

**Universidad Católica del Trópico Seco**  
**"Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda"**



**Trabajo de tesis para optar al título profesional de**  
**Ingeniero Agropecuario**

**Evaluación del comportamiento de *Cucurbita argyrosperma* H.**  
**irrigado con aguas residuales tratadas con humedales en**  
**Arenales y Piedra Larga Arriba-Condega, 2015-2016**

**Autores**

Francisco Javier Pérez Hernández  
Jholfred David Rodríguez Canales

**Tutoras**

M.Sc. Flavia María Andino Rugama  
Ing. Elba María Castillo Moreno

**Asesora**

Ing. Ana Ruth Grande

Estelí, Julio del 2016

Este estudio fue emprendido como parte del proyecto “construcción e implementación de humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises, con el fin de mejorar su habitabilidad y saneamiento respetando el medio ambiente, que es desarrollado conjuntamente con la Universidad Católica del trópico seco (UCATSE) y con el apoyo técnico y financiero de la Universidad de Salamanca bajo la responsabilidad de la ingeniera Ana Ruth Grande.

Se estimula la citación. Se pueden traducir y/o reproducir extractos cortos del texto, sin previo permiso, a condición de que se indique la fuente. Para la traducción o reproducción del texto total se deberá notificar de antemano a los ejecutores. Los autores son los únicos responsables del contenido y de las opiniones expresadas.



## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1.Tratamiento de aguas residuales domiciliarias .....	4
4.2.Generalidades de las aguas residuales .....	5
4.3.Calidad del agua para uso agrícola .....	7
4.4.El cultivo del pipián .....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
5.1.Ubicación geográfica .....	14
5.2.Definición de variables con su operacionalización .....	14
5.3.Diseño experimental .....	16
5.4.Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	16
5.5.Procedimiento para análisis de resultados .....	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
6.1.De las características de las aguas de riego utilizadas en el ensayo	19
6.2.Comportamiento vegetativo del cultivo de pipián.....	20
6.3.Comportamiento productivo del cultivo de pipián .....	23
6.4.Comparación de los ensayos establecidos en las comunidades.....	28

VII.	CONCLUSIONES .....	31
VIII.	RECOMENDACIONES.....	32
IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	33
X.	ANEXOS.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página.
Tabla 1. Parámetros de rangos y límites máximos permisibles.....	9
Tabla 2. Análisis de varianza para número de hojas .....	21
Tabla 3. Análisis de varianza para longitud de hoja a los 15 y 30 días después de la siembra .....	22
Tabla 4. Análisis de varianza para Diámetro de fruto 45 DDS .....	24
Tabla 5. Prueba de separación de medias de Tukey para diámetro de frutos a 45 días para Arenales.....	24
Tabla 6. Análisis de varianza para Longitud de fruto.....	25
Tabla 7. Prueba de separación de medias de Tukey para longitud de frutos a 85 días para Piedra Larga .....	25
Tabla 8. Análisis de varianza para número de frutos .....	26
Tabla 9. Prueba de separación de medias de Tukey para número de frutos a 85 días para Piedra Larga .....	27
Tabla 10. Prueba T y Mann-Whitney U para variables vegetativas.....	29
Tabla 11. Prueba T para variables Productivas .....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Tabla de conductancia.....	35
Anexo 2. Tabla de presencia de Sodio .....	35
Anexo 3. Diseño del experimento .....	36
Anexo 4. Hoja de campo para calidad del agua .....	37
Anexo 5. Hoja de campo para el desarrollo vegetativo.....	38
Anexo 6. Hoja de campo para variables productivas .....	40
Anexo 7. Ensayo en campo .....	41
Anexo 8. Shapiro-Wilks (modificado) .....	43
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable longitud de guía .....	44
Anexo 10. Análisis de varianza para diámetro del fruto .....	45
Anexo 11. Análisis de varianza para longitud de fruto .....	46
Anexo 12. Análisis de varianza para número de frutos.....	47

## **DEDICATORIA**

Primeramente, dedico este trabajo a Dios todo poderoso quien me dio la sabiduría, paciencia y entendimiento para poder superar los obstáculos en el camino y lograr así culminar este trabajo con éxito.

También quiero dedicar este trabajo a mi padre **Francisco Ramón Pérez Gómez** y a mi madre **Carmen Hernández Herrera** quienes me han brindado su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, de igual manera a mis hermanos.

Por último y no menos importante quiero dedicar este trabajo a mis compañeros de la carrera y a todas las personas que creyeron en mí, en todo momento y gracias a ellos, me fue posible triunfar en mi carrera.

Francisco Javier Pérez Hernández.

## DEDICATORIA

Este logro importante en mi vida se lo dedico a las personas que han influido en mi vida, para lograr las metas que me eh propuesto en mi vida:

A mis padres, **Juan Bismarck Rodríguez Garmendia** y **Erika Jurieth Canales Hernández** que con su apoyo y sus consejos me han apoyado siempre y me han impulsado para lograr mis metas.

A mis abuelos paternos (Que en paz descansen), que siempre creyeron en mis capacidades, de igual manera a mis abuelos maternos, que siempre me han apoyado y aconsejado.

Jholfred David Rodríguez Canales

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, nuestro agradecimiento a Dios, nuestro creador, por habernos dado vida, sabiduría, perseverancia y fuerzas para culminar de forma exitosa, nuestra carrera.

A nuestros padres, que nos apoyaron en todo momento incondicionalmente y nos animaron a seguir siempre adelante, para alcanzar nuestras metas.

A nuestros familiares, compañeros, profesores y amigos por brindarnos el apoyo necesario a lo largo de nuestra carrera.

A nuestra tutora y asesora por creer en nuestras capacidades y ampliarnos los conocimientos para realizar nuestra tesis.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

## RESUMEN

El estudio se realizó en Piedra Larga y Arenales comunidades de Condega, en el periodo de 2015-2016, se usaron tres tratamientos, agua residual tratada, agua potable y agua sin tratar, se utilizó un BCA compuesto por tres bloques y 9 unidades experimentales, se probaron los tratamientos en el riego del cultivo de pipián, al cual se le dio manejo convencional, las variables en estudio estaban divididas en dos grupos unas referidas al agua y las otras referidas al cultivo, variables vegetativas y variables productivas. La recolección de datos del agua se hizo al inicio del estudio, mientras que los datos del cultivo se tomaron a los 15 y 30 días las variables vegetativas, y a los 45 y 85 días los de las variables productivas, el procesamiento de datos se realizó en el programa de Infostat, los resultados presentan que en Piedra Larga el Ph (7.73) y el SAR (2.42) fueron mayores, mientras que la temperatura (26.5 °C) fue mayor en Arenales para el agua tratada, en las variables vegetativas de ambos ensayos, número de hoja y longitud de hoja no se presentó diferencias estadísticas significativas, mientras que la variable longitud de guía a los 30 días si presentó diferencias estadísticas; las variables productivas longitud de frutos y número de frutos presentaron diferencias estadísticas en el ensayo de Piedra Larga, la variable diámetro de fruto presentó diferencias estadísticas en el ensayo de Arenales, para el rendimiento del cultivo el agua tratada presentó 3,472 frutos/ha en Arenales y 5,556 frutos/ha en Piedra Larga. Con este estudio se concluye que el agua residual tratada puede ser utilizada para el riego del cultivo y los efectos del agua se ven reflejados en las variables longitud de guía, longitud de fruto, diámetro del fruto y numero de frutos por planta.

**Palabras claves:** Agua tratada, reuso de agua residual, Pipián, Riego cultivos, Rendimiento, desarrollo vegetativo.

## I. INTRODUCCIÓN

El pipián (*Cucúrbita argyrosperma*) pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, su producción se puede realizar durante todo el año, siempre y cuando se disponga de riego consiguiendo los mejores precios en verano. Pero en la actualidad la disponibilidad de agua resulta una limitante que cada vez se hace más crítica, sobre todo en comunidades del trópico seco, la cual se ve agravada por diversos factores lo que dificulta la actividad agrícola al momento de establecer un cultivo en verano, por esta razón se plantea que se busque beneficiar al máximo de este recurso y evitar su agotamiento. Las aguas residuales que pueden ser una importante fuente adicional para satisfacer la demanda del recurso, pero para su reuso se aconseja realizar siempre un tratamiento (Silva, Torres, & Madera, 2008).

Para esto, se han diseñado instalaciones capaces de reproducir las características de los humedales naturales (Lahora, s.f), las cuales son los wetlands, con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios (Frers, 2008). Como base del reuso de las aguas residuales anteriormente se han hecho estudios, como el de Gonzales, Brenes, & Lanuza (2007) quienes probaron el cultivo de *Oreochromis niloticus* con el uso de aguas residuales, concluyendo que es posible la explotación a pequeña escala; de manera similar Morales, Galindo, & Jiménez, (s.f) concluyó en estudio realizado, que las especies forestales son resistentes al riego con aguas residuales, en otro estudio realizado por Méndez, Pérez, Hernández, & Campos (2006) concluyeron que el riego de cultivos con agua residuales influye en los rendimientos agrícolas, sin afectar el entorno ambiental.

