gramos por metro cuadrado y con el compost de aboneras se podrían obtener entre 105.34 y 141.76 gramos por metro cuadrado de follaje fresco. Los demás tratamientos estuvieron por debajo de los 100.5 gramos por metro cuadrado; sin embargo, fueron superiores al testigo local, cuyo rendimiento promedio fue de 45.39 gramos por metro cuadrado.

Tabla 17.

Promedios de rendimientos de tratamientos (en gramos por 0.1 metro cuadrado) y prueba de Dunnett frente al control o testigo local.

Tratamientos	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Abonera	196.788	8.994	178.580	214.995
Bancal	123.550	8.994	105.342	141.758
Gallinaza	100.500	8.994	82.292	118.708
Mezcla	132.750	8.994	114.542	150.958
Químico	82.750	8.994	64.542	100.958
Testigo	49.350	8.994	31.142	67.558

Según la Tabla 18, todos los tratamientos presentan diferencias significativas en nivel de 0.05 con respecto al testigo o control (mayor rendimiento). Es decir que para el cilantro, en todos los tratamientos evaluados se obtuvo un incremento significativo en el rendimiento y este caso, conviene establecer cuál de ellos representa el menor costo o bien mayor disponibilidad para los agricultores en sus respectivas comunidades y por otro lado, se debe de considerar con que tratamiento se obtiene la mayor diferencia de rendimiento con respecto al testigo, que en este caso resulta ser el tratamiento con abonera (147.44 gramos por metro cuadrado).

Tabla 18.
Comparaciones múltiples con la prueba T de Dunnett (>control)^a

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
Abonera	Testigo	147.437*	12.7196	<0.001	118.014
Bancal	Testigo	74.200*	12.7196	<0.001	44.777
Gallinaza	Testigo	51.150*	12.7196	0.001	21.727
Mezcla	Testigo	83.400*	12.7196	<0.001	53.977
Químico	Testigo	33.400*	12.7196	0.025	3.977

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 647.155.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Es importante indicar que en la información que se obtuvo para la producción de cilantro y perejil, únicamente se encontró que la Fundación para el Desarrollo Agropecuario INC. (1995), para el caso del cilantro se tienen datos de la producción de semillas, la cual es de 1000 a 1700 kilogramos por hectárea de semillas secas; mientras que para el perejil se menciona que por cada libra de perejil seco, se tienen que procesar doce libras de perejil fresco.

En los documentos consultados no existe información sobre la producción en fresco de estas dos hortalizas y hacen referencia de que estas 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 realizada con cilantro en los campos del CEDA en 2013 (Tavico y Zuñiga p. 32), tomando en cuenta el número de plantas sembradas por metro cuadrado y el peso promedio de las plantas cosechadas, es de 0.20 kilogramos por metro cuadrado (0.425 libras por m²), cuando las plantas tenían dos meses de edad.

Según la pagina de la revista Infoagro (2015), en un estudio realizado en Colombia por Casava, para evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje fresco y la producción de semillas de cilantro; de follaje fresco se obtuvieron 1.8 kg/m² con Urea y 1.2 kg/m² con el uso de gallinaza. Lo anterior debido a la lenta tasa de mineralización que determina una baja disponibilidad de nutrientes de los abonos orgánicos en cultivos de ciclo muy corto (35 a 40 días), como del cilantro. En la producción de semillas no se observaron diferencias significativas, pese a que se obtuvo un rendimiento mayor con el uso de composta (abonera).

Según la pagina web de cultivos-paola.com (2009), se informa que la cosecha se realiza a los dos meses de la siembra, antes de que las plantas florezcan, obtener un rendimiento de 8,000 kg/ha (0.8 kg/m²) es una buena cosecha. Los mejores rendimientos se obtienen entre los 1,000 a 1,300 metros sobre el nivel del mar, en suelos francos y franco arcilloso, bien drenado y rico en materia orgánica y con pH entre 5 y 7.5

En México, según la pagina web de tecnoagro.com.mx (2012), la Secretaria de Agricultura indica que los rendimientos de cilantro se han incrementado en un 9% en los últimos cinco años, de tal cuenta que el rendimiento promedio nacional en 2,007 fue de 7,176 kilogramos por hectárea (7.8 ton/ha), que equivale a 0.72 kg/m² y en el año 2012 fue de 7,912 kg/ha (8.6 ton/ha) que equivale a 0.79 kg/m².

- **Resultados de la producción de remolacha (*Beta vulgaris L.*)**

Con respecto a remolacha, únicamente se pudo cosechar esta hortaliza en la comunidad de El Tunal, en Salamá, Baja Verapaz, donde el agricultor terminó el ciclo del cultivo, haciendo riegos suplementarios con agua de pozo, después de haber regado con el agua que se colectó en el tanque plástico con agua de lluvia. Debido a que se obtuvieron resultados satisfactorios de la localidad se analizaron los resultados como Bloques Completos al Azar.

En la tabla 19, se puede observar que con el bancal modificado se obtuvo el rendimiento más alto (6.7 kg/m²), seguido por la mezcla de gallinaza mas fertilizante triple quince (6.30 kg/m²) y con el uso de fertilizante triple quince (5.20 kg/m²). En estos tratamientos también se observó que la apariencia de las remolachas fue buena y el tamaño de las mismas fue grande. En segunda posición se observan los tratamientos del uso de gallinaza industrial (3.60 kg/m²) y el uso de aboneras (3.0 kg/m²), con remolachas de apariencia buena a regular y de tamaño mediano. El último fue el testigo local con rendimiento de 1.34 kg/m², con remolachas de apariencia regular y de tamaño pequeño.

Tabla 19.

Rendimientos y calificación de remolacha en kg/m² en la localidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.

No.	Tratamiento	No. de plantas / m ²	Peso en kg / m ² **	Apariencia / Tamaño
1	Bancal modificado	24	6.70 a	Buena / Grande
2	Abonera	21	3.00 c	Regular / Mediana
3	Gallinaza industrializada	28	3.60 c	Buena / Mediana
4	Fertilizante Triple 15	20	5.20 b	Buena / Grande
5	Gallinaza + fertilizante T-15	26	6.30 a	Buena / Grande
6	Testigo local	23	1.34 d	Regular / Pequeña

Nota: ANDEVA; **altamente significativas entre tratamientos (>0.05) y comparación de medias con prueba de Duncan.

Los resultados del análisis de varianza indican que hubo una diferencia altamente significativa en la producción de remolachas como producto del efecto de los tratamientos evaluados, cuyos resultados se presentan en la siguiente Tabla 20.

De acuerdo con el análisis de varianza de la Tabla 20, entre replicas no existen diferencias significativas, lo que indica que los promedios de rendimiento entre replicas fueron muy similares, lo que se pudo deber a la homogeneidad del sitio experimental.

Tabla 20. Análisis de varianza del rendimiento de remolacha, en la comunidad de Las Tunas, Salamá, Baja Verapaz.