Por eso, la presente investigación evaluó el comportamiento del cultivo de pipián (*Cucúrbita argyrosperma*), irrigado con aguas residuales domiciliarias tratadas con humedales, en las comunidades de Arenales y Piedra Larga Arriba del municipio de Condega. Permitiendo el reuso de aguas residuales domiciliarias para riego, beneficiando así a familias de estas comunidades, optimizando el recurso natural, además de brindar la posibilidad de la diversificación productiva en la época de poca disponibilidad de agua, contribuyendo en la sensibilización de la importancia del tratamiento y reuso de las aguas

residuales en zonas con poca disponibilidad de agua para riego en sus actividades agrícolas, tomando esta práctica como alternativa de adaptación al cambio climático.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el comportamiento del cultivo de pipián (*Cucurbita argyrosperma*), irrigado con aguas residuales domiciliarias tratadas con humedales, en las comunidades de Arenales y Piedra Larga Arriba, Condega, en el periodo 2015 - 2016

### **Objetivos específicos**

Determinar los parámetros de la calidad de las aguas utilizadas en los ensayos para el riego del cultivo de pipián

Comparar el desarrollo vegetativo de las plantas de pipián irrigadas con agua residual tratada, sin tratar y de uso doméstico o fresca

Determinar la capacidad productiva del pipián irrigado con los tres tipos de aguas en estudio

### **III. HIPÓTESIS**

Las aguas residuales tratadas en los humedales es una opción viable para el riego del pipián (*Cucurbita argyrosperma*) obteniendo un buen desarrollo vegetativo óptimo de las plantas y rendimiento productivo adecuado del cultivo.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Tratamiento de aguas residuales domiciliarias

Entre las soluciones más atractivas para tratamientos de agua, se encuentran los tratamientos naturales de aguas residuales entre los cuales están los lagunajes, sistemas de infiltración, humedales artificiales, pues producen efluentes de buena calidad, al mismo tiempo que representan bajos costos de inversión, operación, mantenimiento y no requieren de personal capacitado (Arias, 2003).

Para el reuso de aguas residuales se aconseja realizar siempre un tratamiento así se llevó a cabo en Cali, Colombia donde evaluaron la estabilización alcalina de los biosólidos de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales empleando dos tipos de cal (hidratada y viva) y ceniza, encontrando que el biosólido higienizado con cal presenta alto potencial de uso agrícola por su calidad microbiológica y por el contenido final de materia orgánica y nutrientes como Nitrógeno y fósforo siendo importante tener en cuenta los requerimientos del cultivo a irrigar y el tipo de suelo (Torres, Madera, & Silva, 2009)

Los sistemas de fitodepuración, son sistemas de depuración totalmente naturales que aprovechan la contribución de la capacidad depurativa de diferentes tipos de plantas, así como su elevada capacidad para transferir oxígeno al agua. (Ecodena, s.f). Y según Vymazal (1998) citado por Arias (2003) define una posible subdivisión de los humedales artificiales plantados con macrófitas emergentes lo cual obedece al sentido preferente del movimiento del agua en los lechos como el humedal de flujo subsuperficial de los cuales estan instalados en las zonas de estudio:

▪ **Sistemas con flujo horizontal subsuperficial (HFSS).** En estos humedales el agua se distribuye en un extremo del lecho, se infiltra, trasiega en sentido horizontal a través de un medio granular de relleno y entre las raíces de las plantas. son un tratamiento terciario apto para riego agrícola, ya que elimina los sólidos y la materia orgánica que pueden obstruir los sistemas de riego por goteo. Además, no incrementa sustancialmente el contenido en sales del agua. El contenido en nitrógeno y fósforo es

muy positivo en agricultura, ya que son fertilizantes agrícolas. Es necesaria una desinfección adicional para riego de ciertos cultivos (Lahora, s.f).

En las comunidades de Piedra Larga y Arenales Vallecillo & Soza (2016) realizaron un estudio donde establecieron humedales de flujo subsuperficial para el tratamiento de las aguas residuales procedentes del uso doméstico de una comunidad en general y de una familia donde los resultados ubican el agua tratada según del índice de segundo grado de Riverside en la clasificación C3S1 y C2S1 rango aceptable para el riego agrícola siempre y cuando se use en terrenos permeables.

## **4.2. Generalidades de las aguas residuales**

En lo que respecta a aguas residuales se pueden encontrar algunas denominaciones como aguas residuales, aguas residuales domésticas y otras, las que se explican a continuación.

### **Aguas residuales**

Son aquellas procedentes de actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias que presenten características físicas, químicas o biológicas que causen daño a la calidad del agua, suelo, biota y a la salud humana. (Gobierno de Nicaragua, 1995). Además del agua, en las aguas residuales encontramos otro componente como lo es la materia orgánica de origen biológico. La cual existe, principalmente, en forma de partículas comprendidas entre las macroscópicas y las partículas microscópicas, las cuales están suspendidas en el agua formando coloides (Gonzales, Brenes, & Lanuza, 2007). Como se ha dicho anteriormente, las aguas residuales proceden de distintas actividades y por eso se habla de:

- **Aguas residuales domésticas tratadas.** Se refieren a las que han sido sometidas a una serie de procesos físicos, químicos y/o biológicos mediante los cuales los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente y el resto de los sólidos orgánicos complejos putrescibles son convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables, inocuos al ser humano; así también se realiza la reducción de microorganismos patógenos (Gobierno de Nicaragua, 1995).

- **Aguas residuales urbanas.** Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. Los aportes que generan esta agua son aguas negras o fecales, aguas de lavado doméstico, aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas, aguas de lluvia y lixiviados. (Gobierno de Nicaragua, 1995)

### **El reuso de aguas residuales**

Debido a la presión de los usos urbanos e industriales del agua respecto a los rurales y la necesidad de aumentar la productividad agrícola en áreas regadas se introduce como solución a la escasez hídrica y a la contaminación de cauces, el riego agrícola con efluentes cloacales tratados (Mendoza & Grosso, 2008)

El reuso de aguas residuales está definido como su aprovechamiento, el tipo de reutilización más común es el riego, para zonas verdes o producción de cultivos. En este caso se aprovechan los nutrientes contenidos en las aguas residuales en lugar de eliminarlos. Existen lineamientos que se deben seguir para asegurar que esta práctica sea higiénicamente segura para los consumidores de los cultivos (Hoffmann, Platzer, & Winker, 2011). Países como México usan estos efluentes para riego de jardines y con uso restringido, lo hacen en la industria o en servicios sanitario, así lo asegura el Teorema ambiental (2003) citado por Silva, Torres & Madera (2008)

El uso de aguas residuales presenta beneficios asociados al mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas por el aporte de materia orgánica, macronutrientes (N y P) y oligoelementos, como Na y K, permitiendo reducir, y en algunos casos eliminar, la necesidad del uso de fertilizantes químicos y trayendo beneficios económicos al sector (Silva, Torres, & Madera, 2008).

En un estudio no se pudo comprobar totalmente que el uso de las aguas de la planta de tratamiento “El Paramillo” sea un riesgo para la salud y el ambiente, siendo ésta la causa de la expansión del oasis de riego agrícola en La Holanda, posibilitando la existencia de

áreas de cultivos restringidos en los mismos predios de la planta y zonas contiguas obteniendo altos rendimientos en los cultivos de ajo y cebolla, debido a la presencia de nutrientes en las aguas (Mendoza & Grosso, 2008).

No obstante, en Maracaibo (Venezuela), el efluente de un sistema de lagunas de estabilización, fue reutilizado para el riego de una parcela experimental de 5 ha, ocupada con 3 ha de frutales perennes (lima persa, guayaba, mango y níspero) y una superficie dedicada a cultivos de ciclo corto, siendo similar el comportamiento de las especies irrigadas con este efluente y con agua fresca y no se presentaron problemas de salinidad y/o de Na en el suelo (Trujillo *et al.*, 2000 citado por Silva, Torres y Madera, 2008).

### **4.3. Calidad del agua para uso agrícola**

La calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son óptimas. Además, los distintos cultivos requieren distintas calidades de agua de riego. En general, los países que tienen una normatividad sobre el reuso de las aguas residuales han tomado como referencia lo establecido por la EPA (United States Environmental Protection Agency), en términos de la clasificación por tipos del reuso y las directrices de la OMS y de la FAO en lo relacionado con límites máximos permisibles de algunas sustancias (Silva, Torres, & Madera, 2008). En Nicaragua, es el decreto 33-95 el que tiene por objeto definir parámetros para el riego con esas aguas (Gobierno de Nicaragua, 1995).

#### **El agua para riego**

Los parámetros que determinan la calidad del agua de riego se dividen en tres categorías: químicos, físicos y biológicos. Las características químicas del agua de riego se refieren al contenido de sales en el agua, así como a los parámetros derivados de la composición de sales en el agua; parámetros tales como la CE / TDS (Conductividad Eléctrica / sólidos totales disueltos), RAS (Relación de Adsorción de Sodio), la alcalinidad y la dureza del agua. (Smart Fertilizer Management, s.f.) También se indica que el agua para riego debe reunir ciertas características deseables para el cultivo, entre las que están requerimientos

respecto del pH y la temperatura. A continuación, se explican de manera breve estos parámetros. (Castillo, 2015)

- **Temperatura.** De las características físicas en primer lugar está la temperatura cuyo valor óptimo debe ser 25°C, para lograr un óptimo desarrollo del cultivo de pipián.
- **pH.** El pH es un índice de la concentración de los iones de hidrógeno (H) en el agua. El rango deseable del pH en la zona radicular para la mayoría de las plantas es entre 5.5 a 6.5. Por lo tanto, muchos agricultores deben añadir un ácido al agua de riego, para bajar el pH del agua (Smart Fertilizer Management, s.f.).
- **El riesgo del Sodio y la infiltración del agua de riego.** El parámetro utilizado para determinar el riesgo de sodio es el RAS (Relación de Adsorción de Sodio). Este parámetro indica la cantidad de sodio en el agua de riego, en relación con el calcio y el magnesio. El calcio y el magnesio tienden a contrarrestar el efecto negativo de sodio y se determina con la fórmula:

$$SAR = \frac{Na \text{ (meq/l)}}{\sqrt{\frac{Ca \text{ (meq/l)} + Mg \text{ (meq/l)}}{2}}}$$

Altos niveles de SAR podrían resultar en un daño de la estructura del suelo y en problemas de infiltración de agua. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire. (Smart Fertilizer Management, s.f.).

Esta relación junto con la conductividad eléctrica se utiliza para la clasificación de aguas de riego; conocido como normas Riverside. Según estos dos índices, se establecen categorías o clases de aguas enunciadas según las letras C y S, afectadas de un subíndice numérico que varían entre 1 y 4, de manera que un agua será calificada con la siguiente notación: CiSj es la que i y j toman valores entre 1 y 4. El significado e interpretación de las clases por calidad, se presentan en la tabla de conductancia (Anexo 1)

El contenido de sodio (Na) es otro de los iones responsables de toxicidades específicas en los cultivos (Anexo 2). Se estima que concentraciones en aguas de riego superiores a 0.2

o 0.3 gr/l no son recomendables. Cuando el suelo sufre dispersión por efecto del Na, su estructura se ve alterada con diferentes grados de intensidad pulverizándose, sellándose total o parcialmente la superficie del suelo a la infiltración del agua (Castillo, 2015).

### **Parámetros del agua residual para uso agrícola**

El gobierno de la República de Nicaragua (1995) ha dictado en el capítulo VIII del decreto 33-95, los parámetros de calidad que debe cumplir las aguas residuales para su disposición mediante riego agrícola.

En el Arto. – 57 se indica que las descargas de aguas residuales tratadas utilizadas para el riego agrícola, en la producción de cultivos hortícolas deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles descritos a continuación:

**Tabla 1. Parámetros de rangos y límites máximos permisibles**

<b>Parámetros</b>	<b>Rangos y límites máximos permisibles. promedio diario</b>
pH	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica (micromhos / cm)	200
DBO (mg / l)	120
DQO (mg / l)	200
Sólidos Suspendidos Totales (mg / l)	120
Aluminio (mg / l)	5.0
Arsénico (mg / l)	0.1
Boro (mg / l)	1.0
Cadmio Total (mg / l)	0.01
Cianuros (mg / l)	0.02
Cobre (mg / l)	0.2
Cromo Total (mg / l)	0.1
Hierro (mg / l)	5.0
Fluoruros (mg / l)	3.0
Manganeso (mg / l)	0.2
Níquel (mg / l)	0.2
Plomo Total (mg / l)	5
Selenio (mg / l)	0.02

<b>Parámetros</b>	<b>Rangos y límites máximos permisibles. promedio diario</b>
Zinc (mg / l)	2.0
Coliformes fecales (cada 100 ml)	1000
Huevos de Helminetos (cada 100 ml)	1
Tasa de absorción de sodio (mg / l)	6

Fuente: (Gobierno de Nicaragua, 1995)

En investigación realizada en UCATSE, se encontró respecto de los parámetros físicos pH y turbidez del agua residual tratada, que se presentaron valores deseables para el desarrollo de un proyecto acuícola con tilapia; no así para los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto, los que mostraron valores que fluctuaron durante el tiempo de estudio, estableciendo condiciones de estrés para la tilapia, que propiciaron la mortalidad, debido a valores por debajo de lo deseado (Gonzales, Brenes, & Lanuza, 2007).

Siempre en UCATSE, en estudio con aguas residuales de granjas porcinas, se encontró que de los parámetros físicos y químicos descritos en la investigación a excepción de la temperatura, ninguno se encuentra dentro de los límites permisibles por la legislación nicaragüense para este tipo de agua, lo que demuestra que en las condiciones del agua sin tratamiento no es posible su aprovechamiento en otras actividades productivas, por tener niveles altos en lo que respecta al SAR lo que determina su poca viabilidad de uso agrícola en dos de las granjas y la otra si está dentro del rango aceptable, pero, cerca de los niveles máximos permisibles, requiriéndose su tratamiento previo (Pérez, Villareyna, & Sanchez, 2009).

Coronado, Moscos, & Ruiz, 2001, mediante un estudio en la cuenca del rio Rocha, Bolivia que es la fuente principal de agua para riego, encontraron que la contaminación de las aguas del río y las aguas tratadas en las lagunas de estabilización de la zona son altas y pueden considerarse altamente salinas y que su uso puede ocasionar deterioro en el suelo para lo cual recomiendan que el agua que se utilizará para riego en la agricultura debe tener un tratamiento previo.

#### **4.4. El cultivo del pipián**

El pipián es una cucurbitácea, Se adapta a temperaturas que oscilan entre 26 y 30°C, su adaptación a suelos franco arcillosos y franco arenosos, con pH 5,0 a 6,8, fértiles, ricos en materia orgánica, profundos y bien drenados, alturas hasta 1000 msnm, con precipitaciones anuales que oscilan entre 600 a 1200 mm, es poco resistente a sequías, no soporta humedad excesiva (Chenomics International Inc, 2009).

Requiere unos 400 mm de agua, durante su ciclo de producción, el riego se hace por gravedad o por surcos, los cuales deben tener una longitud acorde con el tipo de suelo y la pendiente básica, en donde generalmente se usan longitudes de surcos de 30-60 metros en la mayoría de zonas tropicales (CENTA, 2006)

##### **Tallo**

El tallo es herbáceo y ramoso de color verde claro a oscuro, en las primeras etapas es erecto, luego se vuelve decumbente, presentando bellos ó tricomas de color blanquecino, en la superficie. Puede alcanzar una longitud de 4-6 m en su desarrollo total.

##### **Hojas**

Después de las dos hojas cotiledonales aparecen las hojas verdaderas de forma acorazonada más o menos redondeadas, de gran tamaño y con pecíolos largos, cilíndricos y huecos, el limbo bien desarrollado con 5-7 lóbulos que pueden estar bien diferenciados o no. Tanto el pecíolo como las hojas están cubiertos por pelos blanquecinos

##### **Variedades del cultivo:**

**Criollas:** Las más aceptadas en los mercados locales seleccionadas por los agricultores por sus preferencias en sabor, color y forma. Se consumen en estado tierno de una longitud del fruto de 10 a 14 cm con un diámetro de 4 a 6 cm y un peso promedio de 85 g.

**Variedades mejoradas:** Son en general frutos cilíndricos con pulpa blanca cremosa de 10 a 20 cm de longitud, en color generalmente verde, algunos con puntos blancos, rayas amarillas con diámetros de 10 a 15 cm. (López, López, & López, 2008)

### **Manejo del cultivo**

**Preparación del terreno.** Es necesario realizar la preparación del terreno 15 días antes de la siembra para facilitar el control de las plagas del suelo. El ahoyado se realiza con piochas, azadón, palas para picar el suelo y espolvorearlo a una profundidad de 20 a 30cm, lo cual permitirá tener una buena cama para el desarrollo de las raíces y los tallos (guías) del cultivo.

**Siembra y riego.** Se realiza depositando de 3 a 4 semillas por hoyo, la distancia entre surcos 0.8 m y 1.5 m entre plantas. El riego del cultivo se cubre mediante agua de riego la que se aplica cuatro veces por semana.

**Fertilización.** La fertilización es muy importante ya que de una buena fertilización dependen los rendimientos que vamos a obtener (Chenomics International Inc, 2009) y según García (2001) citado por Peters, 2009, afirma que un exceso de nitrógeno exagera el desarrollo vegetativo (hojas y tallo) también afirma que el aprovechamiento del nitrógeno está asociado a la disponibilidad de agua y a factores ecológicos como la radiación solar. (Peters, 2009)

**Primera y segunda fertilización.** En la parcela con manejo convencional se aplica fertilizante sintético completo con fórmula 15-15-15 y urea al 46% al momento de la siembra, La segunda fertilización se hace a los 15 días después de la germinación con Urea. La segunda fertilización se hace a los 15 días después de la germinación con Urea. Otros autores indican que la segunda fertilización se inicia al inicio de la floración a los 39 a 40 días después de la siembra, utilizando sulfato de amonio a razón de 4 quintales por manzana, se realiza depositando el fertilizante alrededor de la planta. Después de la aplicación de sulfato de amonio, se recomienda utilizar fertilizantes foliares en la época de mayor floración, para que no haya aborto de flores, no tenga atraso en la producción, y

mantener una plantación en buen estado físico, lo cual ahí depende la cosecha que vamos a tener (Chenomix International Inc, 2009).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Ubicación geográfica

El estudio se llevó a cabo en Piedra Larga Arriba y Arenales, comunidades del municipio de Condega, departamento de Estelí. La comunidad de Piedra Larga Arriba se encuentra a 12 Km al sur de la cabecera municipal. Limita al norte con Arenales, al sur con Santa Adelaida, al este con Piedra Larga Abajo y al oeste con La Libertad con ubicación geográfica de 13° 17' 43.77" latitud Norte y 86° 21' 35.79" longitud Oeste, a 27 km de la cabecera municipal y cuenta con 325 habitantes, las precipitaciones anuales oscilan entre 9000 y 1000 mm, con temperaturas promedio de 20 °C, altitud de 765 msnm.

La comunidad Arenales, ubicada en el Km 178 carretera norte limita al norte con la comunidad de San Ramón, al sur con la comunidad de Piedra Larga, al este con la comunidad Arenales y al oeste con el cerro Come Tigre. Se encuentra localizada en las coordenadas 14° 72' 24" longitud Oeste y 86° 56' 30" latitud Norte, y a una altitud de 620 msnm. La precipitación media anual es menor de 800 mm, y la temperatura media anual oscila en 24.0 y 25.0 °C

### 5.2. Definición de variables con su operacionalización

Las variables se concentran en dos grupos: los referidos al agua y los que están definidos para el cultivo de pipián, variables vegetativas y variables productivas

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Medida de expresión</b>	<b>Fuente</b>	<b>Instrumento</b>
<b>De las aguas de riego</b>				
Temperatura	Es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía.	°C	Agua	Hoja de campo
pH	La intensidad de acidez o alcalinidad	-	Agua	Hoja de campo

<b>Variab</b> les	<b>Definición conceptual</b>	<b>Medida de expresión</b>	<b>Fuente</b>	<b>Instrumento</b>
	de una muestra se mide en la escala de pH, que en realidad mide la concentración de iones de hidrógeno presentes.			
Calidad agronómica del agua SAR	Relación de adsorción de sodio (RAS o SAR por sus siglas en inglés). Hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran el ion sodio y los iones calcio y magnesio.		Agua	Hoja de campo
<b>Del cultivo de pipián</b>				
Número de hojas	La cantidad de hojas que presenta la planta a los 15 y 30 días después de la siembra.		Planta	Hoja de campo
Longitud de las hojas	Se refiere a la medida desde el pedúnculo hasta el ápice de la hoja a los 15 y 30 días después de la siembra.	Cm	Planta	Hoja de campo
Longitud de guía	Se refiere al largo de la guía a los 15 y 30 días después de la siembra.	Cm	Planta	Hoja de campo
Diámetro de fruto	Se refiere al grosor de la parte más ancha del fruto cosechado en dos mediciones a los 45 y los 85 días.	Cm	Planta	Hoja de campo
Longitud de fruto	Largo del fruto desde el ápice hasta el pedúnculo del fruto cosechado en dos mediciones a los 45 y los 85 días.	Cm	Planta	Hoja de campo
Frutos por planta	Frutos existentes en las plantas útiles cosechados en dos mediciones a los 45 y los 85 días.		Planta	Hoja de campo
Rendimiento	Total de número de frutos extrapolados a una hectárea	Unidades por hectárea	Planta	Hoja de campo

### **5.3. Diseño experimental**

En ambas comunidades que se llevó a cabo el estudio, se utilizó el mismo diseño experimental y las mismas dimensiones adecuándonos al terreno de cada comunidad en lo que respecta a tipo de suelo y pendiente del lugar.