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fc	Ft 5 %	Ft 10%
Replicas	3	0.15652	0.0522	4.09	8.70	5.20
Tratamientos	5	3.36212	0.67242	52.70**	4.62	3.24
Error	15	0.19138	0.01276			
Total	23	3.71				

Para el caso de los tratamientos evaluados, existen diferencias altamente significativas entre los mismos, lo que indica que al menos uno de ellos fue estadísticamente superior al testigo absoluto. De acuerdo con el análisis de medias por el método de Duncan, en la Tabla 19, los mejores tratamientos fueron: el bancal modificado y la mezcla, con rendimientos de 6.7 y 6.3 kilogramos por metro cuadrado, en un segundo grupo se ubica el tratamiento de fertilizante químico con rendimiento de 5.2 kg/m²; en un tercer grupo quedaron la aplicación de gallinaza y la abonera, con rendimientos de 3.6 y 3.1 kg/m² respectivamente y en último lugar quedo el testigo absoluto con rendimiento de 1.4 kg/m².

Japón Quintero (1985), afirma que en España el rendimiento promedio de remolachas de mesa de término medio (200 a 300 gramos por unidad), es de 25,000 a 30,000 kilogramos por hectárea (2.5 a 3.0 kg/m²), las cuales se venden en manojos de 4 a 5 plantas. Para esto se requieren de 3,000 a 6,500 metros cúbicos de agua, utilizando riegos cada 10 o 12 días.

Según el Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria de la Junta de Castillo y León en España (2012), el rendimiento promedio nacional (entre 2007 y 2011) de remolacha fue de 81,299 kilogramos por hectárea; es decir un rendimiento de 8.13 kilos por

metro cuadrado. Esto es superior a los rendimientos de 6.7 y 6.3 kilos/m² que se obtuvieron con los tratamientos del bancal y modificado y la mezcla de gallinaza y fertilizante. También es superior a los demás tratamientos que se evaluaron; sin embargo, se debe considerar que en España la agricultura es muy tecnificada, además que utilizan diferentes sistemas de riego y se trabaja con variedades adaptadas a este país, considerando también que la remolacha es una especie de origen Europeo.

Haber obtenido los rendimientos que se obtuvieron en El Tunal, a excepción del testigo local que fue de 1.4 kilos por metro cuadrado, puede considerarse aceptable ya que en esta localidad predominó la sequia, sin embargo por estar más cerca del municipio de San Jerónimo, recibió más lluvia que las localidades que se ubican al norte de Salamá, donde la sequia fue más severa. San Jerónimo se asienta cerca de donde hay una cadena montañosa lo que determina que ahí llueva más que en el Valle de Salamá.

Por otro lado y tomando en cuenta lo que informa Japón Quintero (1985), sobre el rendimiento de la remolacha de mesa término medio en España, que es de 200 a 300 gramos por unidad; en este estudio se obtuvieron remolachas de 279, 260 y 242 gramos en promedio por unidad, con los tratamientos de: bancal modificado; fertilizante triple quince y con la mezcla de fertilizante triple quince mas gallinaza, en ese orden; se concluye que la cosecha de remolacha fue buena y por eso al tamaño de las mismas se les clasifico como grandes, a las la abonera y la aplicación de gallinaza como medianas, con 143 y 129 gramos por unidad y las del testigo absoluto como pequeñas con 58 gramos por unidad.

- **Resultados de la producción de pepino (*Cucumis sativus*)**

Con relación a la producción de pepino, únicamente en la localidad de El Tunal, en Salamá, Baja Verapaz, se logró obtener dos cortes de pepino, los cuales se hicieron en la primera semana de agosto el primer corte y para la tercera semana de septiembre se hizo el segundo corte, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados y se analizaron con un Diseño en Bloques Completos al Azar.

De acuerdo con la Tabla 21, en el primer corte los mejores rendimientos corresponden al uso de aboneras (1.82 kg/m²), al bancal modificado (1.60 kg/m²) y la mezcla de gallinaza

mas fertilizante (1.52 kg/m²). En el segundo corte los mejores fueron de nuevo el uso de aboneras (0.55 kg/m²), la mezcla de gallinaza mas fertilizante (0.45 kg/m²), el uso de gallinaza industrial (0.35 kg/m²) y el bancal modificado (0.30 kg/m²).

Tabla 21.

Rendimientos de pepino en primero y segundo cortes, en la comunidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.

No.	PEPINO Tratamiento	Primer corte		Segundo corte	
		No. de Frutos	Peso en kg / m ² **	No. de Frutos	Peso en kg / m ² *
1	Bancal modificado	17	1.60 a	14	0.30 b
2	Abonera	14	1.82 a	15	0.55 a
3	Gallinaza industrializada	15	1.25 c	10	0.35 b
4	Fertilizante triple 15	14	1.32 c	9	0.22 b
5	Mezcla de gallinaza mas fertilizante T-15	16	1.52 b	13	0.45 a
6	Testigo local	12	1.10 d	12	0.22 b

Nota: ANDEVA; **altamente significativo (>0.05) y * significativo (>0.1). Comparación de medias con prueba de Duncan.

Para el caso del primer corte de pepino, el análisis de varianza de la Tabla 22, indica que entre las replicas que se obtuvieron de cada tratamiento no existen diferencias significativas, mientras que para el caso de los tratamientos evaluados si existen diferencias altamente significativas (>0.05) entre los mismos, por lo que al menos uno de los tratamientos fue estadísticamente superior al testigo absoluto.

De acuerdo con la prueba de medias que se realizo a través del método de Duncan, en la Tabla 21 los mejores tratamientos en cuanto a producción de frutos en el primer corte fueron: la abonera y el bancal en un primer grupo, con rendimientos de 1.82 y 1.6 kg/m², en ese orden. En un segundo grupo quedo la mezcla de gallinaza con abono químico, con un rendimiento de 1.52 kg/m²; en un tercer grupo quedaron la aplicación de abono químico y

la gallinaza, con rendimientos de 1.32 y 1.25 kg/m², respectivamente y en último lugar quedo el testigo absoluto, con un rendimiento de 1.1 kg/m².

Tabla 22.

Análisis de varianza del primer corte del rendimiento de pepino en la comunidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fc	Ft 5 %	Ft 10%
Replicas	3	0.001	0.00033	1.0	8.70	5.20
Tratamientos	5	0.221	0.0442	133.94**	4.62	3.24
Error	15	0.005	0.00033			
Total	23	0.227				

Para el segundo corte de frutos que se hizo de pepino, el análisis de varianza de la Tabla 23, indica que entre replicas no existieron diferencias significativas, mientras que para los tratamientos evaluados si existieron diferencias significativas (>0.1), lo que indica que al menos uno de los tratamientos fue superior a los demás y uno quizá fue igual al testigo absoluto.

Tabla 23.

Análisis de varianza del segundo corte del rendimiento de pepino, en la comunidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.

F.V.	gl	S.C.	C.M.	Fc	Ft 5 %	Ft 10%
Replicas	3	0.01293	0.0043	1.2952	8.70	5.20
Tratamientos	5	0.05443	0.0109	3.283*	4.62	3.24
Error	15	0.00332	0.0033			
Total	23					

La prueba de medias en la Tabla 21 indica que los mejores rendimientos fueron la abonera, la mezcla de gallinaza con fertilizante químico y la aplicación de gallinaza, con rendimientos de 0.55, 0.45 y 0.35 kg/m², en ese orden; mientras que en un segundo grupo se encuentran los tratamientos del bancal modificado, el abono químico y el testigo, con

rendimientos estos tres últimos de: 0.3, 0.22 y 0.22 kg/m². En el segundo corte el uso de abono químico fue igual al testigo.