Se utilizó un Bloque completamente al azar (BCA), donde se distribuyeron de manera aleatoria tres tratamientos en tres bloques (anexo 3), para nueve unidades experimentales. En cada bloque se delimitaron tres parcelas cada una a una distancia de 0.5 m entre parcelas, con tres surcos de 3 m de largo cada una, 0.80 m entre surcos y 1.5 m entre plantas para un total de 9 plantas por parcelas y un total de 81 plantas. El área experimental total es de 300 m<sup>2</sup> con un área de 4.8 m<sup>2</sup> (3m x 1.60 m) cada unidad.

Las plantas útiles que se tomaron fueron tres por cada unidad experimental, tomándose las que están en el centro de la parcela siendo un total de 27 plantas las que se considerarán para la toma de datos. Los tratamientos que se evaluaron en el cultivo de pipián (*Cucurbita argyrosperma*) fueron:

Tratamiento 1: Agua residual tratada. Es el agua que ha sido sometida a un tratamiento utilizando el humedal artificial presente en la localidad.

Tratamiento 2: Agua potable o fresca de consumo domiciliar. Es el agua que utiliza la familia para el consumo humano.

Tratamiento 3: Agua residual sin tratar. Es el agua residual producida por la actividad doméstica y que no ha sido tratada.

### **5.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

Para la toma de datos se usó como técnica la observación con la aplicación de la hoja de campo como instrumento, utilizando tres hojas de campo, una permitió obtener los datos de la calidad del agua que se tomó solo una vez (anexo 4), la siguiente hoja proporcionó la capacidad del desarrollo vegetativo de la planta (anexo 5), se tomaron los datos a los

15 y 30 días después de la siembra y la última hoja de campo se usó para medir el rendimiento productivo del cultivo (anexo 6), los datos se recolectaron a los 45 y a los 85 días después de la siembra.

Para la toma de datos del agua se tomó una muestra de cada tipo de agua a utilizar para llevarla al laboratorio, se hizo en botellas plásticas de un litro, las cuales fueron rotuladas, donde estaba descrito la comunidad y su procedencia. Se aplicó ácido nítrico para regular el pH, en campo y preservar la muestra, luego fueron almacenadas en un termo con hielo para trasladarlas al laboratorio en donde fueron refrigeradas a 4 °C hasta realizar los análisis pertinentes (pH, Calcio, Sodio y Magnesio), de acuerdo a los requerimientos establecidos por el laboratorio de UCATSE.

El humedal construido en la comunidad de piedra larga tiene una dimensión de 100 m<sup>2</sup> y 0.6 m de profundidad para un volumen de 60 m<sup>3</sup> el cual puede producir aproximadamente una cantidad de 8,100 litros de aguas grises tratadas, mientras que el humedal de Arenales tiene una dimensión de 20 m<sup>2</sup> y 0.6 m de profundidad, para un volumen de 12 m<sup>3</sup> este humedal puede producir aproximadamente 1620 litros de aguas grises procesadas. El agua procesada es la que utilizó para el riego del cultivo.

El establecimiento y la siembra del cultivo se realizó al inicio de febrero, ésta se llevó a cabo de forma manual colocando tres semillas por casa, a una distancia entre surco de 0.8 metros y entre plantas de 1.5 metros. En las parcelas se aplicó fertilizante sintético completo con fórmula 15-15-15 y urea al 46% al momento de la siembra y urea a los 15 días después de la germinación. El riego del cultivo se realizó con los tratamientos respectivos a cada bloque a evaluar cuatro veces por semana o según la demanda hídrica de la etapa en que se encontraba el cultivo. Se realizó limpia y aporque a los 15 días después de la germinación y los 30 días después de la germinación la última limpia.

A los 22 días de germinado el cultivo se realizó un raleo dejando la mejor planta por golpe, las plagas y enfermedades se controlaron tomando en cuenta la incidencia de las mismas. Se aplicaron insecticidas químicos para el control de insectos (*Bemisia tabaco* y

*Aphis sp.*). Para el control de la mosca blanca se aplicó Cypermetrina y Actara en el área total del experimento, no se presentaron enfermedades en el área de cultivo. Se aplicó a los 45 días después de la siembra un metalosato mineral a la parcela. Las enfermedades que se presentaron en el cultivo no tuvieron tanta incidencia como para ameritar aplicaciones de fungicidas. Se presentan estas actividades en el anexo 7 del ensayo en campo.

## **5.5. Procedimiento para análisis de resultados**

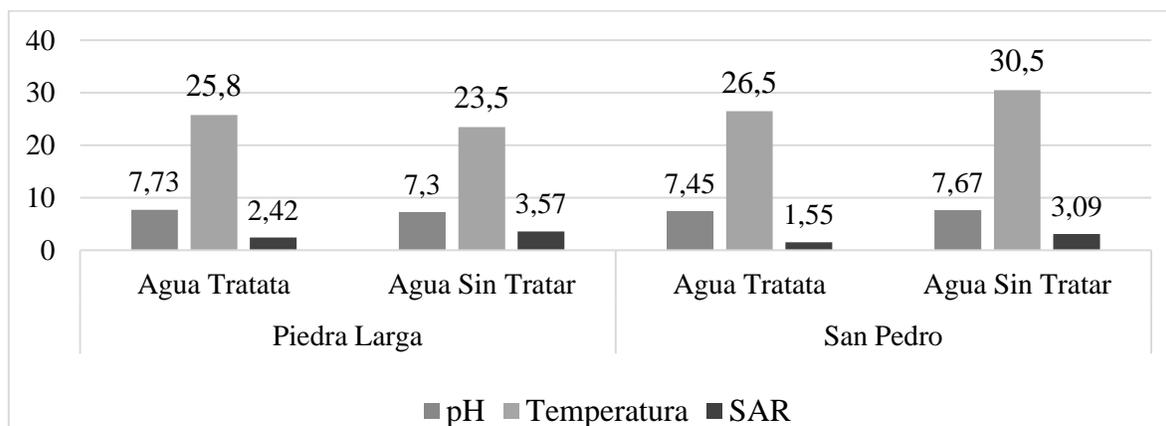
Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión estudiantil, que es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Con este programa se analizaron los datos con un análisis de normalidad con la prueba de Shapiro-wilks modificado (Anexo 8). A los datos que presentaron normalidad se les realizó un análisis de varianza ANOVA con la prueba de separación de medias de Tukey esto tanto las variables del agua, como las del cultivo de pipián. Para los datos que no presentaron normalidad se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, asimismo, se realizó una prueba T de Student para muestras independientes que permitió comparar los resultados de ambas comunidades para los datos normales, mientras que para los datos no normales se usó la prueba Mann-Whitney U.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. De las características de las aguas de riego utilizadas en el ensayo

Respecto de la temperatura, pH del agua y el SAR (Relación de absorción de sodio), en la figura 1 se muestra que de acuerdo a los resultados obtenidos por Vallecillo & Soza (2016) en la comunidad Piedra Larga, el pH y la temperatura son más altos en el agua tratada que el agua sin tratar, lo que es contrario en la comunidad de Arenales, donde los valores más altos están en el agua sin tratar. El SAR muestra similar comportamiento en ambas comunidades, siendo más alto en el agua sin tratar (3.57 y 3.09 para Piedra Larga y Arenales respectivamente).

Según estos mismos autores, a partir del índice de segundo grado de Riverside el agua tratada se ubica en la clasificación C3S1 y C2S1. Considerando lo anterior, esto indica que el agua presenta un rango aceptable para el riego agrícola, por no presentar altos contenidos de sodio, siempre que se use en terrenos permeables para evitar el riesgo de sellamiento, condición que cumplen ambos terrenos donde estuvo ubicado el ensayo. Respecto de la temperatura del agua, se cumple con las condiciones óptimas del cultivo; mientras que el pH se encuentra en rangos permisibles según el decreto 33-95 (Gobierno de Nicaragua, 1995), pero, es alto para los cultivos por lo que es necesario añadir un ácido al agua de riego, para regular el pH del agua en el rango de 5.5 a 6.5 (Smart Fertilizer Management, s.f.).



**Figura 1. Análisis descriptivo de las variables de temperatura, pH y SAR**

**Fuente:** Vallecillo & Soza (2016)

## **6.2. Comportamiento vegetativo del cultivo de pipián**

El uso de aguas residuales presenta beneficios asociados al mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas por el aporte de materia orgánica, macronutrientes (N y P) y oligoelementos, como Na y K, permitiendo reducir, y en algunos casos eliminar, la necesidad del uso de fertilizantes químicos y trayendo beneficios económicos al sector (Silva, Torres, & Madera, 2008), lo cual puede estar ligado al comportamiento vegetativo del cultivo utilizado en el ensayo.

### **6.2.1. Número de hojas**

La importancia de esta variable es la de conocer la cantidad de hojas que presenta la planta, con el fin de saber el área fotosintética que presenta la planta (Peters, 2009). Para esta variable, el agua potable presenta la media más alta con respecto a los demás tratamientos en ambas comunidades en los datos a los 15 días; mientras que a los 30 días el agua tratada presentó las medias más altas, demostrando de esta manera que el agua tratada puede ser utilizada para el riego de cultivos. Pero, según los análisis realizados con la prueba de Kruskal Wallis y el análisis de varianza los tres tipos de agua son similares ya que no presentaron diferencias significativas por tener un p-valor mayor a 0.05 en ambas comunidades como se observa en la tabla 2.