Según López Zamora, (2003) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de El Salvador, las producciones promedios de algunas variedades e híbridos del pepino, tienen los siguientes rendimientos: Centurión (45-58 T/Ha), Turbo (60-68 T/Ha) y Tropicuke (72-78 T/Ha), los cuales se obtienen de entre 7 y 8 cortes que se hacen desde los 43 días después de la siembra hasta los 90 días, cuando finaliza la cosecha. Con estos datos se estima que la producción podría variar entre los 900 quintales (41,400 kg) por hectárea hasta los 1,560 quintales (71,760 kgs) por hectárea. Es decir que se obtienen entre 4.14 kilos a 7.18 kilos de pepino por metro cuadrado.

Si se suman los kilos de los dos cortes realizados en El Tunal (Tabla 21), se tiene que los rendimientos fueron de: Abonera (2.37 kg/m²); Mezcla de gallinaza con fertilizante (1.97 kg/m²); Bancal modificado (1.90 kg/m²); Gallinaza (1.60 kg/m²); Fertilizante Triple 15 (1.54 kg/m²) y el Testigo local (1.32 kg/m²). Como puede verse, todos los rendimientos obtenidos en El Tunal, son inferiores a los 4.14 que se reportan en El Salvador, que es rendimiento más bajo de 41,400 kilogramos por hectárea.

Sin embargo, se debe considerar que en El Tunal únicamente se hicieron dos cortes y no siete u ocho de una producción comercial, donde se requieren muchos insumos y el cultivo se encuentra muy tecnificado, tanto así que en El Salvador se requieren de US \$ 1,761.92 por hectárea para la producción de pepino, que son aproximadamente 13,214.4 quetzales en la actualidad y en Guatemala.

En un estudio realizado por Gómez-Álvarez, Lázaro-Jerónimo, & León-Nájera (2005), el mejor resultado en los rendimientos y sus componentes en el cultivo de rábano se obtuvo al aplicar composta a razón de 5 kg/m² (más 10 kilogramos que se aplican al elaborar el huerto orgánico), en comparación a cuando no se aplica. Las diferencias fueron significativas en todos los casos: grosor de bulbo, altura de planta, ancho de las hojas y rendimientos en peso fresco de bulbos. El incremento del rendimiento fue de 149 % en comparación a cuando no se aplico composta. Otros autores con esta tecnología han

incrementado los rendimientos en hortalizas con respecto al sistema tradicional de producción (Jeavons, 1991; Anónimo 2000; Gómez-Tovar et al. 2003).

- **Resultados de otros estudios con hortalizas.**

Según Quintero, Matheus, Álvarez & Ramírez (2005), en un estudio realizado en Venezuela, sobre la producción de repollo (*Brassica oleracea*) en respuesta a la aplicación de abonos orgánicos; se determinó que el fertilizante químico tuvo mejor respuesta y fue superior que otros cuatro tratamientos orgánicos evaluados, los cuales también fueron iguales estadísticamente en cuanto al rendimiento del repollo.

Según estos autores, los fertilizantes químicos son sintéticos y por sus sales solubles que son concentradas, están disponibles de forma inmediata para las plantas, aunque son de corta cesión residual; mientras que los abonos orgánicos son considerados de lenta liberación y de baja concentración, por lo que aportan sus nutrimentos a través del tiempo.

En otro estudio, Guevara, Gonzales, Pérez, Arozarena, Peña, Horstman & Bardanca (2005), determinaron que para obtener rendimientos óptimos de hortalizas en casas de cultivo, se deben aplicar dosis de fondo de 600 kg/ha de P_2O_5 . Estas aplicaciones de fosforo químico se pueden reducir a 300 kg/ha, si se emplean 3 kg/m² de abono orgánico mas 0.3 kg/m² de humus de lombriz. Si la dosis de fondo del fertilizante fosforado se incrementa a 900 kg/ha, se tienen efectos perjudiciales en la producción de hortalizas.

En sus conclusiones, los mismos autores consideran que es necesario un monitoreo de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y de la composición foliar de los cultivos, para determinar cuándo es necesario volver a mejorar el suelo con abonos orgánicos y minerales de fondo. Es decir que las enmiendas y las mejoras al suelo, no deben de hacerse una sola vez sino que es necesario volver a implementarlas, de acuerdo con los requerimientos de las hortalizas.

- **Resultados de los análisis físico químico de los suelos de dos localidades**

Según el análisis de la Tabla 24, realizado en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Agronomía, para la localidad de El Obraje, Guastatoya, El Progreso, en los tratamientos evaluados todos fueron superiores al rango medio de pH, con valores desde 7.5 a 7.9 es decir un pH ligeramente básico.

Con respecto al contenido de fósforo y potasio en partes por millón todos los tratamientos fueron superiores al rango medio quintuplicando el contenido de fósforo y duplicando el contenido de potasio. Con relación al calcio y al magnesio en mili equivalente por 100 gramos de suelo, el contenido de calcio duplico en todos los tratamientos el rango medio del calcio y para el caso del magnesio el contenido se duplico con la aplicación de gallinaza y para los otros tratamientos el magnesio se triplico.

Tabla 24.

Análisis químico de suelos de la localidad de El Obraje, en Guastatoya, El Progreso.

		ppm		Meq / 100 gr		ppm				
Tratamiento	pH	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	% M.O.
Rango Medio	6-6.5	12-16	120-150	6 - 8	1.5 – 2.5	2 - 4	4 - 6	10 - 15	10 - 15	4 - 5
Bancal	7.6	77	375	14.04	9.39	0.10	7.00	4.50	59.0	2.23
Abonera	7.9	82	300	15.91	10.28	0.50	5.50	3.50	50.5	4.23
Gallinaza	7.8	86	190	12.17	10.28	0.50	6.50	8.50	43.0	1.85
Químico	7.5	90	280	14.04	6.37	0.10	6.00	2.50	43.0	1.76
Mezcla	7.7	94	195	13.10	9.81	0.50	7.00	6.50	41.0	1.73

Con relación al cobre, zinc, hierro y manganeso; en todos los tratamientos el contenido de cobre fue inferior al rango medio, el contenido de zinc es muy similar al rango medio, para el contenido de hierro, todos los tratamientos fueron inferiores al rango medio y para el

manganeso, todos los valores fueron superiores, cuadruplicando los valores del rango medio.

Con respecto al contenido de materia orgánica, que fue el objetivo de hacer las mejoras de suelos, se logro el objetivo en el sentido de incrementar el contenido de materia orgánica según los tratamientos evaluados, de tal cuenta que con la abonera se logró el mayor contenido con valor de 4.23 %; con el bancal 2.23 %; con la gallinaza 1,85 % y los más bajos fueron el abono químico y la mezcla de gallinaza mas abono químico, con valores de 1.76 % y 1.73 %, respectivamente. Tomando como base, el análisis de suelo realizado en esta localidad en 2013, el contenido de materia orgánica fue de 1.79 % que es superior a la aplicación de abono químico y a la mezcla de fertilizante mas gallinaza. Este último valor se considera como el del testigo local.