Siendo estos resultados similares a los obtenidos en todas las variables en especies forestales (Altura, número de hojas y diámetro de tallo), las que no presentaron diferencia estadística para el tipo de agua, por lo que concluyeron que las áreas bajo la curva de los tratamientos son iguales para los tres tipos de agua evaluados en ese experimento y por ende indican que las especies son resistentes al riego con estos tipos de agua (Morales, Galindo, & Jiménez, s.f). Por lo que la variable número de hojas no se ve afectada por el contenido del agua residual sin tratar.

**Tabla 2. Análisis de varianza para número de hojas**

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias (15 dds)</b>	<b>p-valor*</b>	<b>Media (30 dds)</b>	<b>p- valor**</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	3.67	>0.9999	18.67	0.6333
	Agua sin Tratar	3.33		17.33	
	Agua Tratada	3.33		19.67	
<b>Arenales</b>	Agua Potable	4.33	0.8714	18.00	0.3482
	Agua sin Tratar	4.00		15.67	
	Agua Tratada	3.67		18.67	

\*Prueba Kruskal Wallis

\*\* Análisis de varianza

### **6.2.2. Longitud de hoja**

El análisis de los datos, se hizo a través del análisis de varianza 95 % de confianza y 5 % de probabilidad de error, demostrando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados por presentar p-valor mayor a 0.05 (Tabla 3).

Por lo que se puede afirmar que el tratamiento de las aguas residuales con los humedales en los ambos ensayos no tuvo ningún efecto para esta variable, por lo que al regar cultivos con estas aguas no se presentan efectos significativos para la hoja. Resultado similar fue el obtenido en una investigación donde se irrigaron plantas forestales con aguas residuales tratadas en diferentes sistemas y agua potable midiendo variables vegetativas en las cuales no se encontró significancia estadística para el tipo de agua, por lo que los resultados son iguales para los tres tipos de agua evaluados en el experimento (Morales, Galindo, & Jiménez, s.f)

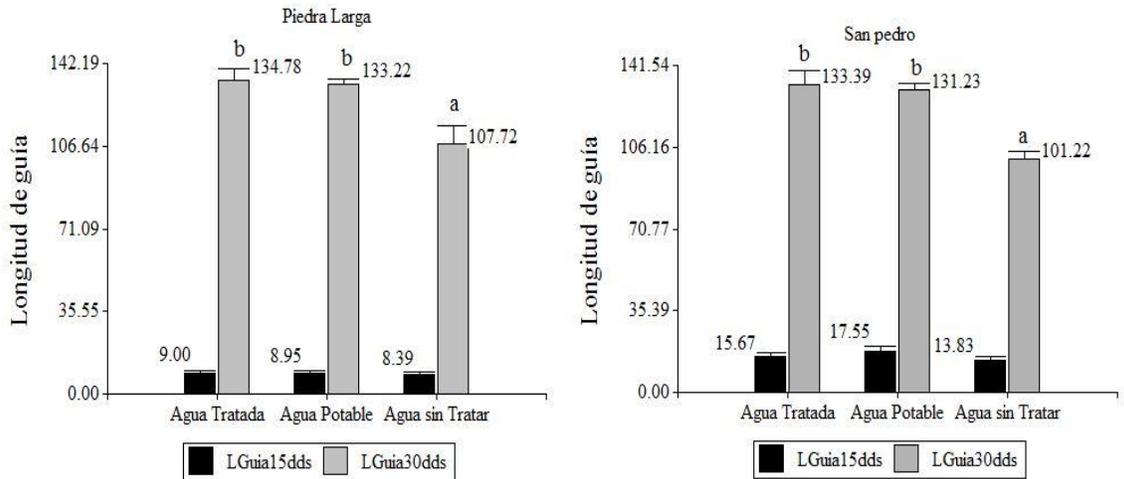
**Tabla 3. Análisis de varianza para longitud de hoja a los 15 y 30 días después de la siembra**

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias (15 dds)</b>	<b>p-valor</b>	<b>Media (30 dds)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	8.28	0.9169	20.83	0.1556
	Agua sin Tratar	8.56		18.50	
	Agua Tratada	8.72		21.11	
<b>Arenales</b>	Agua Potable	11.39	0.7559	19.39	0.2327
	Agua sin Tratar	10.33		17.78	
	Agua Tratada	10.33		20.22	

### **6.2.3. Longitud de guía**

Esta variable es de suma importancia, ya que en dependencia de la longitud de la guía principal se incrementarán los rendimientos de la planta, ya que al tener una mayor longitud va presentar mayor cantidad de flores y así incrementar la producción Cisneros, 2000 citado por Peters (2009). Con el análisis de varianza (Anexo 9) y la prueba de Tukey para esta variable se logró demostrar que los tratamientos no presentan diferencias significativas en los datos tomados a los 15 días en ambas comunidades, no obstante, a los 30 días se vio reflejado el efecto de los tratamientos presentando diferencias significativas el agua potable y el agua tratada con respecto al agua sin tratar (Figura 2).

Este resultado puede ser debido al tratamiento de las aguas residuales permitiendo su uso para el riego agrícola tal y como lo proponen Silva, Torres, & Madera (2008) en un estudio sobre biosólidos procedentes de aguas residuales, los cuales fueron recomendados para uso agrícola. Por lo que para esta variable el tratamiento de las aguas residuales en humedales presentó un factor en las características del agua, lo que influyó positivamente en el crecimiento de la guía lo contrario del agua sin tratar.



**Figura 2. Longitud de guía del cultivo de piñón en los ensayos de las comunidades**

### 6.3. Comportamiento productivo del cultivo de piñón

Las aguas residuales pueden presentar características favorables para el desarrollo productivo de los cultivos debido a la presencia de nutrientes contenidos en ellas (Mendoza & Grosso, 2008).

#### 6.3.1. Diámetro del fruto

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 10) para esta variable, con los datos tomados a los 45 días se demuestra que en el ensayo de Arenales por lo menos uno de los tratamientos es diferente por presentar un P-valor de 0.0069, mientras que a los 85 días según el análisis de varianza para los datos de Piedra Larga y la prueba de Kruskal Wallis para los datos de Arenales indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos por presentar un p-valor mayor a 0.05 (Tabla 4).

**Tabla 4. Análisis de varianza para Diámetro de fruto**

Comunidad	Tratamiento	Medias (45 dds)	p-valor	Media (85 dds)	p-valor
<b>Piedra</b>	Agua Potable	13.17	0.6746**	20.11	0.0551**
	<b>Larga</b>	12.83		24.67	
	Agua Tratada	14.61		23.28	
<b>Arenales</b>	Agua Potable	11.50	0.0069**	19.61	0.8000*
	Agua sin Tratar	16.78		18.28	
	Agua Tratada	12.06		19.11	

\*Prueba Kruskal Wallis

\*\* Análisis de varianza

Al presentar diferencias estadísticas en los tratamientos en el ensayo de Arenales a los 45 días (Tabla 5) se corrobora lo expuesto por Arias (2003) que los humedales pueden ser utilizados para el tratamiento de aguas residuales, siendo en este caso el agua tratada diferente al agua sin tratar. Mientras que el diámetro del fruto a los 85 días, por no presentar diferencias estadísticas significativas se afirma que el agua tratada no tiene efecto sobre esta variable.

**Tabla 5. Prueba de separación de medias de Tukey para diámetro de frutos a 45 días para Arenales**

Tratamiento	Medias	Categoría
Agua potable	11.50	a
Agua tratada	12.06	a
Agua sin tratar	16.78	b

### 6.3.2. Longitud del fruto

El agua tratada presentó las medias más altas para ambos ensayos , pero, según el análisis de varianza (Anexo 11) no se presentaron diferencias estadísticas para esta variable a los 45 días por presentar un p-valor mayor a 0.05 (Tabla 6), no obstante, a los 85 días según

el análisis de varianza y la prueba de separación de medias de Tukey (Tabla 7), en la comunidad de Piedra Larga por lo menos uno de los tratamientos presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos por presentar un P-valor de 0.0381.

**Tabla 6. Análisis de varianza para Longitud de fruto**

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias (45 dds)</b>	<b>p-valor</b>	<b>Media (85 dds)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	15.91	0.6132**	24.50	0.0381**
	Agua sin Tratar	16.89		29.22	
	Agua Tratada	17.50		23.66	
<b>Arenales</b>	Agua Potable	14.78	0.4190**	19.28	0.8536*
	Agua sin Tratar	16.67		18.50	
	Agua Tratada	16.89		27.83	

\*Prueba Kruskal Wallis

\*\* Análisis de varianza

Por los resultados obtenidos se afirma que a los 45 días no se ven reflejados los efectos del tratamiento de agua, pero si a los 85 días en el ensayo de Piedra Larga donde el agua tratada se comportó de manera diferente al agua sin tratar, y el agua potable se comportó de manera similar a los demás tratamientos.

**Tabla 7. Prueba de separación de medias de Tukey para longitud de frutos a 85 días para Piedra Larga**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Categoría</b>
<b>Agua tratada</b>	17.50	a
<b>Agua potable</b>	15.91	a b
<b>Agua sin tratar</b>	16.89	b

### 6.3.3. Número de frutos

Para esta variable los tratamientos no presentaron diferencias significativas a los 45 días en ambas comunidades por tener un P-valor mayor a 0.05 (Tabla 8) según el análisis de varianza (Anexo 12) aplicada a los datos de Piedra Larga y la Prueba de Kruskal Wallis para los datos de Arenales.