Únicamente el tratamiento de abonera presento un porcentaje de materia orgánica, que tiene como referencia el Laboratorio de Suelos y Agua, cuyos valores se encuentran entre el 4 y el 5 % de contenido de materia orgánica.

Para el análisis de suelos en la Tabla 25, de la localidad de Potrero Grande, en Palencia, Guatemala; los valores de pH del bancal y la abonera fueron superiores al rango medio, mientras que los otros tratamientos se encuentran dentro del rango medio.

En cuanto al contenido de fosforo y potasio, los tratamientos bancal y abonera presentaron valores altos de fosforo y los demás tratamientos se encuentran dentro del rango medio; en cuanto al potasio todos los tratamientos al menos duplicaron los valores del rango medio.

Para el contenido de calcio y magnesio, en mini equivalentes por 100 gramos de suelo, en todos los tratamientos se duplicó el contenido de calcio a los valores del rango medio; para el magnesio los valores también al menos se duplicaron al rango medio.

Con relación al cobre, zinc, hierro y manganeso; en el caso del cobre todos los valores fueron inferiores al rango medio; los valores de zinc son muy superiores al rango medio en los cinco tratamientos; en cuanto al hierro, todos los valores se encuentran dentro del rango medio, con excepción de la gallinaza que al menos duplicó al rango medio y para el manganeso, los valores cuadruplican al rango medio.

Tabla 25.

Análisis químico de los suelos de la localidad de Potrero Grande, Palencia, Guatemala.

		ppm		Meq / 100 gr		ppm				
Trata- miento	pH	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	% M.O.
Rango Medio	6-6.5	12-16	120- 150	6 - 8	1.5 – 2.5	2 - 4	4 - 6	10 - 15	10 - 15	4 - 5
Bancal	7.0	45	570	14.66	4.63	0.50	12.00	12.0	59.0	4.96
Abonera	7.5	49	535	14.35	4.32	0.50	12.50	12.0	52.5	4.99
Gallinaza	6.3	12	410	10.30	3.70	1.0	7.50	31.50	55.5	4.23
Químico	6.8	12	395	17.16	3.75	0.50	7.00	11.50	47.50	6.22
Mezcla	6.5	9	500	14.04	4.21	0.50	9.00	14.0	64.0	4.71

En cuanto al contenido de materia orgánica en porcentaje, todos los tratamientos presentaron contenidos dentro del rango medio y el tratamiento químico, que no incluyó la aplicación de materia orgánica, presentó el porcentaje más alto de materia orgánica (6.22 %), que incluso es superior al rango medio.

La única explicación que se le puede dar a esta aparente contradicción es que en esta localidad, el agricultor introduce ganado bovino y equino dentro de la parcela, para que los animales coman pasto, principalmente en la época seca, que va de noviembre a abril y es la época que coincide con la no siembra del terreno. Al moverse el ganado dentro del terreno va eliminando sus excretas en el área y esa pudo ser la razón por la que todos los tratamientos presentaron buen contenido de materia orgánica. Esto puede explicar también el porqué en Palencia se obtuvieron los segundos mejores rendimientos de rábano, superado únicamente por la localidad de El Tunal, en Salamá, Baja Verapaz.

- **Análisis de costos de producción de las tecnologías evaluadas**

Con relación a los costos de producción de los tratamientos evaluados y el testigo, se consideró un área aparente del huerto de 60 metros cuadrados, con seis surcos de 10 metros de largo separados a un metro entre sí (10 m x 6 m), que es el área que maneja el agricultor en el huerto familiar; sin embargo, se debe de aclarar que el área real de riego se encuentra dentro de los 12 y 24 metros cuadrados, dependiendo de la hortaliza que se siembre.

Tabla 26.

Costos de mano de obra en quetzales, en huerto familiar de 60 metros cuadrados.

No	Labor	Jornales	Costo/Jornal Q.
1	Preparación del terreno	1.0	80.00
2	Siembra y abonado	0.5	80.00
3	Control de malezas	1.0	80.00
4	Control de plagas	0.5	80.00
5	Riegos	1.0	80.00
6	Cosecha de hortalizas	1.0	80.00
7	Total costo de mano de obra	5.0	400.00

En la Tabla 26, se puede ver que para producir un huerto familiar se requieren por lo menos de cinco jornales, en las cuales se realizan las labores básicas del huerto, lo que equivale a un costo de mano de obra de 400 quetzales; sin embargo, los agricultores en ningún momento realizan ese gasto, ya que en el núcleo familiar o en la comunidad, cuentan con la suficiente mano de obra para hacer esas tareas y son ellos mismos quienes realizan las labores que se requieren en el huerto.

En la Tabla 27, se pueden ver los insumos que requiere la implementación de un huerto familiar que incluye las semillas, el fertilizante químico, la gallinaza de tipo comercial, un insecticida piretroide y un fungicida, con los cuales se pretende lograr una buena producción de hortalizas. El costo de estos insumos asciende a los 279.46 quetzales, según facturaciones del proyecto realizadas en el primer semestre de 2015.

Tabla 27.

Costo de insumos en quetzales, en huerto familiar de 60 metros cuadrados.

No.	Insumo	Variedad / Clase	Unidad	Costo/Unidad Q
1	Semillas de cilantro	American LS	1 onza	5.00
2	Semillas de zanahoria	Royal Chant	1 sobre	5.00
3	Semillas de rábano	Crimson Giant	1 onza	6.00
4	Semillas de tomate	Rio Grande	1 sobre	15.00
5	Semillas de pepino	Poinsett 76	1 onza	10.00
6	Semillas de espinaca	Campo Verde	1 onza	6.00
7	Semilla de remolacha	Early Wonder	1 sobre	6.00
8	Fertilizante Triple 15	Yara Unik 15	12 lbs	36.96
9	Gallinaza industrializada	Bio – Cofya	1 qq	50.00
10	Insecticida piretroide	Lamda Cyhalothrin	½ lt	50.00
11	Fungicida Antracol	Dithiocarbamato	750 gr	89.5
	Total Costo de Insumos			Q279.46

En la Tabla 28, se pueden observar los costos en mano de obra y de insumos que se requieren para implementar los tratamientos para mejorar los suelos o hacer enmiendas de los mismos, donde se pudo establecer que los costos más altos corresponden a los tratamientos de elaboración de bancales y la construcción de aboneras, los cuales son de 360 y 240 quetzales, respectivamente. El costo elevado de estos tratamientos es que requieren de mas mano de obra; sin embargo, como ya se dijo anteriormente, este no es un desembolso que los agricultores tengan que hacer en efectivo, ya que en el núcleo familiar cuentan con suficiente mano de obra y si están de acuerdo con realizar el trabajo, no tienen que gastar más que en los insumos que se indican en la Tabla 28, que corresponden a la compra de gallinaza comercial y del fertilizante químico, que son insumos que no se tienen en la comunidad. Es importante mencionar que la gallinaza solo se consigue en sacos de un quintal, mientras que el fertilizante se puede conseguir por libra pero a un precio mayor.

Tabla 28.

Costo en quetzales de los tratamientos evaluados, para mejorar y enmendar los suelos de los huertos familiares en el corredor seco.

No.	Tratamiento	Mano de Obra		Materiales		Total Costo Q.
		Jornales	Costo Q.	Insumo	Costo Q.	
1	Bancal modificado	2	160.00	2 qq de estiércol de vaca o equino	100.00	360.00
2	Compost de aboneras	3	240.00	Materiales orgánicos	Ninguno	240.00
3	Gallinaza Industrial	1	80.00	5 libras	5.00	85.00
4	Fertilizante Triple 15	1	80.00	1 libra	5.00	85.00
5	Gallinaza + Fertilizante	2	160.00	5 libras + 1 libra	10.00	170.00
6	Testigo Local	1	80.00	Ninguno	0.00	80.00

En la Tabla 29, se pueden observar los mejores rendimientos de cinco hortalizas, bajo los tres mejores tratamientos donde presentaron estos rendimientos, con la idea de poder hacer un balance de lo que se pudo ganar o perder en quetzales, en un tablón de diez metros de longitud por uno de ancho, es decir en un área de 10 metros cuadrados.

La hortaliza con mayores ganancias fue la remolacha, pero únicamente en la localidad de El Tunal, en Salamá, Baja Verapaz; localidad que por estar próxima a San Jerónimo, recibió más lluvias que las localidades de Las Tunas y El Tempisque, al norte de Salamá. Los suelos en esta estación experimental son bien sueltos y arenosos, lo que pudo haber favorecido el desarrollo de la remolacha, a pesar de que se cosechó a los cuatro meses de la siembra.

Tabla 29.

Balance de ganancia o pérdida (en quetzales) de cinco hortalizas, bajo el efecto de los tres mejores tratamientos, donde cada una expresó su mayor rendimiento.

No.	Hortaliza	Mejores tres Tratamientos	Costo Q. Tratamiento	Rendimiento kg/m ²	Ingreso por venta Q	Balance Q
1	Rábano	Mezcla	170.00	46.40	232.50	+62.50
2	Rábano	Bancal	360.00	38.30	191.50	-168.5
3	Rábano	Triple 15	85.00	34.4	172.00	+87.00
4	Zanahoria	Bancal	360.00	15.90	95.40	-264.60
5	Zanahoria	Abonera	240.00	13.50	81.00	-159.00
6	Zanahoria	Mezcla	170.00	11.40	68.40	-101.60
7	Cilantro	Abonera	240.00	19.60	325.36	+85.36
8	Cilantro	Mezcla	170.00	13.30	220.78	+50.78
9	Cilantro	Bancal	360.00	12.40	205.84	-154.16
10	Remolacha	Bancal	360.00	67.00	536.00	+176.00
11	Remolacha	Mezcla	170.00	63.00	504.00	+334.00
12	Remolacha	Triple 15	85.00	52.00	416.00	+331.00
13	Pepino	Abonera	240.00	23.7	142.20	-102.00
14	Pepino	Mezcla	170.00	19.7	118.20	-51.80
15	Pepino	Bancal	360.00	19.0	114.00	-246.00

Por otro lado, en esta misma estación experimental se obtuvieron dos cortes de pepino, pero con resultados contrarios a la remolacha, en cuanto al balance de ganancias o pérdidas, ya que en el balance solamente se obtuvieron pérdidas debido al bajo rendimiento del pepino, lo que se debió a que solo se hicieron dos cortes y no siete u ocho, que se hacen en plantaciones comerciales de pepino. Por otro lado, es probable que las altas temperaturas que se presentaron en la época de la canícula, pudieran haber provocado el aborto de flores y frutos, lo que al final se traduce en una baja en la producción de frutos.

En cuanto al rábano, los resultados en cinco localidades fueron satisfactorios, debido en primer lugar a que esta hortaliza es de ciclo corto, normalmente de un mes, por lo que la

humedad del suelo al establecerse la época lluviosa, fue suficiente para lograr el desarrollo de esta hortaliza; sin embargo, debido al bajo precio de esta hortaliza en los mercados cantonales, a pesar de sus buenos rendimientos, no se logró obtener un buen margen de ganancia.

Sin embargo, es de considerar que los tratamientos del bancal y la abonera, que requieren más mano de obra, realmente no representan un desembolso económico para los agricultores ya que en la familia o en la comunidad, se dispone de suficiente mano de obra y se debe tomar en cuenta, que estos tratamientos requieren de insumos que existen en la comunidad, como lo son: el estiércol de vaca, caballo, cabras o gallinas, para establecer bancales y para las aboneras, todo lo que se requiere son desechos orgánicos como hojas verdes, desperdicios de comida, frutos en descomposición, malezas y otros mas, por lo que tampoco se tienen que hacer mas desembolsos. Finalmente, la construcción de bancales y aboneras, pueden durar de por vida, ya que solamente hay que darles constante mantenimiento y el buen manejo de las mismas contribuye a aprovechar mejor el agua.

Con relación a la zanahoria, a pesar de su pobre producción se tienen que considerar de nuevo el efecto de la sequia sobre esta hortaliza que requiere de cuatro meses para su cosecha y al contrario de otras hortalizas como la acelga y la espinaca, que son de hojas más anchas, no logran sobrevivir a las sequias debido a su mayor tasa de evapotranspiración. Con mejores condiciones de humedad en el suelo, la zanahoria puede incrementar su rendimiento, también es de considerar el uso de otras variedades para la zona.

Con respecto al cilantro, los resultados también fueron satisfactorios en dos localidades y es de considerar el hecho de que esta hierba aromática condimenta muchas comidas, pero no necesariamente mejora la nutrición de las familias; sin embargo, es una especie de alto consumo en los mercados locales y que mantiene su precio estable en todo el año (dos onzas por un quetzal) y esto si representa un ingreso económico para los agricultores. En el balance económico que se realizó, esta hortaliza representa más ganancias que perdidas.

El uso de bancales y aboneras, no representan un mayor desembolso de dinero para los agricultores sino que requieren de mas mano de obra, pero una vez establecidas estas

prácticas en los huertos familiares y con el mantenimiento permanente que requieren, se está asegurando el incremento en la producción de hortalizas en forma permanente, lo que con el tiempo podría convertir los huertos familiares en una actividad sostenible, bajo condiciones del corredor seco.

Una última consideración a tomar en cuenta es que la diferencia entre el uso de bancales y el uso de aboneras, es que para los bancales el trabajo es más sencillo y los resultados mucho más rápidos; mientras que para la elaboración de aboneras se requiere de mayor tiempo, poner más cuidado al elaborar el compost; hacer primero la abonera y después incorporar el abono o compost en el huerto, que al parecer no le gusta mucho al agricultor o bien dificulta mas su labor.