**Tabla 8. Análisis de varianza para número de frutos**

Comunidad	Tratamiento	Medias (45 dds)	p-valor	Media (85 dds)	p-valor
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	3.00	0.7023**	6.33	0.0237**
	Agua sin Tratar	4.00		5.67	
	Agua Tratada	4.00		8.67	
<b>Arenales</b>	Agua Potable	3.00	>0.9999*	5.00	0.7703**
	Agua sin Tratar	3.33		4.67	
	Agua Tratada	3.33		5.33	

\*Prueba Kruskal Wallis

\*\* Análisis de varianza

No obstante, a los 85 días en el ensayo de Piedra Larga según el análisis de varianza y la Prueba de Tukey (Tabla 9), existe diferencia entre los tratamientos, donde el agua tratada se encuentra en una categoría diferente al agua sin tratar, pero en categoría similar al agua potable, mientras que en Arenales no se presenta diferencias significativas entre los tratamientos por presentar un P-valor mayor a 0.05.

Por los resultados obtenidos en ambos ensayos, se determina que a los 45 días no se representa estadísticamente el efecto de los tratamientos para esta variable, sin embargo, a los 85 días se ve el efecto del tratamiento del agua en la comunidad de Piedra Larga, lo que se debió ver influenciado por el tipo de suelo en que estaba ubicado el ensayo que es un área de vocación agrícola y el terreno de Arenales no tiene esta vocación.

Siendo este resultado, similar al obtenido en estudio realizado en Maracaibo (Venezuela), donde el efluente de un sistema de lagunas de estabilización, fue reutilizado para el riego de una parcela de frutales perennes y una superficie dedicada a cultivos de ciclo corto, siendo similar el comportamiento de las especies irrigadas con este efluente y con agua fresca. (Trujillo et al., 2000 citado por Silva, Torres y Madera, 2008).

**Tabla 9. Prueba de separación de medias de Tukey para número de frutos a 85 días para Piedra Larga**

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Categoría</b>	
<b>Agua sin tratar</b>	5.67	a	
<b>Agua potable</b>	6.33	a	b
<b>Agua tratada</b>	8.67		b

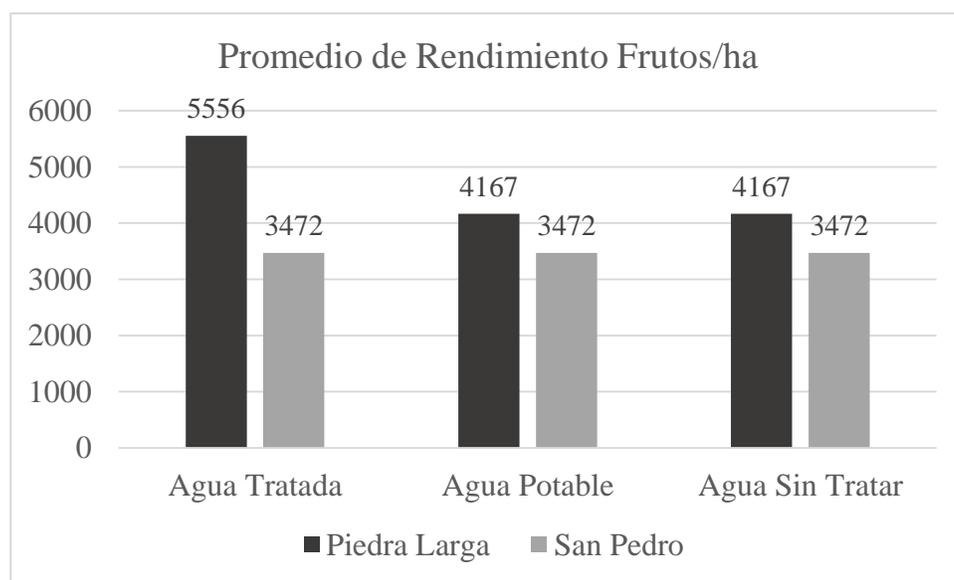
#### **6.3.4. Rendimiento de frutos por tratamiento**

Para esta variable se utilizó la metodología aplicada por Peters (2009) para extrapolar los frutos del área de estudio a frutos por hectárea. se tomaron los promedios de frutos a los 85 días por las nueve plantas evaluadas y se extrapolo a las 27 plantas totales por tratamiento, siendo un promedio de 5 frutos por 14.4 m<sup>2</sup>, y en una hectárea 3,472 frutos totales para el agua tratada. De manera similar se realizó para los demás tratamientos obteniendo el mismo rendimiento para los demás tratamientos, en el ensayo de Arenales.

Mientras que para el ensayo de Piedra Larga los resultados obtenidos fueron 5,556 frutos/hectárea para el agua tratada, 4,167 frutos/hectárea para el agua potable y de igual manera 4,167 frutos/hectárea para el agua tratada, presentándose mejores resultados en Piedra Larga por lo mencionado anteriormente (Figura 3).

Los resultados de rendimiento de frutos por hectárea en Arenales y Piedra Larga se encuentran por debajo a los obtenidos por Peters (2009) quien en estudio en el cultivo de pipián obtuvo 5,684 frutos por hectárea en nueve cortes con fertilización sintética, también por los obtenidos por García & López (2011) quienes en 12 cortes obtuvieron

7846 frutos por hectárea con fertilización sintética. Los resultados en los ensayos se comportaron inferiores a ellos debido a que el cultivo no se fertilizó en la etapa productiva y probablemente el agua residual no aportó los suficientes nutrientes para un buen desarrollo de frutos.



**Figura 3. Rendimiento de Frutos por hectárea**

## **6.4. Comparación de los ensayos establecidos en las comunidades**

### **6.4.1. Comparación de los ensayos de Piedra Larga y Arenales respecto de las variables de crecimiento vegetativo del cultivo**

En la tabla 10 se presenta los resultados obtenidos con la prueba T y la prueba Mann-Whitney U para la comparación de las dos comunidades, para las variables vegetativas, donde las que presentaron un p-valor menor a 0.05 existe diferencias estadísticas entre los grupos, mientras que para las variables que presentaron un p-valor mayor a 0.05 no existe diferencia significativa entre los grupos.

Los resultados obtenidos muestran que en el agua potable se presentó diferencia entre las comunidades para las variables longitud de guía a los 15 días con una media mayor en Arenales con 17.55cm, de igual forma la variable longitud de hoja a los 15 días presentó

diferencia con una media mayor para Arenales con 11.39cm. Para el agua tratada la longitud de guía a los 15 días manifestó diferencias entre las comunidades con una media mayor en Arenales con 15.67cm.

**Tabla 10. Prueba T y Mann-Whitney U para variables vegetativas**

	<b>Variable</b>	<b>Piedra Larga</b>	<b>Arenales</b>	<b>T</b>	<b>p-valor</b>
<b>Agua potable</b>	Lguia15dds	8.95	17.55	-3.42	0.0269
	Lguia30dds	113.22	131.23	0.58	0.5935
	NH15dds	3.67	4.33		0.6000*
	NH30dds	18.67	18.00	0.25	0.8149
	Lhoja15dds	8.28	11.39	-3.85	0.0183
	Lhoja30dds	20.83	19.39	0.73	0.5083
<b>Agua Sin Tratar</b>	Lguia15dds	8.39	13.83	-2.72	0.0528
	Lguia30dds	107.72	101.22	0.77	0.4821
	NH15dds	3.33	4.00		0.7000*
	NH30dds	17.33	15.67	0.75	0.4929
	Lhoja15dds	8.56	10.33	-1.29	0.2677
	Lhoja30dds	18.50	17.78	0.92	0.4100
<b>Agua Tratada</b>	Lguia15dds	9.00	15.67	-4.24	0.0132
	Lguia30dds	134.78	133.39	0.17	0.8730
	NH15dds	3.33	3.67		>0.9999*
	NH30dds	19.67	18.67	0.67	0.5391
	Lhoja15dds	8.72	10.33	-0.94	0.4014
	Lhoja30dds	21.11	20.22	1.68	0.1692

\*Comparación con prueba Mann-Whitney U

#### 6.4.2. Comparación de los ensayos de Piedra Larga y Arenales respecto de las variables de comportamiento productivo del cultivo

En la tabla 11 se presenta los resultados obtenidos con la prueba T para la comparación de las dos comunidades, para las variables productivas, donde las que presentaron un P-valor menor a 0.05 existe diferencias estadísticas entre los grupos, mientras que para las variables que presentaron un P- valor mayor a 0.05 no existe diferencia significativa entre los grupos.

Por los resultados obtenidos no hay diferencias significativas entre las comunidades para las variables productivas a excepción de la variable frutos por planta a los 85 días el e tratamiento de agua tratada siendo mayor la media en la comunidad de Piedra Larga con 8 frutos con lo que retomamos lo dicho anteriormente que este comportamiento se debe al terreno de vocación agrícola

**Tabla 11. Prueba T para variables Productivas**

Tratamiento	Variable	Piedra Larga	Arenales	P-Hom var	T	p-valor
<b>Agua Potable</b>	Dfruto45dds	12.83	11.50	0.8043	1.92	0.1269
	Lfruto45dds	15.94	14.78	0.3266	1.95	0.1224
	F/planta85dds	6.33	5.00	0.5000	2.00	0.1161
<b>Agua Sin Tratar</b>	Dfruto45dds	14.61	16.78	0.1396	-0.99	0.3794
	Lfruto45dds	16.89	16.67	0.9690	0.09	0.9358
	F/planta85dds	5.67	4.67	0.2500	1.06	0.3486
<b>Agua Tratada</b>	Dfruto45dds	13.17	12.06	0.9543	0.64	0.5571
	Lfruto45dds	17.50	16.89	0.6983	1.08	0.3427
	F/planta85dds	8.67	5.33	0.2500	3.54	0.0241

## VII. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el SAR y los ensayos realizados, se concluye que el agua es apta para riego por estar en la clasificación en el índice de segundo grado de Riverside C3S1 y C2S1 por lo que se puede seguir regando cultivos siempre y cuando el terreno sea permeable. El pH se muestra en rangos aceptables según el decreto 33-95 pero es alto para el riego de cultivos; la temperatura se encuentra en un rango aceptable para el cultivo. Para las variables número de hoja y longitud de hoja los tratamientos no se diferenciaron por tratamiento.

Los efectos del agua tratada se ven reflejados en las variables longitud de guía, longitud de fruto, diámetro del fruto y número de frutos por planta. Por tanto, el agua residual tratada con el uso de humedales de Piedra Larga y Arenales puede ser utilizada para el riego del cultivo de pipián por presentar un buen desarrollo vegetativo de las plantas y un rendimiento adecuado para el cultivo comportándose de manera similar al agua potable.

La diferencia de las aguas residuales tratadas de ambos ensayos se determinó en las variables, longitud de guía a los 15 días, en las cuales resultaron ser superiores los valores en el ensayo de Arenales, y la variable número de frutos por planta en la que los valores más altos se dieron en Piedra larga.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

A los encargados de realizar el proyecto de los humedales, al momento de la selección de los beneficiarios, se debe trabajar con aquellos que además de la necesidad del ahorro del recurso, sean los que manejen el humedal directamente y muestre responsabilidad e interés, ya que representa una posibilidad como alternativa de adaptación al cambio climático y la escasez de agua.

Utilizar el agua tratada en humedales, ya que es una opción viable para el riego de cultivos siempre y cuando el terreno sea permeable y se acompañe de una fertilización complementaria, así como el monitoreo del pH que permita regularlo para su uso en riego.

Incluir en los proyectos sobre humedales, procesos de capacitación y sensibilización para el buen uso, manejo y mantenimiento de los humedales.

Continuar con el estudio sobre el uso de estas aguas para otras especies vegetales, especialmente de cucúrbitas o el cultivo de papa, incluyendo variables para determinar la presencia de posibles residuos de las aguas.

Realizar estudio para evaluar el comportamiento de plagas y enfermedades, en relación a los diferentes tipos de aguas usadas ya que en el presente estudio se hizo un manejo general al cultivo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, C. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. *Redalyc*, 17-24.
- Castillo, E. (2015). *Fuentes de agua y su calidad agronomica*. Esteli.
- CENTA. (2006). *Guía para la producción de pipián criollo Cucurbita mixta*. San Andres.
- Chenomix International Inc. (2009). *Cultivo de pipián*.
- Coronado, O., Moscos, O., & Ruiz, R. (2001). *Proyecto regional sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en américa latina: Realidad y Potencial*. Cochabamba.
- Ecodena. (s.f). Nota informativa sobre fitodepuracion y evapotranspiracion . *Ecodena*.
- Frers, C. (2008). El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. En S. M. Cabo, *La gestión del agua* (págs. 301-303).
- Garcia, E., & López, S. (2011). *Efecto de manejo orgánico y convencional sobre la dimámica poblacional de arvenses, en el cultivo de pipián (Cucurbita argyrosperma Huber) Tipitapa, Masaya, 2009*. Managua.
- Gobierno de Nicaragua. (1995). Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias Decreto No. 33-95. 28.
- Gonzales, T., Brenes, B., & Lanuza, M. (2007). *Aprovechamiento de las aguas residuales domésticas tratadas para el cultivo de tilapias (Oreochromis niloticus), Estelí 2005*. Estelí.
- Hoffmann, H., Platzer, C., & Winker, M. M. (2011). *Technology Review of Constructed Wetlands Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment*. Eschborn.
- Lahora, A. (s.f). Depuracion de aguas residuales mediante humedales artificiales: La edar de los gallardos Almeria. *Gestion de aguas del levante almeriense, S.A GALASA*, 99.
- López, J., López, J., & López, R. (2008). *Manejo de tallos en el cultivo de pipián (cucurbita pepo)*. Chalatenango.

- Méndez, M., Pérez, J., Hernández, G., & Campos, O. (2006). Uso de las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas, en la agricultura urbana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol 15, No 3.
- Mendoza, A., & Grosso, M. (2008). Uso, gestión e impactos del uso agrícola de aguas residuales en zonas áridas. Departamento de Lavalle. *Revista Geográfica* 144, 58-111.
- Morales, J., Galindo, G., & Jiménez, E. (s.f). *Evaluación Del Crecimiento Inicial De Cuatro Especies Forestales Regadas Con Agua Residual De Las Lagunas De Oxidación De Los Cantones Santa Elena Y La Libertad En La Prov. De Santa Elena*. Santa Elena.
- Pérez, S., Villareyna, O., & Sanchez, A. (2009). *Caracterización de las aguas residuales procedentes de tres granjas porcinas y su posible aprovechamiento en actividades agrícolas*. Estelí.
- Peters, S. (2009). *Efecto de la aplicación de una mezcla de abonos orgánicos y fertilización sintética en el crecimiento y rendimiento en el cultivo del pipián (Cucurbita argyrosperma, HUBER)*. Managua.
- Silva, J., Torres, P., & Madera, C. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. *AGRONOMIA 26-2 -PROFE194*).indd, 347.
- Smart Fertilizer Management. (s.f.). *Smart Fertilizer Management*. Recuperado el 4 de octubre de 2015, de [www.smart-fertilizer.com/es/articulos/irrigation-water-quality](http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/irrigation-water-quality)
- Torres, P., Madera, C., & Silva, J. (2009). Mejoramiento de la calidad microbiológica de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista EIA*.
- Vallecillo, M., & Soza, W. (2016). *Evaluación de Colocacia esculenta y Bracharia mutica en humedales artificiales como tratamiento de aguas residuales domiciliarias para riego agrícola. 2015-2016*. Estelí.

## X. ANEXOS

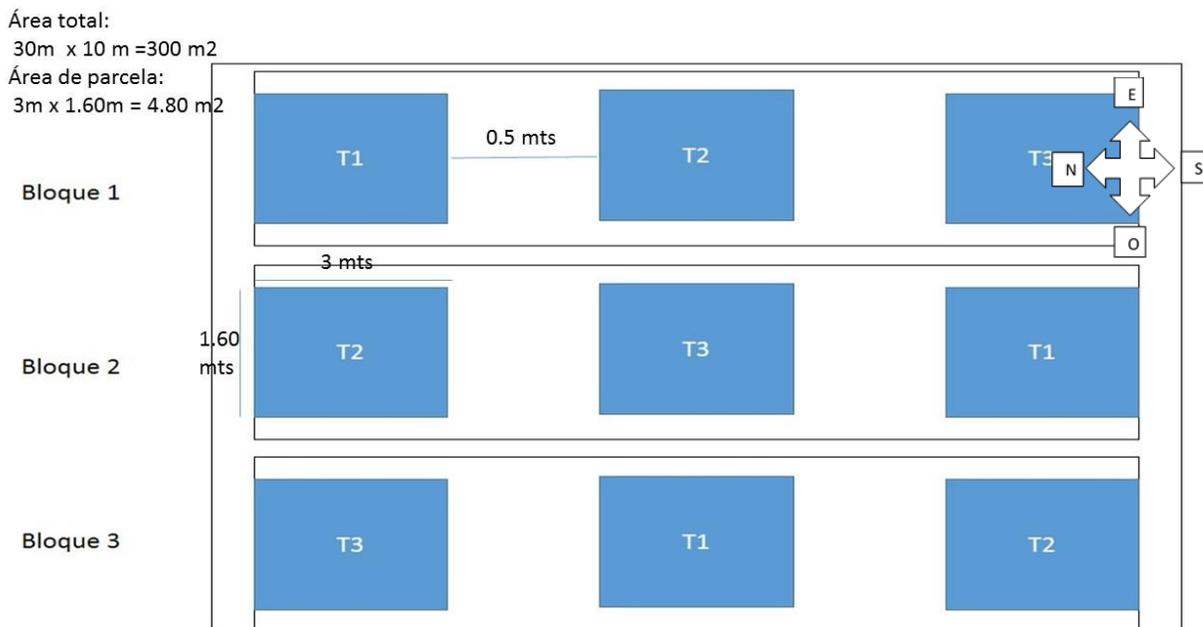
### Anexo 1. Tabla de conductancia

(Salinidad) Clase	Mhos	Características
C1	0-250	Poca salinidad. Útil para la mayor parte de los cultivos
C2	250-750	Salinidad moderada. Puede usarse en la mayor parte de los cultivos, excepto en los más susceptible, a menos que se cuente con suelos permeables.
C3	750-2250	Salinidad media a elevada. Recomendable en suelos de permeabilidad moderada a buena. Necesita lavados y cuidados especiales para control de salinidad.
C4	2250-4000	Salinidad elevada. Aplicable a suelos muy permeables y con lavados especiales para el control de la salinidad.
C5	4000-6000	Salinidad muy elevada. Generalmente no apropiados para el riego, a menos que el suelo sea muy permeable y con lavados frecuentes.
C6	+ de 6000	Salinidad excesiva. No es utilizable para riego.

### Anexo 2. Tabla de presencia de Sodio

Clase	m.e/ lt	Características
S1	0-10	Baja en sodio. Puede usarse en la mayor parte de los cultivos, excepto los muy sensibles.
S2	10-18	Media en sodio. Recomendada para suelos de textura gruesa u orgánicos permeables.
S3	18-26	Alta en sodio. Puede producir niveles tóxicos en la mayoría de los suelos. Necesitan prácticas especiales de manejo.
S4	+ de 26	Muy alta en sodio. No es apropiada para el riego, excepto con salinidad baja o media, cuando la disolución de calcio del suelo o la aplicación de sulfato de calcio u otros mejoradores, es económica.

### Anexo 3. Diseño del experimento



 Parcela en el bloque. Unidad experimental

En cada bloque se delimitarán tres parcelas cada una a una distancia de 0.5 m entre parcelas, con un total de 9 plantas por parcelas y un total de 81 plantas. El área experimental total es de 300 m<sup>2</sup> con un área de 4.8 m<sup>2</sup> (3m x 1.60 m) cada unidad.

La dirección de la pendiente en Arenales de Arenales se encuentra de Este a Oeste, y en Piedra Larga Arriba de Oeste a Este. Los recuadros en celestes indican las parcelas o unidades experimentales del diseño

Tratamiento 1: Agua residual tratada. Es el agua que ha sido sometida a un tratamiento utilizando el humedal artificial presente a la localidad.