Por ser quizá la primera vez que se realiza una investigación de esta naturaleza en el corredor seco de Guatemala, es probable que los resultados no sean impactantes ya que por ejemplo, para liberar una nueva variedad de algún grano básico en algún lugar del país, se requieren de muchos años de investigación, mientras que con los estudios realizados del 2013 al 2015, se está generando una nueva tecnología que requerirá mucha más investigación, que después de todo un proceso de validación y posterior transferencia y adopción por parte de los productores y grupos de mujeres de la región, les permitirá en un futuro lograr la sostenibilidad en la producción familiar de hortalizas.

9. CONCLUSIONES

- El uso de bancales modificados, el compost de aboneras, el fertilizante triple más gallinaza comercial, el fertilizante triple quince; incrementaron la producción de las hortalizas: rábano, zanahoria, cilantro, remolacha y pepino, ya que en todos las localidades se pudo establecer que los cuatro tratamientos evaluados superaron en forma significativa al testigo local. El solo uso de gallinaza comercial fue en algunos casos superior o similar al testigo local.
- El suelo característico de cada localidad también influyó sobre el efecto de los tratamientos en las hortalizas y se puede afirmar que cada localidad presenta

suelos con características diferentes, debido principalmente al orden taxonómico al que pertenecen.

- Con los tratamientos evaluados no se alteraron las características físicas de los suelos de los huertos familiares, pero si se incrementaron los contenidos de macro (P, K, Ca, Mg) y micro elementos (Cu, Zn, Fe, Mn); pero con los tratamientos: bancales, aboneras, gallinaza comercial y la mezcla de gallinaza mas triple quince, se incrementó el porcentaje de materia orgánica en el suelo, lo que ayudó a incrementar los rendimientos de las hortalizas.
- El no hacer ningún tratamiento de mejora o enmienda al suelo, como lo fue el testigo de cada localidad, determina que los rendimientos de las hortalizas sean muy bajos y esto no representa ningún beneficio para los agricultores.
- Al construir bancales o aboneras se requiere de más mano de obra, en comparación al uso gallinaza industrial, uso de fertilizante triple quince o hacer la mezcla de estos dos últimos; sin embargo, esta mano de obra no representan un gasto para los agricultores, ya que en su familia o en la comunidad hay suficiente disponibilidad de mano de obra y tanto los bancales como las aboneras, se pueden aprovechar durante mucho tiempo con el debido mantenimiento, al mismo tiempo que se hace un buen uso de los recursos naturales locales.
- Se debe de considerar el hecho de que en el año 2015, las lluvias no se presentaron en los meses de mayo y junio (que es cuando se establece la época lluviosa), sino que hasta el mes de julio se establecieron las lluvias con cierta regularidad en el corredor seco y el fenómeno meteorológico conocido como la canícula, también se prolongó por más tiempo de lo que es normal, por lo que el efecto de esta sequia prolongada, incidió directamente en la baja producción de hortalizas, por lo que se obtuvieron rendimientos por debajo de lo normal en zanahoria, pepino y demás hortalizas evaluadas, por lo que al hacer el balance económico, en muchos de los casos se presentaron más pérdidas que ganancias.
- El modelo integrado que incluye un captador de agua de lluvia, un tanque de almacenamiento y un sistema de riego por goteo, a pesar de la prolongación de la sequia, permitió que se lograra la producción de hortalizas de ciclo corto

como el rábano y cilantro en el corredor seco; otras de ciclo más largo como remolacha, zanahoria, y pepino, en ese orden; en el corredor seco con riegos suplementarios y en el departamento de Guatemala, donde llovió mas.

10. REFERENCIAS

Alpi, A.; Tognoni, F. (3ra Edición). (1991). Cultivo en invernadero. Madrid, España.

Ediciones Mundi-Prensa.

Bosso, B.; Serafini, C. (1981). El experto horticultor. México. A.G.T. Editor, S.A

Paola, N. (2009). Recuperado de: <http://cultivos-paola.blogspot.com/2009/11/cosecha-y-rendimiento.html>

Departamento de Producción Vegetal. (2004). El cultivo de zanahoria. Uruguay.

Dirección de Planeamiento. (2013). El agro en cifras 2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – MAGA. Guatemala.

Foster, A. B. (1988). Métodos aprobados en conservación de suelos. Mexico. Editorial Trillas, S.A.

Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC. (1995). Cultivo de Zanahoria. Serie de Cultivos. Boletín Técnico No. 23. República Dominicana.

Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC. (1995). Cultivo del cilantro, cilantro ancho y perejil. Serie de Cultivos. Boletín Técnico No. 25. República Dominicana.

Gómez-Álvarez, Lázaro-Jerónimo, León-Nájera. (2005). Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico

- húmedo de Tabasco. México. Universidad y Ciencia vol. 24, no. 1, Villahermosa, abr. 2008.
- Guevara, A., González, M., Pérez, D., Arozarena, N., Peña, E., Hartman, T., Bardanca, T. (2005). Efecto de la aplicación de fertilizante fosfórico y abonos orgánicos, en la producción de hortalizas en casas de cultivo. Instituto de Suelos. Dirección provincial Camagüey. Cuba. Centro Agrícola, año 32, no. 1, ene.-mar. 2005.
- INFOAGRO. (2015). Recuperado de: <http://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm>
- Japón Quintero, J. (1985). Cultivo extensivo de la remolacha de mesa. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas Divulgadas (No. 18/84). España.
- López Zamora, C. M. (2003). Guía Técnica: Cultivo del pepino. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador.
- Morales Mérida, J. O. (1983). Manual de conservación de suelos. Dirección General de Servicios Agrícolas. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.
- Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información. (2001). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. Costa Rica.
- Quintero, I., Matheus, J., Álvarez, R., Ramírez, D. (2005). Producción del repollo (Brassica oleracea), en respuesta a los abonos orgánicos. Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela.
- Robles, J. (1994). Como se cultiva en Invernadero. Barcelona, España. Editorial de Vecchi.
- Servicio de Estadística, Estudios y Planificación Agraria. (2012). El cultivo de la

Remolacha. Junta de Castillo y León. España.

Seymour, J. (1981). El horticultor autosuficiente. Gráficas Guada. Barcelona, España.

Tavico Leguarca, D.M. y Zuñiga Soria, M.I. (2013). Desarrollo de captadores de agua de lluvia, para la producción familiar de hortalizas en el corredor seco. (Inf-2013-27). Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Guatemala.

Tavico Leguarca, D.M. y Zuñiga Soria, M.I. (2014). Disminución del efecto de la canícula para la producción familiar de hortalizas en el corredor seco. (Inf-2014). Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Guatemala.