Tratamiento 2: Agua potable o fresca de consumo domiciliar. Es el agua que utiliza la familia para el consumo humano.

Tratamiento 3: Agua residual sin tratar. Es el agua residual producida por la actividad doméstica y que no ha sido tratada.

#### Anexo 4. Hoja de campo para calidad del agua



Universidad Católica del Trópico Seco  
UCATSE

Hoja de campo para recolección de datos del agua tratada

Los datos de la calidad del agua se tomarán solo una vez

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora de la visita: \_\_\_\_\_

N°	Tratamiento	Variables		
		Temperatura	pH	SAR
1	T1			
2	T2			
3	T3			

**Anexo 5. Hoja de campo para el desarrollo vegetativo**



**Universidad Católica del Trópico Seco**

**UCATSE**

**Hoja de campo para recolección de datos de las variables vegetativas**

Para las variables del desarrollo vegetativo de la planta, se tomarán los datos a los 15 y 30 días después de la siembra

Fecha: \_\_\_\_\_ Muestreo N°: \_\_\_\_\_ Hora de la visita:

N°	Tratamiento	Bloque	Planta	Variables		
				Número de hojas	Longitud de guía	Longitud de hoja
1	T1	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			
2	T2	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			

3	T3	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			

## Anexo 6. Hoja de campo para variables productivas



Universidad Católica del Trópico Seco

UCATSE

### Hoja de campo para recolección de datos de las variables del rendimiento productivo

Para las variables del rendimiento productivo del cultivo los datos, se recolectarán a los 45 y 85 días después de la siembra

Fecha: \_\_\_\_\_ Muestreo N°: \_\_\_\_\_ Hora de la visita: \_\_\_\_\_

N°	Tratamiento	Bloque	Planta	Variables		
				Diámetro del fruto	Largo del fruto	Frutos por planta
1	T1	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			
2	T2	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			

3	T3	1	1			
			2			
			3			
		2	1			
			2			
			3			
		3	1			
			2			
			3			

**Anexo 7. Ensayo en campo**

Establecimiento del ensayo en Piedra Larga y Arenales



Cultivo en campo



Cultivo en campo (Riego)



Cultivo en campo



Toma de datos (Variables vegetativas)



Toma de datos (Variables productivas)



**Anexo 8. Shapiro-Wilks (modificado)**

Comunidad	Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Piedra Larga	NH15dds	9	3.44	0.53	0.61	<0.0001
Piedra Larga	LGuia15dds	9	8.78	1.41	0.90	0.3946
Piedra Larga	LHoja15dds	9	8.52	1.15	0.83	0.0768
Piedra Larga	NH30dds	9	18.56	2.70	0.87	0.2013
Piedra Larga	LGuia30dds	9	125.24	15.69	0.85	0.1136
Piedra Larga	LHoja30dds	9	20.15	1.83	0.91	0.4571
Piedra Larga	Dfruto45dds	9	13.54	2.33	0.93	0.5740
Piedra Larga	Lfruto45dds	9	16.78	1.75	0.96	0.8359
Piedra Larga	F/planta45dds	9	3.67	1.50	0.84	0.0833
Piedra Larga	Dfruto85dds	9	22.69	2.57	0.98	0.9611

Comunidad	Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Piedra Larga	Lfruto85dds	9	25.79	3.19	0.86	0.1610
Piedra Larga	F/planta85dds	9	6.89	1.62	0.85	0.1030
Arenales	NH15dds	9	4.00	0.87	0.78	0.0139
Arenales	LGuia15dds	9	15.68	3.21	0.98	0.9787
Arenales	LHoja15dds	9	10.69	1.77	0.91	0.4759
Arenales	NH30dds	9	17.44	2.51	0.97	0.9221
Arenales	LGuia30dds	9	121.95	16.76	0.87	0.2027
Arenales	LHoja30dds	9	19.13	1.73	0.89	0.2860
Arenales	Dfruto45dds	9	13.44	2.79	0.93	0.5902
Arenales	Lfruto45dds	9	16.11	2.00	0.90	0.3500
Arenales	F/planta45dds	9	3.22	0.67	0.81	0.0372
Arenales	Dfruto85dds	9	19.00	2.50	0.80	0.0250
Arenales	Lfruto85dds	9	21.87	9.54	0.61	<0.0001
Arenales	F/planta85dds	9	5.00	1.00	0.85	0.1011

### Anexo 9. Análisis de varianza para la variable longitud de guía

Análisis de varianza de longitud de guía a los 15 días

Comunidad	Tratamiento	Medias	E.E	F.V.	SC	gl	CM	F	P valor
<b>Piedra Larga</b>	Agua sin Tratar	8.39	0.92	Modelo.	0.68	2	0.34	0.13	0.8771
	Agua Potable	8.95	0.92	Tratamiento	0.68	2	0.34	0.13	0.8771
	Agua Tratada	9.00	0.92	Error	15.33	6	2.55		
<b>Arenales</b>	Agua sin Tratar	13.83	1.85	Modelo.	20.80	2	10.40	1.01	0.4176
	Agua Potable	17.55	1.85	Tratamiento	20.80	2	10.40	1.01	0.4176
	Agua Tratada	15.67	1.85	Error	61.54	6	10.26		

Análisis de varianza de longitud de guía a los 30 días

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua sin tratar	107.72	5.70	Modelo.	1384.90	2	692.45	7.11	0.0261
	Agua potable	133.22	5.70	Tratamiento	1384.90	2	692.45	7.11	0.0261
	Agua tratada	134.78	5.70	Error	584.12	6	97.35		
<b>Arenales</b>	Agua sin tratar	101.22	4.13	Modelo.	1939.95	2	969.97	18.97	0.0025
	Agua potable	131.23	4.13	Tratamiento	1939.95	2	969.97	18.97	0.0025
	Agua tratada	133.39	4.13	Error	306.85	6	51.14		

**Anexo 10. Análisis de varianza para diámetro del fruto**

Análisis de varianza de diámetro de fruto a los 45 días

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua sin Tratar	12.83	1.46	Modelo.	5.34	2	2.67	0.42	0.6746
	Agua Potable	13.17	1.46	Tratamiento	5.34	2	2.67	0.42	0.6746
	Agua Tratada	14.61	1.46	Error	38.12	6	6.35		
<b>Arenales</b>	Agua Potable	11.50	0.81	Modelo.	50.47	2	25.24	12.77	0.0069
	Agua Tratada	12.06	0.81	Tratamiento	50.47	2	25.24	12.77	0.0069
	Agua sin Tratar	16.78	0.81	Error	11.85	6	1.98		

Análisis de varianza y prueba Kruskal Wallis para diámetro fruto 85 días

<b>Análisis de varianza</b>									
<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	20.11	1.06	Modelo.	32.67	2	16.34	4.89	0.0551
	Agua Tratada	23.28	1.06	Tratamiento	32.67	2	16.34	4.89	0.0551
	Agua sin Tratar	24.67	1.06	Error	20.06	6	3.34		

<b>Prueba Kruskal Wallis</b>					
	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>H</b>	<b>P-valor</b>
<b>Arenales</b>	Agua Potable	19.61	3.13	5.96	0.8000
	Agua sin Tratar	18.28	2.75		
	Agua Tratada	19.11	2.53		

**Anexo 11. Análisis de varianza para longitud de fruto**

Análisis de varianza para longitud de fruto 45 días

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua Potable	15.94	1.07	Modelo.	3.68	2	1.84	0.53	0.6132
	Agua sin Tratar	16.89	1.07	Tratamiento	3.68	2	1.84	0.53	0.6132
	Agua Tratada	17.50	1.07	Error	20.77	6	3.46		
<b>Arenales</b>	Agua Potable	14.78	1.16	Modelo.	8.09	2	4.04	1.01	0.4190
	Agua sin Tratar	16.67	1.16	Tratamiento	8.09	2	4.04	1.01	0.4190
	Agua Tratada	16.89	1.16	Error	24.05	6	4.01		

Análisis de varianza y prueba Kruskal Wallis para longitud fruto 85 días

<b>Análisis de varianza</b>									
<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua	23.66	1.23	Modelo.	53.85	2	26.93	5.92	0.0381
	Tratada								
	Agua	24.50	1.23	Tratamiento	53.85	2	26.93	5.92	0.0381
	Potable								
	Agua sin Tratar	29.22	1.23	Error	27.31	6	4.55		
<b>Prueba Kruskal Wallis</b>									
	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>H</b>	<b>P-valor</b>				
<b>Arenales</b>	Agua	19.28	2.24	1.16	0.8536				
	Potable								
	Agua sin Tratar	18.50	2.33						
	Agua Tratada	27.83	16.54						

**Anexo 12. Análisis de varianza para número de frutos**

Análisis de varianza y prueba Kruskal Wallis para número fruto 45 días

<b>Análisis de varianza</b>									
<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua	3.00	0.94	Modelo.	2.00	2	1.00	0.38	0.7023
	Potable								
	Agua	4.00	0.94	Tratamiento	2.00	2	1.00	0.38	0.7023
	Tratada								
	Agua sin Tratar	4.00	0.94	Error	16.00	6	2.67	0.38	

**Prueba Kruskal Wallis**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>H</b>	<b>P-valor</b>
<b>Arenales</b>	Agua Potable	3.00	1.00	0.62	>0.9999
	Agua sin Tratar	3.33	0.58		
	Agua Tratada	3.33	0.58		

Análisis de varianza para número de frutos 85 días

<b>Comunidad</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>E.E</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P valor</b>
<b>Piedra Larga</b>	Agua sin Tratar	5.67	0.58	Modelo.	14.89	2	7.44	7.44	0.0237
	Agua Potable	6.33	0.58	Tratamiento	14.89	2	7.44	7.44	0.0237
	Agua Tratada	8.67	0.58	Error	6.00	6	1.00		
<b>Arenales</b>	Agua sin Tratar	4.67	0.64	Modelo.	0.67	2	0.33	0.27	0.7703
	Agua Potable	5.00	0.64	Tratamiento	0.67	2	0.33	0.27	0.7703
	Agua Tratada	5.33	0.64	Error	0.67	6	0.33		