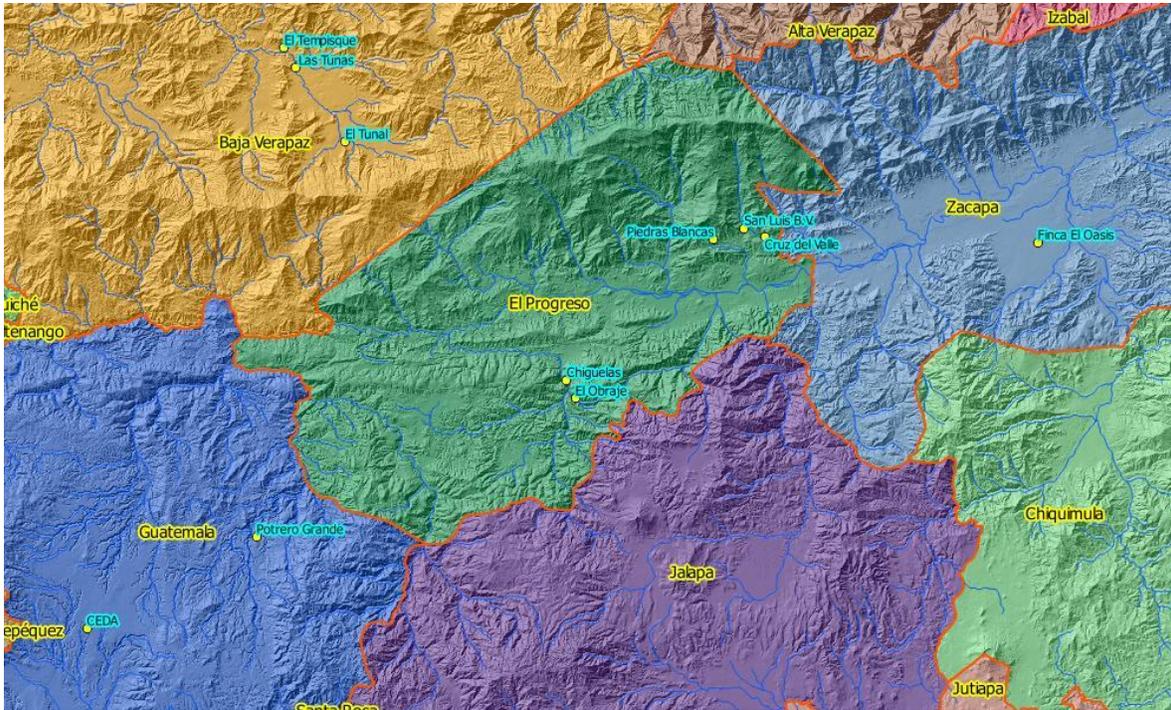
TECNOAGRO. (2015). Recuperado de: <http://tecnoagro.com.mx/revista/en-linea/2012/35-no-76/262-un-mejor-rendimiento-en-cilantro>

Unidad de Políticas e Información Estratégica – UPIE. (2001). Programa de Emergencia por Desastres Naturales. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Gobierno de Guatemala. Guatemala.

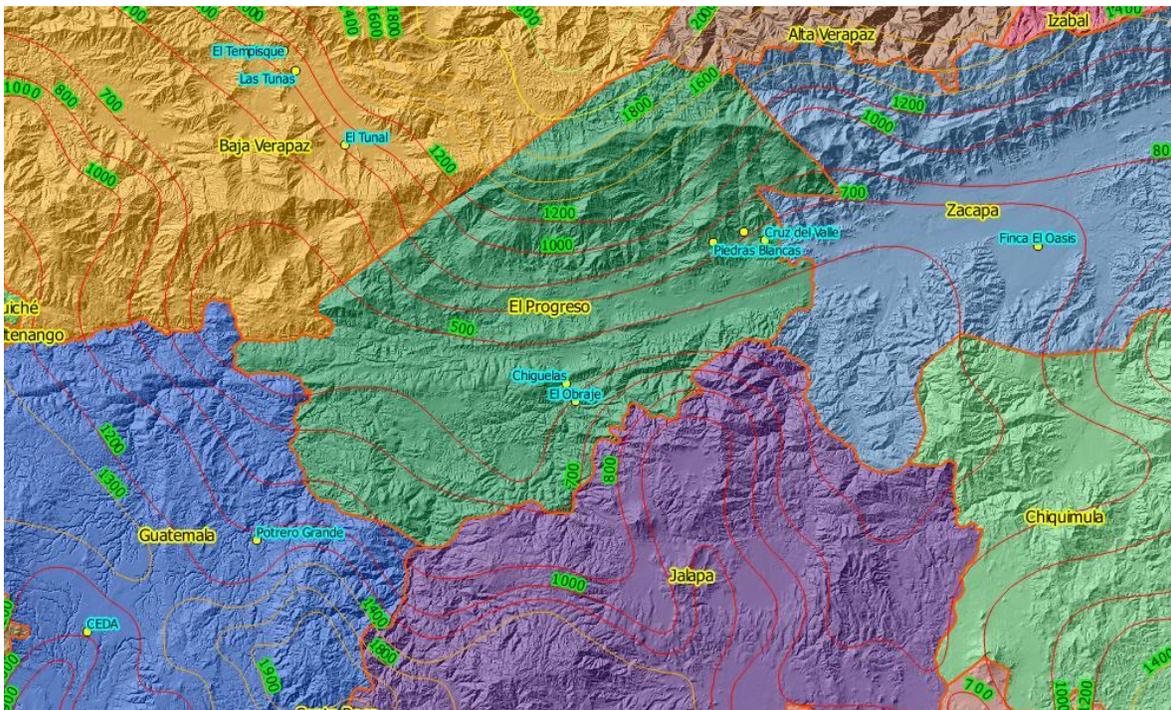
11. APENDICE

Tabla 1. Clasificación agrologica de suelos predominantes en el corredor seco, según mapas del MAGA e IGN, utilizando la clasificación agrologica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA.	
CLASIFICACIÓN AGROLOGICA DE SUELOS	
Clase Agrológica	Características
Clase III	Son tierras moderadamente buenas para el cultivo. Son de uso limitado debido a sus características naturales, debido a esto se hace necesario algún tratamiento intensivo de alguna clase; son de pendiente moderada y se debe controlar la erosión. Otra variante de la clase III que pueden estar mal drenadas y necesitan drenaje.
Clase IV	Son suficientemente buenas para el cultivo vertical, pero no son buenas para la obtención normal de cosechas. Están muy inclinadas para cultivarlas normalmente y tienen alto peligro a la erosión. Algunas tierras de esta clase, pueden ser planas y arenosas, en cuyo caso son áridas.
Clase V	Están tierras son casi planas y no están sujetas a la erosión. Debido al exceso de humedad u obstrucción como grandes rocas y peñas, no son adecuadas para los cultivos. En algunos casos se pueden aprovechar para el pastoreo o para bosque.
Clase VI	Estas tierras no son adecuadas ni aprovechables para cultivo alguno y su uso está limitado a agostaderos (pastizales) y bosques; tienen una capa superficial poco profunda y tiene pendientes abruptas o excesivos cortes por corrientes de agua y cuya corrección para hacerla cultivable es impracticable.
Clase VII	Estas tierras no solo son inadecuadas para cultivo alguno, sino que tienen graves limitaciones para que se utilicen agostaderos (pastizales) o para la silvicultura. Reclaman cuidados extremos para evitar la erosión. En zonas abruptas, su aprovechamiento para agostaderos y bosques necesita de un cuidado esmerado especial.
Clase VIII	Estas tierras son adecuadas solamente para fines de caza o de esparcimiento. Generalmente son en extremo secas, abruptas e inclinadas, pedregosas, arenosas, a veces húmedas o bien están gravemente erosionadas.

Foster, Albert B. (1988). Métodos Aprobados en Conservación de Suelos. Editorial Trillas, S.A. México, D.F.

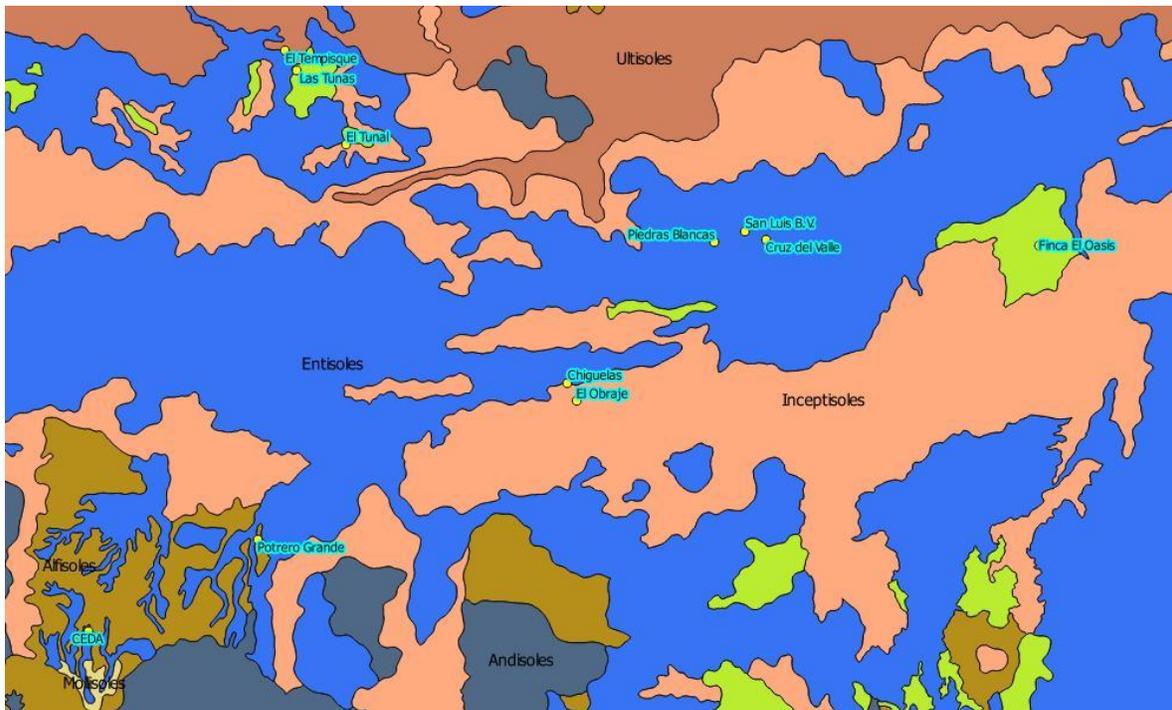


Mapa 1. Ubicación geográfica de las once localidades del estudio durante el año 2015.



Mapa 2. Curvas de precipitación (isoyetas), en las localidades del estudio en 2015.

Fuente de Mapa 1 y 2: Cartografía Digital del IGN – MAGA, Guatemala. (2001-2010).



Mapa 3. Taxonomía de suelos por “Orden”, en las localidades del estudio en 2015.



Mapa 4. Mapa de Capacidad de uso de la tierra (según USDA), en el área del estudio en 2015.

Fuente de Mapa 3 y 4: Cartografía Digital del IGN – MAGA, Guatemala. (2001-2010).



Foto 1. Construcción de bancal con llenado de estiércol bovino, en la localidad de El Obraje, Guastatoya, El Progreso.



Foto 2. Siembra de hortalizas sobre tablonces con tratamientos incorporados, en la localidad de El Tempisque, Salamá, Baja Verapaz.



Foto 3. Control manual de malezas en huerto familiar, en la localidad de El Tunal, Salamá, Baja Verapaz.



Foto 4. Evaluación del daño por sequía en la localidad de Cruz del Valle, en San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.



Foto 5. Cosecha de rábano, remolacha y pepino en la localidad de El Tunal, en Salamá, Baja Verapaz.



Foto 6. Conteo y peso de zanahoria en la localidad de San Luis Buena Vista, San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso.

12. ACTIVIDADES DE GESTION, VINCULACION Y DIVULGACION

Los resultados de esta investigación que se han venido desarrollando desde el año 2013, han sido estratégicamente implementados en tres fases (2013, 2014 y 2015), las cuales son complementarias y se deben de considerar de manera integral, para que el producto de los mismos se manifieste como un modelo de producción sostenible.

La vinculación con otras instituciones en este sentido, se han venido dando desde el primer año, ya que se contó con el apoyo de él MAGA en El Progreso, la SESAN y posteriormente el MAGA en Baja Verapaz, el ICTA en Estanzuela, Zacapa. En Palencia, Guatemala se tuvo el apoyo de la ONG Ciudad de los Niños y en la ciudad de Guatemala se logró ubicar una estación en el Centro Experimental Docente de Agronomía.

Para la difusión y transferencia de los resultados de este proyecto, se realizo una capacitación con agricultores y grupos de mujeres, en Salamá, Baja Verapaz.

Se realizaron contactos con la Facultad de Agronomía, a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales – IIA, con el objeto de impartir charlas a los estudiantes de los cursos de suelos, hidrología, riegos y otros que estén relacionados con la producción de hortalizas.

Se impartió una plática a estudiantes del posgrado en Especialización en Investigación Científica que se da en la Facultad de Ingeniería de la USAC y se espera continuar con este apoyo al curso de posgrado.

Se atendió a dos grupos de extensionistas del MAGA de 80 y 78 participantes, en los meses de julio y octubre respectivamente, sobre el tema de “Captación y almacenamiento del agua de lluvia, para la producción familiar de hortalizas”, lo cual fue promovido por la Facultad de Agronomía y fue coordinado por la Unidad de Vinculación y Gestión de Recursos-UVIGER.

Se presentaron los resultados del proyecto en el I Congreso Científico Regional Nor - Oriente, realizado los días 12 y 13 de noviembre de 2015, en el Hotel El Atlántico, en Rio Hondo, Zacapa.

13. ORDEN DE PAGO

LISTADO DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE INVESTIGACION

CONTRATADOS POR COTRAPARTE Y COLABORADORES	
Ninguno	
Ninguno	

CONTRATADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION

NOMBRE	CATEGORIA	REGISTRO DE PERSONAL	PAGO	
			SI	NO
David Mauricio Tavico Leguarca	Coordinador del Proyecto	20130388	Si	
Mario Osberto Enríquez de León	Investigador	15162	--	--

NOMBRE	FIRMA
David Mauricio Tavico Leguarca	
Mario Osberto Enríquez de León	

NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR DEL EQUIPO DE
INVESTIGACION

Ing. Agr. David Mauricio Tavico Leguarca _____

NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR DEL PROGRAMA DE
INVESTIGACION EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Ing. Agr. Augusto Saúl Guerra Gutiérrez _____

NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR GENERAL DE PROGRAMAS

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar _____