



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA**

**Evaluación del biosólido Xolotlán en el cultivo de la Chiltoma  
(*CAPSICUM ANNUM*) con la variedad tres canto en el Centro  
Experimental Agrícola (CEA-UNI) Tisma, Masaya.**

**TRABAJO MONOGRAFICO PRESENTADO POR:**

Br. Arlen Junieth Velásquez Cruz

Br. Emir Alexander Mayorga López

Br. Guillermo Fauricio Toruño Martínez

**PARA OPTAR AL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**TUTOR:**

**Ing. Emilseth Carolina Padilla Duarte**

**Managua, Octubre 2016**

## *Dedicatoria*

### *A Dios:*

*Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida, fortaleza en momentos difíciles y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

### *A mi Madre:*

*Rosa Argentina Cruz*

*Por ser el pilar en mi educación, por demostrarme siempre su cariño guiándome por el buen camino siendo de mí un ser humano humilde y agradecido.*

### *A mi Padre:*

*Sr. José Enrique Velásquez Velásquez*

*Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, y el apoyo brindado*

### *Mis hermanas:*

*Amy Guissella Velásquez Cruz y Keysi Jolayna Velásquez Cruz quienes se han sentido orgullosas por mis esfuerzos siendo un ejemplo de perseverancia a seguir.*

### *Mi Familia:*

*Mi abuela materna siendo para mí como una madre, un ser maravilloso y mi ejemplo a seguir, quien lucha día a día para seguir adelante.*

*\* Br. Arlen Junieth Velásquez  
Cruz.*

## *Agradecimiento*

### *A mis padres:*

*Rosa Argentina Cruz y José Enrique Velásquez por brindarme los recursos económicos necesarios y estar apoyándome día a día.*

### *A mis hermanas*

*Amy guíssella Velásquez cruz, y Keysí Jolayna Velásquez cruz, quien siendo unas adolescentes me han apoyado moralmente para con mis estudios*

### *A los docentes:*

*Que me han acompañado durante este largo camino forjándome y brindándome toda enseñanza en mí persona con profesionalismo ético en la adquisición de los conocimientos.*

*\* Br. Arlen Junieth Velásquez  
Cruz.*

## *Dedicatoria*

### *A Dios:*

*A mi padre celestial por haberme dado el regalo de la vida, por estar siempre conmigo dándome fortaleza ante cualquier dificultad luchando día a día para poder llegar hasta este maravilloso momento en mi formación como profesional.*

### *A mi Madre:*

*Verónica del Carmen Solórzano López*

*Por su amor incondicional toda la vida, por ser mi consejera brindándome todo su apoyo durante mi educación y por demostrarme siempre el camino del bien lo cual ha hecho en mí que sea una persona con valores.*

### *A mi Padre:*

*Henry Manuel Mayorga Caldera*

*Por ser mi ejemplo a seguir, por ser la persona que ha estado conmigo en las buenas y en las malas, mostrando siempre ejemplos de vida, de perseverancia, ejemplos de superación, cualidades que solo a un buen hombre lo caracterizan.*

### *Mis hermanos:*

*Cristhian Bismarck Mayorga López y Henry Manuel Mayorga López quienes de igual manera han estado conmigo en situaciones difíciles y nunca me han dejado solo siempre apoyando en cualquier situación.*

### *Mi Familia:*

*Mi abuela Celia Indiana Caldera Reyes que ha sido como una madre para mí apoyándome moral y espiritualmente, siendo otro ejemplo a seguir, a mis primos y tíos: Eduardo Mayorga, Silvia Mayorga, Pablo Solórzano y Brenda Mayorga por estar conmigo en momentos difíciles brindándome su apoyo en el transcurso de mi formación profesional.*

*\* Br. Emir Alexander Mayorga  
López.*

## *Agradecimiento*

### *A DIOS:*

*Por regalarme la oportunidad de culminar con éxitos mis estudios universitarios, por brindarme la sabiduría y entendimiento necesario para poder conllevar todas y cada una de las necesidades que durante este largo trecho.*

### *A mis padres:*

*Verónica del Carmen Solórzano López y Henry Manuel Manuel Mayorga Caldera por haberme dado todo su cariño y apoyo incondicional para poder salir adelante y llegar a cumplir una de mis metas.*

### *A mis hermanas*

*Cristhian Bismarck Mayorga López y Henry Manuel Mayorga López, quienes me han apoyado siempre moralmente para salir adelante en esta etapa de mi vida.*

### *A los docentes:*

*A la Ing. Emilseth Carolina Padilla Duarte por brindarnos todos sus conocimientos para poder terminar con éxito nuestra monografía, siendo de gran aporte todos y cada uno de sus consejos a lo largo de este proceso.*

*\* Br. Emir Alexander Mayorga  
López.*

## *Dedicatoria*

### *A Dios:*

*Primeramente le doy las infinitas gracias a DIOS por darme la vida y la oportunidad de culminar con éxito mi tesis sabiendo que todo esto fue gracias a él. Por brindarme la sabiduría y el entendimiento. Por tanto este maravilloso logro se lo dedico para la gloria de su nombre...*

### *A mi Madre:*

*Felicia Josefa Martínez solano*

*Por su amor incondicional brindándome todo su apoyo durante mis estudios universitarios por sus consejos, por inculcarme buenos valores y sobre todo por encaminarme por el camino correcto y cumpliendo con la palabra de DIOS donde dice en proverbios 22:6 instruye al niño en su camino, y aun cuando fuere viejo no se apartara de él. Te amo mama.*

### *A mi Padre:*

*Guillermo José Toruño García*

*Por brindarme todo su apoyo, siempre dándome ánimos y consejos durante mi preparación como ingeniero.*

### *A mi Hna.:*

*Yorleni Jeannette Toruño Martínez*

*Por siempre estar a mi lado apoyándome, aconsejándome y por llevarme siempre en sus oraciones.*

### *Mi Familia:*

*Mi tía Yamileth del Socorro Martínez Solano quien ha sido como una segunda madre para mí apoyándome siempre y siendo otro ejemplo a seguir, a mis sobrinas: Raquel Jamileth y Yorleni Belén Vallejos Toruño. Siendo mis niñas consentidas a quienes amo mucho.*

*Dr. Guillermo Fauricio Toruño Martínez*

# *Agradecimiento*

## ***A DIOS:***

*Por su gran amor incondicional y por su gran misericordia que nos ha permitido llegar hasta esta etapa de mi vida dándome sabiduría y fortaleza para culminar con éxitos mis estudio como profesional.*

## ***A mis padres:***

*Felicia Josefa Martínez solano y Guillermo José Toruño García por haberme dado todo su cariño y apoyo incondicional para poder salir adelante y llegar a cumplir una de mis metas.*

## ***A mí hermana***

*Yorleni Jeanette Toruño Martínez quien me ha apoyo siempre moralmente para salir adelante en esta etapa de mi vida.*

## ***A los docentes:***

*A la Ing. Emilseth Carolina Padilla Duartes y al Ing. José Méndez por brindarnos de su valioso tiempo y guiándonos para que esta tesis haya sido un éxito.*

## ***A la ingeniera:***

*A la Ing. Sílvia López. Por compartir de sus conocimientos con cada uno de nosotros. Estrechando su mano amiga y aconsejándonos.*

*Br. Guillermo Fauricio Toruño Martínez*

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el centro experimental agrícola (CEA-UNI), ubicada a 15 km del departamento de Masaya en la comarca "Santa Clara" del municipio de Tisma.

La investigación se realizó con el propósito de evaluar la aplicación del (BIOSOLIDO XOLOTLAN) como fertilizante edáfico aplicado al cultivo de la chiltoma (*Capsicum annum*) de la variedad tres canto y a su vez identificar las propiedades físicas y químicas antes y después de su aplicación para conocer el aumento de macro y micro elementos existentes en el suelo, de esta manera se procedió a determinar la dosis única aplicable al cultivo en base a sus necesidades nutricionales, obteniendo como resultado mediante una metodología de cálculo para fertilización la dosis encontrada fue de **2.23 lb/planta**.

El área total del estudio fueron de 346m<sup>2</sup>, donde se utilizó un diseño experimental de dos parcelas, de cuatro bloques de 10 surcos cada uno utilizando la variedad Tres canto que se aplicara de forma intercalada utilizando un sistema por goteo por un periodo de tiempo de 1 hora por la tarde siendo esta necesaria debido a las condiciones climáticas de la zona. En cada bloque habrá 3 aplicaciones (dosis única) de Biosólido Xolotlán y dos sin ningún tipo de fertilización (Testigo Absoluto).

Se evaluaron y compararon las variables de desarrollo y cosecha en la elaboración de este estudio, todo esto con el fin de obtener datos los cuales posteriormente fueron evaluados y comparados, predominando la dosis aplicada del tratamiento Biosólido en casi un 53% con respecto al tratamiento Testigo.

Los costos de producción para el cultivo de la chiltoma destinados para 1 ha aplicando el BSX proyectado a un ciclo productivo tiene un costo de C\$81,750, obteniendo una producción de 3098 mallas con un % de frutos de 168 por malla, teniendo como resultado una ganancia de C\$1,002,886. Para el caso estimado de producción del cultivo de chiltoma para 6 ciclos productivos se obtiene un costo de C\$114,480, produciendo de esta manera un monto de 18593 mallas obteniendo de esta manera una ganancia de C\$6,393,812.

## INDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACION</b> .....	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.</b>	<b>Objetivo General</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2.</b>	<b>Objetivo Especifico</b> .....	<b>4</b>
<b>V.</b>	<b>MARCO TEORICO</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1.</b>	<b>Origen del Biosólido</b> .....	<b>5</b>
5.1.1.	Generalidades del Biosólido.....	5
5.1.2.	Definición.....	5
5.1.3.	Sitios de aplicación .....	6
5.1.4.	Beneficios del Biosólido .....	6
5.1.5.	Ventajas.....	7
<b>5.2.</b>	<b>Antecedentes de los Biosólido en otros países</b> .....	<b>7</b>
5.2.1.	Norma de la EPA.....	7
5.2.2.	Marco reglamentario en Europa .....	9
5.2.3.	Normas francesa .....	9
5.2.4.	El caso de alemán.....	10
5.2.5.	El caso Inglés.....	10
5.2.6.	Experiencia Surafricana .....	11
5.2.7.	Real Decreto Español .....	12
5.2.8.	Valor agronómico del sustrato de biosólido .....	14
<b>5.3.</b>	<b>Característica del Biosólido</b> .....	<b>15</b>
5.3.1.	Características físicas.....	16
5.3.2.	Características químicas .....	16
5.3.3.	Características biológicas .....	17
<b>5.4.</b>	<b>Biosólido Xolotlán</b> .....	<b>17</b>
5.4.1.	Uso de los sólidos de aguas servidas.....	18
<b>5.5.</b>	<b>Beneficio y riesgo del biosólido</b> .....	<b>22</b>
5.5.1.	Materia orgánica.....	24
<b>5.6.</b>	<b>La generación de las aguas residuales</b> .....	<b>25</b>
5.7.1.	Tratamiento preliminar.....	26
<b>5.7.</b>	<b>Biosólidos: regulación de su uso</b> .....	<b>26</b>
5.7.1.	Manejo responsable de los biosólido .....	26
<b>5.8.</b>	<b>Normativa en el mundo sobre los biosólidos</b> .....	<b>27</b>
<b>5.9.</b>	<b>Cultivo de la Chiltoma</b> .....	<b>27</b>

5.9.1.	Origen .....	27
5.9.2.	Clasificación taxonómica.....	28
5.9.3.	Características Morfológicas y Fisiológicas .....	28
5.9.4.	Plagas y Enfermedades .....	30
5.9.5.	Requerimientos Agroclimáticos.....	32
5.9.6.	Variedad a ser Evaluada.....	34
5.9.7.	Manejo Agronómico .....	34
<b>5.10.</b>	<b>El riego por goteo.....</b>	<b>37</b>
5.10.1.	Características.....	37
5.10.2.	Ventajas y desventajas.....	37
5.10.3.	Diseño agronómico .....	38
5.10.4.	Necesidades de lavado .....	39
<b>VI.</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1.</b>	<b>Hipótesis de Investigación .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2.</b>	<b>Hipótesis Nula .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3.</b>	<b>Hipótesis alternativa .....</b>	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>DISEÑO METODOLOGICO .....</b>	<b>41</b>
<b>7.1.</b>	<b>Descripción del lugar .....</b>	<b>41</b>
<b>7.2.</b>	<b>Datos del área de estudio .....</b>	<b>42</b>
<b>7.3.</b>	<b>Condiciones Edafoclimáticas de la Zona .....</b>	<b>42</b>
7.3.1.	Clima .....	42
7.3.2.	Viento .....	43
7.3.3.	Precipitación Pluvial.....	43
7.3.4.	Humedad Relativa.....	43
7.3.5.	Temperatura.....	43
7.3.6.	Radiación solar .....	43
7.3.7.	Evaporación .....	43
7.3.8.	Evapotranspiración Real (ETr).....	44
7.3.9.	Coeficiente del Cultivo (Kc) .....	44
<b>7.4.</b>	<b>Propiedades hídricas del suelo.....</b>	<b>45</b>
7.4.1.	Capacidad de campo (CC) .....	45
7.4.2.	Punto de Marchitez Permanente (PMP).....	45
7.4.3.	Limite Productivo (Lp).....	45
<b>7.5.</b>	<b>Propiedades Físicas de los suelos. ....</b>	<b>45</b>
7.5.1.	Estructura .....	46
7.5.2.	Textura.....	46

7.5.3.	Densidad Aparente del suelo (Da) .....	47
7.5.4.	Densidad de la fase solida del suelo (Dr).....	47
7.5.5.	Porosidad .....	47
<b>7.6.</b>	<b>Propiedades químicas del suelo.</b> .....	<b>48</b>
7.6.1.	Acidez del suelo (pH).....	48
7.6.2.	Materia Orgánica (MO).....	49
<b>7.7.</b>	<b>COSTO Y PRODUCCION</b> .....	<b>49</b>
<b>7.8.</b>	<b>CALCULO DE LA DOSIS DE BIOSOLIDO PARA EL CULTIVO DE CHILTOMA</b> 50	
<b>7.9.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>51</b>
7.9.1.	Condiciones Climáticas .....	51
7.9.2.	Levantamiento topográfico del área de estudio .....	52
7.9.3.	Muestreo de suelo.....	52
7.9.4.	Diseño agronómico .....	53
7.9.5.	Diseño geométrico .....	54
<b>7.10.</b>	<b>Instalación del sistema de riego por goteo.</b> .....	<b>54</b>
7.10.1.	Herramientas y equipos utilizados en la instalación.....	55
7.10.2.	Trazo y excavación de zanjas.....	55
7.10.3.	Ensamblaje de las tuberías .....	55
7.10.4.	Pasos para la instalación de la cinta de goteo a la tubería maestra.....	56
<b>7.11.</b>	<b>Manejo agronómico</b> .....	<b>56</b>
7.11.1.	Preparación del terreno.....	56
7.11.2.	Desinfección del suelo.....	56
7.11.3.	Elaboración de los surcos.....	56
7.11.4.	Aplicación de Fertilizante .....	57
7.11.5.	Siembra.....	57
7.11.6.	Control de malezas .....	57
7.11.7.	Control de plagas y enfermedades .....	57
<b>7.12.</b>	<b>Variables respuesta</b> .....	<b>57</b>
<b>7.13.</b>	<b>Medición de las Variables de desarrollo</b> .....	<b>58</b>
7.13.1.	Diámetro de Tallo (mm).....	58
7.13.2.	Número de Tallos .....	58
7.13.3.	Altura de Tallo (cm).....	58
7.13.4.	Número de Hojas .....	58
7.13.5.	Ancho de Hojas .....	58
<b>7.14.</b>	<b>Medición de las Variables de Cosecha</b> .....	<b>59</b>
7.14.1.	Número de Frutos .....	59

7.14.2.	Diámetro Polar (mm) .....	59
7.14.3.	Diámetro Ecuatorial (mm) .....	59
7.14.4.	Peso del fruto (gr).....	59
<b>7.15.</b>	<b>Rendimiento (Kg/m<sup>2</sup>): .....</b>	<b>59</b>
<b>VIII.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>60</b>
<b>8.1.</b>	<b>Resultado de las propiedades edafológicas de la zona .....</b>	<b>60</b>
8.1.1.	Resultados del análisis físico de suelo (laboratorio) .....	60
8.1.2.	Interpretación de los resultados del análisis físico del suelo.....	60
8.1.3.	Resultados del análisis Químico del suelo (laboratorio) .....	63
<b>8.2.</b>	<b>Resultado de la Evapotranspiración .....</b>	<b>66</b>
<b>8.3.</b>	<b>Resultados del Diseño Agronómico de sistema de riego por goteo .....</b>	<b>67</b>
<b>8.4.</b>	<b>Resultado del Diseño Hidráulico del sistema de riego por goteo.....</b>	<b>68</b>
<b>8.5.</b>	<b>Resultados del Diseño Geométrico del Sistema de Riego .....</b>	<b>69</b>
<b>8.6.</b>	<b>CALCULO DE DOSIS PARA LA APLICACIÓN DEL BIOSOLIDO .....</b>	<b>71</b>
8.6.1.	Calculo para el Nitrógeno (N).....	71
8.6.2.	Calculo de la cantidad de fosforo disponible .....	72
8.6.3.	Calculo para el Potasio (K) .....	72
8.6.4.	Calculo de la Dosis de Biosólido .....	74
<b>8.7.</b>	<b>Resultados de las variables de respuesta (V. Desarrollo, V. Cosecha).....</b>	<b>75</b>
8.7.1.	Comparación de los resultados de las variables de desarrollo a los 55 DDS	75
8.7.2.	Resultados de la comparación entre tratamientos (BSX-Testigo). Altura de la plántula a los 55 DDS.....	75
8.7.3.	Resultados de la comparación entre tratamientos (BSX-Testigo). Diámetro del Tallo a los 55 DDS .....	76
8.7.4.	Resultados de la comparación entre medias de la variable número de hojas a los 55 DDS .....	76
8.7.5.	Resultados de la comparación entre medias de la variable ancho de la hoja a los 55 DDS .....	77
8.7.6.	Resultados de la comparación entre medias de la variable longitud de la hoja a los 55 DDS.....	77
8.7.7.	Comparación de los Resultados de las variables de cosecha.....	78
8.7.8.	Resultados de la comparación entre media de la Variable Numero de Frutos A los 55 días .....	78
8.7.9.	Resultados de la comparación entre media de la Variable Peso del Fruto A los 55 días .....	78
8.7.10.	Resultados de la comparación entre media de la Variable Ancho del Fruto.	

8.7.11. Resultados de la comparación entre media de la Variable Largo del Fruto.  
79

<b>8.8. RENDIMIENTO DEL BIOSOLIDO</b> .....	80
8.8.1. Variable BSX.....	80
8.8.2. Variable Testigo.....	81
<b>8.9. Resultados de los costos de producción.</b> .....	83
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	<b>91</b>
<b>X. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>93</b>
<b>XII. ANEXOS</b> .....	<b>i</b>
<b>ANEXOS I: DISEÑOS</b> .....	<b>i</b>
• DISEÑO AGRONOMICO .....	i
• DISEÑO HIDRAULICO .....	iv
<b>ANEXOS II: FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
Figura 1: Secuencia de diseño de un RLAF .....	ix
Figura 2: Factor de Perdidas de conexión en el emisor .....	i
Figura 3: Análisis químico de suelo antes de la siembra.....	ii
Figura 4: Análisis químico de suelo después de la siembra .....	iii
Figura 5: Análisis químico del Biosólido Xolotlán .....	i
Figura 6: Análisis químico del Biosólido Xolotlán .....	ii
Figura 7: Estructura del Suelo .....	iii
<b>ANEXO III: FOTOGRAFIAS</b> .....	<b>iv</b>
Fotografía 1-2: Traslado de Biosólido al CEA-UNI.....	iv
Fotografía 3: Limpieza del terreno antes.....	v
Fotografía 4: Limpieza del terreno después.....	v
Fotografía 5: Levantamiento de muestras .....	vi
Fotografía 6: levantamiento de muestras (Corte en V).....	vi
Fotografía 7: Germinación de la semilla.....	vii
Fotografía 8: Limpieza de Camellones .....	vii
Fotografía 9: Instalación del sistema de riego.....	viii
Fotografía 10: Elaboración de Surcos .....	viii
Fotografía 11: Desinfección del terreno .....	ix
Fotografía 12: Desinfección del terreno (Glyphonex) .....	ix
Fotografía 13: Elaboración de surco (Identificación de Surcos) .....	x
Fotografía 14: control de maleza .....	x
Fotografía 15: Aplicación de biosólido Xolotlán.....	xi
Fotografía 16: Aplicación de biosólido Xolotlán.....	xi
Fotografía 17: Ahoyado .....	xii

<b>Fotografía 18: Trasplante .....</b>	<b>xii</b>
<b>Fotografía 19: Establecimiento de Trampas Amarillas .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Fotografía 20: Trampas Amarillas.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Fotografía 21: Plagas y Enfermedades (Marchitez).....</b>	<b>xiv</b>
<b>Fotografía 22: plagas y enfermedades .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Fotografía 23: Levantamiento de parámetros a los 15 DDT .....</b>	<b>xv</b>
<b>Fotografía 24: Levantamiento de parámetros a los 15 DDT .....</b>	<b>xv</b>
<b>Fotografía 25: Levantamiento de parámetros a los 35 DDT (Biosólido) .....</b>	<b>xvi</b>
<b>Fotografía 26: Levantamiento de parámetros a los 35 DDT (Testigo).....</b>	<b>xvi</b>
<b>Fotografía 27: Levantamiento de parámetros a los 55 DDT (Biosólido) .....</b>	<b>xvii</b>
<b>Fotografía 29: Variables de Cosecha.....</b>	<b>xviii</b>
<b>Fotografía 30: Variables de Cosecha.....</b>	<b>xviii</b>

## I. INTRODUCCION

En Nicaragua la necesidad de adoptar medidas en pro de mejorar la relación con el medioambiente a través de la implementación de la fertilización Orgánica, así como la necesidad de mejorar los suelos altamente degradados en la mayoría del territorio Nacional, surge como una oportunidad para la aplicación de los lodos producidos en la Planta de Tratamiento de aguas residuales conocido como Biosólido.

Hoy en día como parte de las nuevas Tendencias de la innovación Tecnológica en la agricultura se pretende evaluar el “Biosólido”, el que aporta diferentes niveles de nutrientes, presentando entre sus fortalezas un alto nivel de materia orgánica, adicional a la presencia en valores porcentuales de componentes claves como es el: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Dicha validación se realizó con el cultivo de la chiltoma en donde se determinó un área para el ensayo en el centro experimental agrícola CEA- UNI, se tomaron muestras de suelo con el objetivo de obtener la disponibilidad de nutrientes, y datos que sean necesarios para la determinación de una dosis, al obtener la dosis se aplicó de forma manual a la planta así como también se realizaron tratamientos sin ningún tipo de fertilización. En este ensayo se tomaron en cuenta variables de desarrollo y cosecha con el fin de obtener el rendimiento en el cultivo con la aplicación de este producto. El sistema de riego que se utilizó durante este ensayo fue el riego por goteo.

## II. ANTECEDENTES

En el Centro de Experimentación Agrícola CEA UNI-RUPAP se ha realizado una evaluación sobre la aplicación del sustrato (Biosólido Xolotlán), en el cultivo del maíz donde se aplicaron dosis de manera empírica donde se utilizaron dosis con distintas cantidades.

El ensayo el cual lleva por título “Evaluación del sustrato de Biosólido en el cultivo del maíz (*Zea Mays*) de la variedad NB-6” fue la primera aplicación de este producto realizada en el CEA-UNI ubicado en municipio de Tisma, Masaya, en la cual se obtuvieron resultados muy satisfactorios en dependencia de una aplicación del sustrato en distintos tratamientos de manera empírica con relación a testigo absoluto (Estrada Pérez & Silva Lòpez, 2014).

Actualmente se han realizado análisis sobre el producto en el cual se puede concretar una dosis con respecto a las propiedades fisico-químicas que ofrece el producto y las necesidades nutricionales del cultivo a desarrollar.

### **III. JUSTIFICACION**

Al utilizar abonos orgánicos se evita la contaminación de los suelos y aguas siempre y cuando se utilicen adecuadamente ya que en grandes cantidades puede ocasionar daños.

En este trabajo se evaluó el Biosólido como fertilización edáfica en función de rendimiento para el cultivo de la chiltoma y de esta manera demostrar los beneficios que ofrece mediante la aplicación de manera adecuada y necesaria, para esto se llevó a cabo la realización de un análisis de suelo y metodología de cálculo para obtener de esta manera una dosis adecuada.

La aplicación de este producto surge como una inmediata solución a los problemas actuales en la agricultura, los cuales se han venido dando por mucho tiempo debido al uso indiscriminado de fertilizantes químicos en los cultivos, este producto permitirá el desarrollo del cultivo y permitirá en gran manera la sustitución de fertilizantes químicos en el campo.

Este programa de fertilización no consiste solamente en aplicar el elemento faltante si no en mantener un balance adecuado de los nutrientes en el cultivo y suelo. Siendo este un factor importante para la rentabilidad en el campo agrícola puesto que su precio en el mercado está al alcance de cualquier productor.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

- ✓ Evaluar el Rendimiento en el Cultivo de la chiltoma variedad tres canto con la Aplicación del fertilizante Biosólido Xolotlán como alternativa orgánica.

### **4.2. Objetivo Especifico**

- ✓ Caracterizar las propiedades físico-químicas del suelo, a través de muestreo de campo y análisis de laboratorio.
- ✓ Determinar las dosis adecuadas para la aplicación del Biosólido en el cultivo de la Chiltoma en base a las necesidades nutricionales del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el área a evaluar.
- ✓ Comprobar el rendimiento del Biosólido en el cultivo de la Chiltoma en comparación con una parcela testigo absoluto.
- ✓ Analizar los costos de fertilización para conocer la rentabilidad del producto.

## **V. MARCO TEORICO**

### **5.1. Origen del Biosólido**

El Biosólido se genera mediante el proceso de tratamiento de las aguas residuales que se da a partir de una combinación de procesos Físicos, Químicos y Biológicos produciéndose en grandes volúmenes de lodos orgánicos siendo estos altamente putrescibles y para facilitar el manejo de estos se someten a procesos de espesamiento, digestión y deshidratación llevándolos a plantas solares en los que estos pasan a un proceso de secado de 12 a 22 días dependiendo del clima para que puedan llegar a formarse a lo que llamamos Biosólido con un Pellets de 0.5 a 2 cm de diámetro. (Biwater, 2014).

La incorporación de Biosólido a la actividad agrícola está permitiendo reducir su potencial contaminante y al integrarlos a la cadena productiva como abono y mejoradores del suelo se reducen sustancialmente los costos de producción e incrementan los rendimientos en los cultivos.

#### **5.1.1. Generalidades del Biosólido**

Actualmente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Managua se encuentra en pro del desarrollo de la comercialización de dicho producto, ya que se conoce de las bondades que este provee a la agricultura orgánica debido a su alto contenido de nutrientes, NPK y materia orgánica la que proporciona una mejoría en el suelo.

La sociedades agrarias desde sus inicios han usados los desperdicios tanto del hombre como del animal para fertilizar las tierras y sembrar sus semillas las que han sido enriquecidas dado que los materiales que son descargados en las redes de alcantarillado de aguas residuales no son desperdicios sino que son de gran valor y un antiguo medio para enriquecer el suelo. (Biwater, 2014).

#### **5.1.2. Definición**

El Biosólido es un fertilizante y mejorador de suelos totalmente orgánico, es un fertilizante de liberación lenta. Son productos reciclados, cuya aplicación no reduce la cantidad de ningún recurso no renovable tal como el fósforo. (Biwater, 2014).

Los Biosólido son residuos sólidos, semisólidos y líquidos generados durante el tratamiento de desechos sanitarios producidos por el tratamiento de aguas residuales. Es un abono orgánico que aportan macro y micro nutrientes al suelo, además de contribuir sustancialmente a la nutrición de cultivos agrícolas, también pueden mejorar las propiedades de las tierras cuando se aplican en dosis apropiadas.

No obstante otra definición acerca de los Biosólido es que estos son sólidos provenientes de tratamientos de aguas residuales municipales, estabilizados biológicamente, con suficiente concentración de nutrientes (mayores y menores), contienen bajo contenido de microorganismo patógenos, presencias permisibles de metales pesados, que se pueden utilizar como fertilizantes, acondicionador o mejoradores de suelos, de acuerdo a la composición físico- química del biosólido y la vocación de uso del suelo.

### **5.1.3. Sitios de aplicación**

En terrenos agrícolas, bosques, campos de pastoreo, o en terrenos alterados que necesitan recuperación, viveros de plantas, cementerios, para uso en jardines y fines ornamentales, céspedes domésticos, en suelos de uso forestal, para la producción de forraje y pastoreo de corte.

Deben ser aplicados durante las labores culturales que requieren remoción de suelo y muy especialmente en suelos de baja fertilidad.

- **Sitios donde no se pueden aplicar:** Los biosólido no deben ser aplicados en terrenos congelados o cubiertos de nieve, no deben de ser aplicados cuando la parte comestible de la planta no este contacto directo con el suelo. (Biwater, 2014).

### **5.1.4. Beneficios del Biosólido**

La aplicación del biosólido al terreno proporciona nutrientes, renovando la materia orgánica de los suelos altamente degradados mejorando de esta manera sus características morfológicas y la absorción del agua. (Biwater, 2014).

Este provee elementos esenciales para el crecimiento vegetal proporcionándoles de esta manera macronutrientes tales como: nitrógeno, fosforo, potasio y micronutrientes como: níquel y zinc. Benéficamente la

incorporación de los elementos micro y macronutrientes aporta nutrientes a largo plazo de forma lenta pero continua aumentando así la actividad microbiana ayudando de esta manera la producción agrícola.

### **5.1.5. Ventajas**

El uso del biosólido consta de dos funciones las cuales son muy ventajosas ya que pueden ser incorporados como enmiendas siendo un tipo de acondicionador del suelo y como fertilizante aplicándolo directamente a las plantas proporcionándoles nutrientes esenciales para su desarrollo.

Debido a que son orgánicos pueden ser incorporados lentamente por las plantas en crecimiento, son menos solubles en agua y por lo tanto tienen una menor probabilidad de lixiviarse al agua subterránea o ser arrastradas a las aguas superficiales. Reduce los costos de fertilización y los riesgos de contaminación al no aplicar químicos.

## **5.2. Antecedentes de los Biosólido en otros países**

A continuación se presenta una síntesis de lo que ha sido el desarrollo reglamentario sobre el tema de los biosólidos en otros países.

### **5.2.1. Norma de la EPA**

Unas referencias muy importantes son las normas de la Agencia Medio ambiental de los Estados Unidos (EPA). La norma 503 presenta valores límites para la utilización agrícola y una clasificación de BEQ (biosólido de excelente calidad). A continuación una reseña resumida de cómo han evolucionado las normas sobre los biosólidos en Estados Unidos:

- 1972: el Congreso de los Estados Unidos explico el Acta del Agua Limpia (Clean WaterAct) en la que se ignoraron los biosólidos.
- 1984: experto de la (**EPA**) seleccionaron preliminarmente 200 contaminantes en los biosólidos y se escogieron 50 para investigación exhaustiva.
- Entre 1985-1988 se llevaron a cabo evoluciones detalladas de riegos, nacionales y expide legislación encargando a la EPA de crear normas técnicas para los biosólido y la identificación de elementos contaminantes.

- A finales de los 80 la **(EPA)** propuso estándares, muy debatidos entre las comunidades científicas, técnicas, los grupos ambientalistas y al público en general.
- En los años 90: en 1993 la **(EPA)** lanzó las primeras normas técnicas, extremadamente conservadoras. Se presentaron pocas demandas ante la Corte Federal pero se hicieron cambios en los Límites del Cromo, Selenio y Molibdeno.
- Se definieron los límites para la aplicación de biosólido en el suelo y las concentraciones límites para la utilización agrícola los biosólido y se establecieron límites para distintos tipos de biosólido (calidad excepcional y otras).

**Cuadro No 1.Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólido (NOM-004-SEMARNAT-2004).**

*Fuente: uso de biosólido pdf. Los valores registrados en el cuadro están expresados en mg/kg de solido seco.*

Parámetro(mg/kg de Biosólido seco)	Biosólido del Excepcional Calidad según Norma EPA503	Límites Máximos Permisibles Según norma EPA 503-13
<b>Arsénico</b>	41	75
<b>Cadmio</b>	39	85
<b>Cobre</b>	1500	4300
<b>Cromo</b>	1200	3000
<b>Mercurio</b>	17	57
<b>Molibdeno</b>	18	75
<b>Níquel</b>	420	420
<b>Plomo</b>	300	840
<b>Selenio</b>	100	100
<b>Zinc</b>	2800	7500

Desde el punto de vista de calidad bacteriológica se clasifican en clase A aquellos biosólidos con contenidos de 1,000 Coliforme fecales /gramo o menos y clase B los que presentan contenidos de 2,000.000 o menos Coliforme fecales/gramo de biosólido totales.

### 5.2.2. Marco reglamentario en Europa

Como consecuencia de las nuevas políticas de saneamiento en Europa, que buscan aumentar las coberturas de alcantarillado y el nivel de tratamiento de las aguas residuales, se vienen generando cada vez mayores cantidades de lodos y consecuentemente los problemas de disposición. Desde finales de 1998 se prohibió la disposición en el mar y a partir del 2002 en rellenos. Buscando sostenibilidad, Europa pretende por el reciclaje de los lodos de tratamientos en forma de nutrientes, mediante la aplicación a suelos agrícolas. De acuerdo con la Directiva de la Unión Europea 91/27/EEC sobre los tratamientos de aguas residuales urbanas, “los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales deberán ser reutilizados como sea factible “. En cuanto a otras acciones de disposición se establece.

**(I) Para relleno sanitario:** esta forma deberá ser mirada como última opción; inclusive, se ha pensado en el establecimiento de un impuesto al relleno que permita un mejor reflejo de los verdaderos costos ambientales de esta forma de disposición.

**(II) Incineración:** se mira como una opción de reducción de contaminación y se plantea su aplicación a residuos no tóxicos, se incluye la incineración por acción de los residuos, así como pirolisis, gasificación o cualquier otro tratamiento térmico.

### 5.2.3. Normas francesa

En Francia, el 60% de la producción de lodos se esparce en tierras agrícolas, solución que se apoya con el gobierno; a la vez debido a los riesgos potenciales ligados a esta práctica, el objetivo es hacer más exigentes los requerimientos a la calidad de los lodos y el manejo de los riegos sanitarios, buscando simultáneamente un mejor entendimiento y una mayor confianza de parte de la población.

Los siguientes son los valores límites para los biosólidos utilizados en agricultura en Francia; se presentan comparados con los valores de la EPA:

**Cuadro No 2.Valores de la EPA**

Elementos traza (gr/ton masa seca)	Valor límite Reglamento Francia	EPA valor límite Superior	EPA biosólido Calidad excepcional
<b>Cadmio</b>	15	85	39
<b>Cromo</b>	1000	/	/
<b>Cobre</b>	1000	4300	1500
<b>Mercurio</b>	10	57	17
<b>Níquel</b>	200	420	420
<b>Plomo</b>	800	840	300
<b>Selenio</b>	/	100	100

*Fuente: Agricultura en Francia*

Como puede verse la norma francesa es en general un poco más estrictas que las normas de Estados Unidos.

#### **5.2.4. El caso de alemán**

En Alemania, el lodo debe cumplir con normas relacionadas con el residuo y con fertilizantes; de acuerdo con la regulación sobre residuos se da prioridad al reciclaje de la materia orgánica sobre la recuperación de energía. El enterramiento de lodos (rellenos sanitarios), será prohibido a partir de junio de 2005.

El gobierno busca promover esta política por medio de debates con la participación de distintos actores, buscando el mejoramiento general de la calidad de los lodos. Desde 1990, los productores de lodos crearon un Fondo de garantías para abordar cualquier caso de contaminación derivado de la aplicación agrícola de los lodos, este fondo es administrado por la oficina federal agrícola y recogen recursos del orden de US\$10 por toneladas de lodos aplicadas agrícolamente.

#### **5.2.5. El caso Inglés**

Hasta finales de 1998, la Gran Bretaña disponía en el mar cerca del 25% de sus lodos; desde entonces, esta práctica se encuentra prohibida. Las empresas de agua han tenido que buscar formas alternativas de disposición; por ejemplo hoy en día el 46% de los lodos líquidos son utilizados en la agricultura. Las autoridades ambientales buscan que se haga mayor disposición agrícola que incineración. Los

costos necesarios para lograr el cumplimiento de la nueva legislación se incorpora a la tarifa del agua.

### 5.2.6. Experiencia Surafricana

Hasta finales de los 80 la forma más común de disposición de los biosólidos (48%) era descargada en terrenos, aunque una porción importante ha sido la aplicación en terrenos agrícolas con el (20%), y otra cantidad similar (20%) se acumula en planta como material de secado al aire y las lagunas. La práctica de descarga en terrenos ha sido prohibida desde hace 10 años.

La necesidad de material orgánico para los suelos es una razón importante para la disposición de biosólidos en tierras agrícolas, pero con el cumplimiento de las guías para su utilización. Las guías expandidas en 1991 cuatro tipos de biosólido (A a D) así:

**Cuadro No 3. Tipos de biosólido**

Tipo de biosólido	Origen/tratamiento	Características-calidad
<b>Tipo A</b>	Lodos crudos o procedentes de pozos sep. lagunas	Inestables, con patógenos, sin estabilizar, pueden causar olores
<b>Tipo B</b>	Lodos digeridos anaeróbicamente	Digeridos total o particularmente, con patógenos
<b>Tipo C</b>	Lodos pasteurizados, tratados térmicamente, estabilizados con cal, compostados, irradiados	Estabilizados ausencia de huevo de Áscaris o Salmonella menos de 1000 calífcales por 10g MS
<b>Tipo D</b>	Lodos pasteurizados tratados térmicamente, estabilizados con cal, compostados, irradiados	

Fuente: <https://documentacion.ideam.gov.co/.../Elementosparaunareglamentaciondebiosolidos>

Los valores límites de las normas surafricanas para los años 1991 y 1997: (mg/kg MS).

**Cuadro No 4. Valores límites de las normas surafricanas**

Metal	Limite 1991	Limite 1997	Norma Francia
<b>Cd</b>	20	15,7	15
<b>Co</b>	100	100	/
<b>Cr</b>	1750	1750	1000
<b>Cu</b>	750	50,5(?)	1000
<b>Hg</b>	10	10	10
<b>Mo</b>	25	25	/
<b>Ni</b>	200	200	200
<b>Pb</b>	400	50,5(?)	200
<b>Zn</b>	2750	353,5	800
<b>As</b>	15	15	3000
<b>Se</b>	15	15	
<b>B</b>	80	80	
<b>F</b>	400	400	

Fuente: <https://documentacion.ideam.gov.co/.../Elementosparaunareglamentaciondebiosolidos>

#### **5.2.7. Real Decreto Español**

El Real Decreto 1310 del 29 de octubre de 1990 regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. El Decreto establece que solo podrán utilizarse en la actividad agraria lodos tratados (por vía biológica, química o térmica o cualquier procedimiento apropiado). Parte de la calidad que deben tener los suelos en los que se pueden aplicar lo lodos tratados.

**Cuadro No 5. Concentraciones límites de metales pesados en los suelos para disposición de lodos tratados.**

(Los valores se expresan en mg/kg de masa seca).

Parámetro	Valores limite	
	Suelo con pH menor de 7	Suelo con pH mayor de 7
<b>Cadmio</b>	1	3,0
<b>Cobre</b>	50	210,0
<b>Níquel</b>	30	112,0
<b>Plomo</b>	50	300,0
<b>Zinc</b>	150	450,0
<b>Mercurio</b>	1	1,5

Fuente: <https://documentacion.ideam.gov.co/.../Elementosparaunareglamentaciondebiosolidos>

Asimismo establece la calidad de los lodos tratados que pueden ser destinados a utilización agraria:

**Cuadro No 6. Concentraciones límites de metales pesados en lodos tratados para disposición agrícola.**

(Los valores se expresan en mg/kg de materia seca)

Parámetros	Suelos con pH menor de 7	Suelos con pH mayor de 7	EPA-BEQ	EPA 503-13
<b>Cadmio</b>	20	40	39	85
<b>Cobre</b>	1000	1750	1500	4300
<b>Níquel</b>	300	400	420	420
<b>Plomo</b>	750	1200	300	840
<b>Zinc</b>	2500	4000	2800	7500
<b>Mercurio</b>	16	25	17	57
<b>Cromo</b>	1000	1500	-	-

Fuente: <https://documentacion.ideam.gov.co/.../Elementosparaunareglamentaciondebiosolidos>

En ambos casos, para el suelo y los biosólidos es importante el pH del suelo, de manera que para suelos en rango alcalino se tolera casi el doble de la concentración de los diferentes parámetros. Para los suelos ácidos, las concentraciones límites son muy parecidas a las del BEQ (Biosólido de excelente calidad) de la (EPA) de los Estados Unidos. Por otro lado el mismo Real Decreto define las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en los suelos, basándose en una media de diez años: cantidades anuales máximas de metales pesados que se podrán introducir en los suelos anualmente.

**Cuadro No 7. (Los valores se expresan en kg/Ha/año).**

Parámetros	Valores limites
<b>Cadmio</b>	0.15
<b>Cobre</b>	12,00
<b>Níquel</b>	3,00
<b>Plomo</b>	15,00
<b>Zinc</b>	30,00
<b>Mercurio</b>	0,10
<b>Cromo</b>	3,000

Fuente: <https://documentacion.ideam.gov.co/.../Elementosparaunareglamentaciondebiosolidos>

### 5.2.8. Valor agronómico del sustrato de biosólido

La valorización agrícola de los biosólidos de plantas depuradoras es una salida lógica a dos problemas: la necesidad de aportar nutrientes a los cultivos y la de dar un uso racional a sus residuos locales. La búsqueda de un destino para los biosólidos de las ciudades representa hoy un importante desafío ecológico a nivel mundial. La aplicación de estos productos a los suelos es considerada normalmente una alternativa aceptable.

Está comprobado que el incremento del contenido de materia orgánica del suelo; por su aporte de N orgánico, aumenta el contenido de N mineral disponible para los cultivos y por su nivel de nutrientes influye en la concentración de fósforo, calcio, potasio, magnesio, zinc, boro y cobre del suelo.

Por lo tanto, el uso de los biosólidos en agricultura es importante en muchos países como un sustituto parcial de los fertilizantes y como un corrector de las propiedades físicas. La Unión Europea, Estados Unidos y otros países desarrollados destinan un

porcentaje importante de los biosólidos para la agricultura, llegando en algunos casos al 60%

Los biosólidos son un importante proveedor de nutrientes a los suelos, y ese aporte de nutrientes puede dar lugar a mayores rendimientos de cultivos y pasturas, en función de las características del ambiente y del manejo agrícola. Los biosólidos actúan como un sustituto parcial de los fertilizantes y generalmente se encuentran respuestas positivas por parte de los cultivos (biomasa y rendimiento) a su agregado.

Estas respuestas en rendimiento pueden ser semejantes a las encontradas con fertilizantes químicos y aun superiores. Sin embargo, en todos los casos las respuestas suelen estar limitadas por las condiciones hídricas durante el ciclo del cultivo.

Por otro lado, con otros abonos orgánicos los biosólidos son considerados mejoradores de las propiedades físicas de los suelos, lo cual se hace evidente cuando se usan como enmienda en suelos degradados. La degradación del suelo se vincula con la pérdida de la estabilidad estructural, el encostramiento y las densificaciones, a lo cual se une la reducción de la actividad biológica y procesos de degradación química (disminución del contenido de materia orgánica y agotamiento de nutrientes).

El problema se agrava cuando la magnitud del proceso conduce a la pérdida del horizonte A. La remoción de este horizonte reduce considerablemente la productividad de los suelos y afecta los agroecosistemas. Además de la producción agropecuaria, muchas otras actividades (minería, construcción, etc.) provocan degradación de suelos y la pérdida del horizonte superficial. Los biosólidos pueden servir también como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes líquidos

### **5.3. Característica del Biosólido**

La aplicación de biosólidos proveen de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, incluyendo el nitrógeno y el fósforo, y nutrientes esenciales.

Debido a que sus nutrientes son de origen orgánico pueden ser incorporados lentamente por la planta en crecimiento, estos son menos solubles en agua y por lo tanto, tienen una mayor probabilidad de lixiviarse al agua subterránea o ser arrastrados a las aguas superficiales. La aplicación de biosólido mejora la textura del suelo así como la capacidad de absorción. Los biosólidos pueden servir también como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes líquidos

### **5.3.1. Características físicas**

Los lodos de origen primario y secundario se presentan en forma de un líquido que contienen partículas heterogéneas en suspensión, su volumen representa entre 0.05 al 0.5% del volumen de agua tratada para los lodos frescos en el que la floculación del agua aumenta el volumen de los lodos y sobre todo su peso en un 10%.

El color de los lodos varía su color entre el pardo y el gris, y su olor es a menudo desagradable puesto que son productos fermentables entre los principales parámetros físicos tenemos:

- Contenido de materia seca
- Contenido de materia volátil
- Contenido de agua intersticial
- Carga específica
- Resistencia específica
- Comprensibilidad y poder calórico. (Biwater, 2014).

### **5.3.2. Características químicas**

La composición química de los biosólido varía dependiendo de su origen y el método de tratamiento que les proporcione y entre sus principales parámetros químicos tenemos:

- Materia orgánica: corresponde a la materia volátil, y varía de 60 a 85% de la materia seca.
- Elementos nutrientes: Se trata del contenido de nitrógeno total, fósforo y potasio siendo sustancias que favorecen el crecimiento de la planta.
- Micro contaminantes orgánicos: son sustancias que pueden tener acción negativa sobre el tratamiento de los lodos y sobre su utilización en la agricultura, se trata generalmente de productos de síntesis químicas encontrándose en las aguas de desecho domésticas e industriales.
- Micro contaminantes minerales: Los lodos contienen numerosos elementos minerales, algunos de ellos tienen una acción positiva sobre las plantas o sobre los animales (Fe, Cu, Mn, Zn), sin embargo otros tienen acción negativa sobre el uso posterior de las aguas negras (Pb, Cd, Hg y Ni).

### **5.3.3. Características biológicas**

Las aguas residuales contienen flora y fauna variadas que se encuentran en parte en los lodos y sus principales organismos presentes son: bacterias, virus, parásitos, hongos, algas y macro fauna. (Bewater, 2014).

### **5.4. Biosólido Xolotlán**

La planta de tratamiento de aguas residuales de Managua o planta de tratamiento de aguas servidas “Augusto C. Sandino”, provee el transporte de las aguas residuales sanitarias y tratamiento para el área metropolitana de Managua, Nicaragua. La planta tiene capacidad de procesar hasta 180 mil m<sup>3</sup> de aguas residuales por día y se encuentra ubicada a orillas del Lago Xolotlán y fue inaugurada el 20 de febrero de 2009.

La planta opera un nuevo sistema de tuberías de 32 kilómetros (19,883878144 mi) que conecta con la red de alcantarillado de la ciudad. La planta es la única en Centro América. El Biosólido Xolotlán es un subproducto del proceso de tratamiento de las aguas servidas de la ciudad de Managua bajo condiciones controladas.

¿Dónde y porque utilizar el Biosólido Xolotlán?

Biosólido Xolotlán por sus características orgánicas pueden ser utilizadas en el terreno para establecerlo de nutrientes y renovar la materia orgánica de los mismos. Se puede utilizar en terrenos agrícolas, bosques, campos de pastoreos o en terrenos alterados que necesitan recuperación, mejora la estructura del suelo, ayuda a reducir la erosión y contribuye a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

El sustrato biosólido debe de aplicarse uniformemente un gasto calculado según la capacidad de absorción del suelo; si se toma muy en cuenta la longitud del surco, el espaciamiento entre surco y el tiempo de recorrido, de esta forma se evita daño al terreno y a las plantas.

Para su colocación el suelo estos se deben esparcir en la superficie o aplicarlo directamente y así proveerle larga vida a los nutrientes de la cosecha. Estos componentes en zonas reducidas destinadas a la minería, excavaciones, Construcciones o erosión; los biosólidos ayudan a componer la tierra reconstruyendo así todas las capas importantes de la superficie.

Los sólidos que se procesan en la planta de tratamientos son de vuelta al medio ambiente en varias formas:

- 1- Aplicándolos en la tierra.
- 2- Quemándolos.
- 3- Estabilizados químicamente.
- 4- Transformado en pellets.

#### **5.4.1. Uso de los sólidos de aguas servidas**

Los sólidos de aguas servidas poseen una gran variedad de usos. En la politización, los sólidos de aguas servidas se secan y son depositados dentro de un molde de pellet (biosólido), luego estos son usados como acondicionador de los suelos siendo estos añadidos en mezclas con fertilizantes o mezclados con tierra de vertedero para incrementar la vegetación. Este pellet una fuente especialmente valiosa en cultivos de frutos cítricos y otras cosechas que requieren de nutrientes orgánicos, una vez que los sólidos son removidos de las aguas servidas (biosólido) y han sido tratado tienen la función de mejorar la fertilidad de los suelos, contribuyendo tanto a los esfuerzos por reciclar los desechos como a su vez preservar el medio ambiente acuático disminuyendo su contaminación.

El uso adecuado de los biosólidos enriquece el suelo, contribuyendo eficazmente con el empleo de productos de bases orgánicas. En ciclos naturales, el uso de productos de aguas servidas ayuda a reducir la cantidad de desechos destinados a los vertederos y disminuye la necesidad de fertilizantes químicos derivados del petróleo.

La captura de los desperdicios sólidos en la planta de tratamiento ubicada en Managua primero pasa por el contenedor número 1 aquí unas barras automáticas se encargan de retener los desechos sólidos, trasladándolo a un contenedor especial mientras pasa el agua. Seguido de la eliminación de partículas gruesas y solidas que pasan hacia unos canales en donde llegan al fondo de un tanque y brazos especiales lo colectan hacia un vertedero donde son trasladados luego hacia la chureca.

#### 5.4.1.1. Proceso de producción del biosólido en Nicaragua



*Figura 1: Informe descriptivo de producción de biosólido*

#### 5.4.1.2. Captura de desperdicios sólidos

El número uno te indica donde está la puerta de entrada de las aguas servidas a la planta de tratamiento. Aquí, un sistema de barras automáticas se encarga de retener los desechos sólidos y trasladarlos a un contenedor especial, mientras deja pasar el agua.

#### 5.4.1.3. Eliminación de partículas gruesas y grasas

El agua, ya libre de los desechos sólidos más grandes, pasa luego por estos canales diseñado para remover partículas sólidas gruesas y grasas aún presentes en el agua.

Como se puede observar en la figura 1 mientras el agua corre por los canales, las partículas gruesas y grasas van a parar al fondo del tanque. Ahí son “rascados” por unos brazos especiales y enviados a un vertedero donde se juntan a los capturados durante la primera parte del proceso. Ambos son trasladados luego por camión hasta el botadero de la chureca.

#### 5.4.1.4. Sedimentación y producción del “lodo primario”

El agua luego va a parar a alguno de estos nueve tanques, que están equipados con un sistema de platos inclinados de lamela (un material tipo pvc) diseñados para acelerar el proceso de sedimentación.

La posición inclinada de los platos permite que corra el agua al tiempo que retiene los sedimentos y los obliga a deslizarse hacia el fondo de los tanques.

El agua, un poco más limpia, continúa su camino hacia un nuevo sistema de filtros (seguí los números en azul). El “lodo” es bombeado a través de una tubería subterránea a unos tanques especiales (seguí los números en naranja).

#### **5.4.1.5. Filtrado (pasa al color azul)**

En estos seis tanques tiene lugar un proceso denominado “tratamiento biológico por filtros de goteo”. El agua es primero bombeada a unos brazos distribuidores, ubicados en la parte superior de los tanques, que giran continuamente mientras dejan caer el agua de forma uniforme.

La gravedad obliga a esta a descender por nueve niveles de, que terminan creando un eco-sistema atractivo para los microorganismos presentes en el agua: los tanques tienen entradas de aire, que les proporciona oxígeno para vivir. Pero al acumularse unos encima de otros, los microorganismos terminan asfixiándose entre sí. Una vez muertos, se desprenden de los filtros y caen al fondo de los tanques.

#### **5.4.1.6. Sedimentación y producción de más lodo (pasa al color azul)**

El agua pasa ahora por estos “tanques sedimentados secundarios” en donde se repite el proceso con los platos inclinados de lamela descrita anteriormente. Los microorganismos muertos son parte de los sedimentos que se acumulan en el fondo, y el agua, ya limpia, puede ser vertida en el lago sin contribuir a su contaminación.

#### **5.4.1.7. Espesamiento de los lodos (pasa al color naranja)**

Aquí se junta el lodo recogido en los diferentes tanques sedimentadores, una especie de sopa espesa que todavía es 97% agua y dos brazos giratorios gigantes lo remueven constantemente para hacerlo un poco más espeso.

#### **5.4.1.8. Digestores anaeróbicos (pasa al color naranja)**

El lodo espesado pasa luego a estos “digestores anaeróbicos” herméticamente sellados, en donde permanece por 21 días.

Mezcladores mecánicos lo remueven constantemente mientras se va produciendo un proceso de descomposición natural, que lo hace más estable. El gas metano liberado como parte de este proceso, es capturado y trasladado

por un sistema de tuberías fuera de los tanques, para ser quemado. Eventualmente, sin embargo este gas podría ser empleado para calentar los digestores mejorando el proceso de estabilización o para producir energía eléctrica que podría ser ocupada para garantizar el funcionamiento de todo o al menos parte del equipo empleado por la planta.

#### **5.4.1.9. Prensado (pasa al color naranja)**

El lodo estabilizado es luego enviado a una prensa que se encarga de reducir aún más el nivel de agua (hasta un 80%), creando una especie de “pastel de lodo” que puede ser empleado como fertilizante. Y para facilitar su uso el Gobierno acaba de comisionar a Biwater la construcción de lo que será la planta solar de secado de lodo más grande del mundo, que permitirá reducir el nivel de agua a nada más un 40%, facilitando así su transporte y uso en la agricultura.

Para la producción del biosólido, luego que pasa el agua por la eliminación de partículas sólidas y gruesas el agua va a parar a unos de 9 tanques diseñado para acelerar el proceso de sedimentación en el que la posición inclinada de los platos permite que el agua corra y los sedimentos se retengan hiendo a parar al fondo del tanque.

En el último proceso el agua es reducida hasta un 80% quedando así una especie de pasta en donde es utilizada como fertilizante. Las aguas negras que se vierten al sistema de alcantarillado, que normalmente las conduce a cuerpos de agua como mar, lagos y ríos provocando la contaminación de aguas naturales por eso es importante que, antes de su uso vertido a los causes receptores puedan ser tratadas para minimizar su impacto contaminante sobre el medio ambiente.

#### **5.4.1.10. Naves de secado solar**

En este proceso realizan el proceso de secado de manera natural y artificial de los lodos que salen de los filtros bandas o prensado. Estas naves están equipadas tipos invernaderos, con material de policarbonato,



*Figura 2: Secado Solar Bsx*

que tienen una longitud de 120 metros y ancho de 60 metros, ubicadas de este a oeste, aprovechando la luz solar del trópico, además cuentan con un equipo que se utiliza para el secado, que mueve el lodo con regularidad.



**Figura 3: Naves de Secado Solar**

Este dispositivo de voltear y trasladar el lodo a lo largo y ancho de la nave, es conocido, el “Wendewolf” (volteador y transportador). Las naves de secado solar cuentan con ventiladores que sirven para un permanente cambio de

aire. El aire saturado de humedad adentro de la nave está reemplazado por aire fresco desde fuera, lo cual de nuevo permite absorber rápidamente el agua evaporado por el secado.

Este proceso dura entre 18 a 22 días aproximadamente. Al final se obtiene un producto seco hasta un 96% y con una humedad de un 4%

### 5.5. Beneficio y riesgo del biosólido

Es importante destacar que el uso de estos lodos modifica las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo:

- Aumenta la retención del agua.
- Mejora la estructura.
- Incrementa la CIC.
- Aporta macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (Fe, S, Mo, Al, Ca, Mg y Zn) de manera prolongada, dándole más fertilidad.
- Incrementa la M.O.
- Aumenta la actividad microbiana.
- Ayuda a disminuir la contaminación por agroquímicos.



**Figura 4: Exposición del Material**

A corto plazo la adición de incorporar este elemento al suelo tendera a mejorar la productiva del suelo , ya que el alto contenido de Materia Orgánica, (60-

85% en materia seca), se facilita a la disponibilidad, suministro inmediato y transporte de nutrientes necesario para el crecimiento y desarrollo de la planta principalmente N, P y nutrientes mejoradores de la planta.

**Posee las siguientes características:**

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos y contribuyen a su mineralización.
- Mejora las condiciones del suelo.
- Favorece la producción agrícola con un manejo sostenible de los recursos disponibles.
- Lodo de clase A, según las normas ambientales de la EPA de los Estados Unidos de América.
- biosólido es un granulado seco con migas de 0.5 a 2.0 cm de diámetro.
- El producto se presenta en granulado grueso para aplicación manual.
- Olor a fertilizante químico.
- Con alta capacidad de absorción de agua y disposición ideal para el desarrollo de sistema radicular de todo tipo de plantas en viveros.
- Color gris.
- El producto se aplica manualmente.



### **5.5.1. Materia orgánica**

La materia orgánica contenida en los biosólido ayuda a retener el agua en los suelos esta retención extra de agua puede reducir grandemente la frecuencia de riego al cultivo y facilitar a la vez el recurso agua los biosólido gracias a la M.O son beneficiosos al mejorar la estructura del suelo.

#### **5.5.1.1. Nitrógeno**

Es nutrimental esencial en la nutrición de las plantas que es principalmente absorbido como amonio y nitrato. El nitrógeno orgánico es liberado lentamente durante mucho meses proveyendo continuamente a los cultivos y minimizando el movimiento potencial a las aguas del subsuelo.

#### **5.5.1.2. Fosforo**

Es un nutriente básico para el crecimiento de planta y está presente en el biosólido en diferentes concentraciones.

#### **5.5.1.3. Micronutrientes**

Este se influye en diferentes sales y metales necesarios para el crecimiento de la planta y presente en los biosólido en diferentes cantidades. A largo plazo el lodo entrega nutrientes de forma lenta pero continua a la planta mejorando así las propiedades físicas de los suelos a como la estructura, permeabilidad y poder de amortiguamiento.

#### **5.5.1.4. Riesgo de Biosólido Xolotlán**

El aprovechamiento de los lodos procedentes de la planta de tratamiento de Managua para la obtención de los cultivos este causa una preocupación en lo que se respecta a la contaminación ambiental.

Dentro de este contexto se extiende como contaminante a una sustancia orgánica e inorgánica o una combinación de ambos tipos de organismo o patógenos que después de las descarga que se realizaran a través de diversas vías de exposición ingestión o simulación por organismos directamente del medio ambiente o indirectamente por ingestión en la cadena alimenticia puede causar la muerte, enfermedades, mutaciones genéticas entre otros.

Se menciona que en la actualidad, el aprovechamiento de los lodos residuales y biosólido en suelos agrícolas representan una fuente contaminante debido a la presencia de metales pesados, compuestos orgánicos potencialmente tóxicos, organismos patógenos y nutrimentos en exceso.

#### **5.5.1.5. Micro contaminante**

Los lodos contienen en poca cantidad, varios productos que pueden ser tóxicos para las plantas presentar en si inconvenientes o hasta ser peligrosos para el hombre a través de las plantas. Estos micronutrientes pueden ser divididos en orgánicos y minerales

Por otro lado los Micro contaminantes minerales son esencialmente pesados ya que el contenido de los lodos son elementos potencialmente tóxicos (ETP) representa la mayor limitante en su uso agrícola esto si se aplican cantidades excesiva de (ETP) en el suelo estos también pueden contaminar las aguas subterráneas, producir toxicidad en la planta y tener efectos adversos en los microorganismo del suelo o acumularse en los tejido de las planta. Los animales herbívoros pueden también acumular metales pesados y pasarlos a otros animales que coman este último contaminante índico.

Es por eso que los biosólido deben de ser especialmente tratados o desinfectados para destruir estos patógenos que se presentan en concentraciones significativos de bacterias, virus y parásitos.

#### **5.6. La generación de las aguas residuales**

El incremento en la urbanización e industrialización en las sociedades contemporáneas ha provocado un dramático crecimiento en el volumen de aguas residuales municipales e industriales en todo el mundo. Estas aguas residuales contienen todas las sustancias que entran en los metabolismos humanos, tales como comida, bebidas, productos farmacéuticos, una gran variedad de productos químicos que se usan en las labores domésticas, y las sustancias descargadas.

Por las que se usan en las labores domésticas, y las sustancias descargadas por las industrias y el comercio a los sistemas de alcantarillado. Además el agua de lluvia y su contacto con diversos materiales contribuye a esta composición

de las aguas residuales. Esto da como resultado que los constituyentes de las aguas residuales municipales descargadas en los sistemas de alcantarillado sean un reflejo de nuestra civilización y del metabolismo humano y urbano

Los niveles de tratamientos de las aguas residuales municipales se clasifican en:

**5.7.1. Tratamiento preliminar.** Se define como el proceso por el cual se eliminan constituyentes de agua cuya presencia puede provocar problemas de funcionamientos y mantenimientos en los procesos posteriores.

**5.7.1.1. Tratamientos primarios.** En este tratamiento se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de las materias orgánicas del agua residuales por medio de una operación físicas como la sedimentación.

**5.7.1.2. Tratamientos secundarios:** El objeto de este tratamiento es la remoción de la materia orgánica degradable y sólido suspensión por procesos biológicos. A menudo se incluyen la desinfección como parte del tratamiento secundario.

Control y eliminación de nutrientes. Remoción de nitrógenos y fósforos por tratamientos biológicos o químicos.

**5.7.1.3. Tratamientos terciarios:** Remoción de residuos sólidos suspendidos (después del tratamientos secundarios), normalmente por medio de un filtro granular. Desinfección y remoción de nutrientes también son incluidos a menudo en este tratamiento.

## **5.7. Biosólidos: regulación de su uso**

### **5.7.1. Manejo responsable de los biosólido**

Para asegurar la seguridad y bienestar de los suelos, agua, animales y personas es necesario realizar una evaluación prudente de su uso y tener un control local sobre el mismo. Por eso solamente deben aplicarse biosólidos que cumplan con requisitos estrictos que estén encaminados a proteger la salud, seguridad y bienestar de la gente y animales así como la calidad de agua y el suelo.

Los biosólidos son fuentes valiosas de nutrimentos para los cultivos. Sin embargo, principalmente debido a su contenido de organismos patógenos y elementos potencialmente tóxicos, este producto tiene diferentes restricciones. Por lo tanto el uso del biosólido en la agricultura está estrictamente regulado en muchos países.

## 5.8. Normativa en el mundo sobre los biosólidos

En el Real Decreto citado de la definición de lodos de depuración “lodos tratados”, así como las características que han de cumplir los lodos tratados para poder ser reutilizados en la agricultura. Los biosólidos son una valiosa fuente de nutrientes para los cultivos. Sin embargo principalmente debido a la presencia de organismos patógenos y elementos principalmente tóxicos (PTE) este producto tiene diferentes restricciones. Por lo tanto la utilización de lodos de depuradora en la agricultura está estrictamente regulada en la mayoría de los países, con el fin de minimizar o evitar el riesgo de contaminación; las diferentes regulaciones nacionales o internacionales busca como objetivo un control en diferentes factores como transmisión de patógenos, contaminación de suelos.

- **Utilización en Nicaragua**

El sitio donde se encuentra localizada la nueva planta de tratamiento es en Managua en el km 8 1/2 carretera norte, aquí se generan lodos durante su proceso. Es por eso que se han dado alternativas para su uso.

## 5.9. Cultivo de la Chiltoma

### 5.9.1. Origen

La chiltoma es originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América, específicamente de las zonas de Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años. Fue llevado a España por Colón en su primer viaje (1493) y en el siglo XVI, se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses.



**Figura 6: Chiltoma (*Capsicum Annum*)**

La chiltoma es una hortaliza muy apreciada por su valor nutritivo, se destaca por su alto contenido de ácido ascórbico, valor que incluso es superior al de los cítricos. El fruto fresco de la chiltoma presenta altos contenidos en vitaminas A, C y en calcio. (Laguna, Sarria, & Gutiérrez, 2006).

## **5.9.2. Clasificación taxonómica**

**División:** Embriophyta

**Subdivisión:** Angiospermas

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Polomoniales

**Familia:** Solanáceas

**Género:** Capsicum

**Especie:** annum

## **5.9.3. Características Morfológicas y Fisiológicas**

### **5.9.3.1. Planta**

Es una planta herbácea con ciclo de cultivo anual, de porte variable entre los 0.5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre), y más de dos metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernaderos). El ciclo vegetativo varía de acuerdo a las variedades. Este puede durar entre los 65 a 110 días.

### **5.9.3.2. Sistema radicular**

Su raíz es pivotante, alcanzando una profundidad de 90-120 cm. (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 0.50 a 1.0 m.

### **5.9.3.3. Tallo principal**

De crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite dos o tres ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de

forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente). (INTA, 2014)

#### **5.9.3.4. Hoja**

Son simples, alternas, pequeñas, con limbo oval lanceolado de bordes lisos, color verde oscuro, aovadas, enteras. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal, parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. (INTA, 2014).

#### **5.9.3.5. Flor**

Las flores son actinomorfas, hermafroditas, aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca, el estigma generalmente está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10 %.

#### **5.9.3.6. Fruto**

El fruto es una baya hueca con dos a cuatro lóbulos, los cuales forman cavidades interiores con divisiones visibles, es de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco), algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. También existe una diversidad de formas de frutos, pero generalmente se agrupan en alargados, tres cantos y redondeados

### 5.9.3.7. Semillas

Las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre tres y cinco mm, son ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años. El número de semillas por gramo es de 130 a 150. (Laguna, Sarria, & Gutiérrez, 2006)

### 5.9.4. Plagas y Enfermedades

#### 5.9.4.1. Plagas

- **Manejo de mosca blanca (Bemisia tabaci) La mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.):**

Es un insecto muy pequeño de color blanco que por lo general afecta una diversidad de cultivos y malezas. Causa varios tipos de daño como son: transmisión de virus, chupa la savia y produce una mielecilla o fumagina donde se reproduce el hongo *Capnodium* spp. que cubre la hoja afectando la fotosíntesis. La mosca blanca tiene la característica de tener una alta tasa de reproducción, ya que en su ciclo vital es capaz de poner entre 48 a 394 huevecillos. (INTA, 2014)



*Figura 7: Mosca Blanca*

- **Pulgones o Afidos, *Aphis gossypii* (Glover) y *Myzus persicae* (Sulzer):**



*Figura 8: Pulgones*



*Figura 9: Daños Provocados por esta plaga*

Los pulgones son pequeños insectos del orden Homóptera, familia Aphididae. Son chupadores, poseen un pico articulado por el que absorben la savia de las plantas. El tamaño varía entre 0.50 mm en las especies más pequeñas.

#### 5.9.4.2. Enfermedades

- **Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary):**

Es un hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícola cultivadas. En plántulas produce Damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, Observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos. (INTA, 2014)



*Figura 10: Podredumbre Blanca*

- **Marchitez fungosa (*Phytophthora capsici* Leonina):**

Este hongo, se caracteriza por ocasionar daños en cualquier parte de la planta, en los diferentes estados fenológicos de éstas. El ataque puede ser distinto, dependiendo de diversos factores, como son: las condiciones climáticas, cantidad de inóculos, variedad, suelo y estado vegetativo del cultivo. (INTA, 2014).



*Figura 11: Hongos en la Planta*

### **5.9.4.3. Enfermedades fisiológicas**

- **Quemaduras de sol:**

Manchas por desecación en los frutos, como consecuencia de su exposición directa a fuertes insolaciones.

- **Asfixia radicular:**

La chiltoma es una de las especies más sensibles a la inundación del suelo. Esta produce una ausencia de oxígeno, necesario para la respiración de las raíces, lo que ocasiona primero un amarillamiento de las hojas, seguido de marchitez e incluso la muerte de las plantas. (INTA, 2014).

- **Fitotoxicidad:**

La chiltoma es una especie que manifiesta con facilidad síntomas de toxicidad por la aplicación de productos inadecuados y en ocasiones por las altas temperaturas posteriores a su aplicación.

### **5.9.5. Requerimientos Agroclimáticos**

- **Suelo**

La chiltoma se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 40 centímetros de profundidad, de ser posible, franco-arenosos, con alto contenido de materia orgánica (3-4 %) y calcio, que sean bien drenados. Se debe evitar los suelos demasiados arcillosos. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7.0, aunque puede tolerar ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos arenosos puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. (Laguna, Sarria, & Gutiérrez, 2006).

- **Humedad**

La humedad relativa óptima necesaria para este cultivo, oscila entre el 50% y el 70%. Humedad relativa mayor de 70% favorece el desarrollo de enfermedades foliares (causadas principalmente por hongos y bacterias) y dificultan la fecundación. Altas temperaturas y baja humedad relativa pueden ocasionar aborto de flores y frutos recién cuajados.

- **Temperatura**

La chiltoma para su desarrollo óptimo necesita una temperatura media diaria de 24°C con rangos de 15 a 30°C. A temperaturas más bajas que las anteriores su crecimiento es limitado y con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. Las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutos. (INTA, 2014).

- **Humedad Relativa**

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y 70%; humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y bajas humedades relativas pueden ocasionar la caída de flores y frutos recién formados.

- **Riego**

El suelo debe presentar una lámina de agua total entre 900 y 1,200 mm para el ciclo del cultivo, desde el trasplante hasta el último corte comercial. En general, las plantas absorben el agua por las raíces junto con los nutrientes minerales disueltos en ella; utilizan el agua en la fabricación de carbohidratos durante la fotosíntesis y para el transporte interno de los nutrientes, las fitohormonas y los productos de la fotosíntesis, que son usados en la formación de nuevos tejidos y en el llenado de los frutos.

El cultivo de la chiltoma demanda riego durante su ciclo de desarrollo. El manejo del agua debe ser muy cuidadoso, porque la escasez o el exceso son inapropiados para la planta. Si no se proporciona la cantidad apropiada de agua por medio del riego, se daña la calidad del fruto, ocasionando rajaduras, o bien pudiera darse un asocio con la enfermedad fisiológica en el fruto de la pudrición apical. (INTA, 2014).

- **Luminosidad**

La chiltoma es una planta muy exigente a la luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende alargarse; en caso contrario, acortarse.

Esto indica que las épocas de siembra y la densidad deben ser congruentes con el balance de la luz.

### 5.9.6. Variedad a ser Evaluada

- **Variedad**

La variedad de chiltoma tres cantos ha sido evaluada y validada por el INTA en el Centro Experimental del Valle de Sabaco y con productores de los departamentos de Matagalpa y Jinotega. Se comprobó su Adaptación y producción, después de tres años de evaluación y validación en fincas con productores. (Laguna, Sarria, & Gutiérrez, 2006)



*Figura 12: Variedad Tres Canto*

- **Adaptabilidad**

La chiltoma tres cantos se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 1300 metros, con precipitaciones de 600 a 1200 mm; el exceso de lluvias durante la floración produce caída de flores, la humedad relativa óptima es de 70 a 90 %. Los suelos ideales son los de textura media o ligera ya sea francos o franco arenosos profundos y fértiles que tengan adecuada retención y buen drenaje de agua. El pH óptimo está entre 5.5 y 7.0 y no tolera suelos ácidos.

### 5.9.7. Manejo Agronómico

El ciclo vegetativo varía de acuerdo a las variedades, puede durar entre los 120 a 150 días, La Chiltoma es un cultivo de trasplante (semilleros o en bandeja de plástico), a los 28-32 días se realiza la extracción de la plántula para siembra en suelo definitivo. La variedad de mayor uso nacional es la conocida como tres cantos.

En trasplante se debe usar sustrato como lombri humus, aserrín, tierra, carbón de madera tamizado, ceniza o cascarilla de arroz, protección contra el viento, además los riegos deberán ser ligeros y no causar encharcamiento.

- **Semilleros en bancos**

Los suelos ideales para establecer el semillero son aquellos que cuentan con topografía plana, buen drenaje, libre de piedras, terrones y bajo contenido de arcilla, es aconsejable que exista una fuente de agua para realizar los riegos

necesarios, además debe protegerse el semillero contra los vientos. Los semilleros que se siembran en el suelo y en estructuras elevadas, son prácticas utilizadas por pequeños agricultores con poca tecnología.

- **Preparación de semillero al suelo**

Se prepara en bancos de 0.20 m de altura, 1.0 m de ancho por el largo deseado, los bancos o eras deben ser enriquecidas con materia orgánica descompuesta. Para un mejor desarrollo de las plántulas se recomienda sembrar a 0.15 m entre hileras y que no exceda de un centímetro la profundidad de siembra, después de la siembra se recomienda tapar el banco con cascarilla de arroz seca, hojas de chagüite y sacos.

Esta práctica se realiza para agilizar el proceso germinativo, manteniendo la humedad dentro de la era, el proceso germinativo dura entre 8 y 12 días, esto dependerá del vigor que tenga la semilla; las plántulas alcanzarán alturas de 0.15m, entre los 28 y 34 días después de la siembra (momento oportuno para su trasplante)

- **Preparación del terreno.**

Preparación manual: consiste en combinar chapoda, eliminando los rastrojos, utilizando azadón para incorporarlos al suelo y Tracción animal: la cual consiste en romper el terreno con el arado, incorporación de rastrojo.

- **Amarre**

Entre cada tutor, se sostienen con dos hilos paralelos, para fijar la planta se utiliza alambre, cabuya, yute u otro material.

- **Aporque**

Consiste en depositar suelo alrededor del cuello de la planta, en forma mecánica o manual, el objetivo es proporcionar aireación y mayor anclaje al sistema radicular

.

- **Poda**

Es poco frecuente, se realiza cuando se presenta el tizón tardío en las hojas inferiores.

- **Siembra**

Para la siembra de una hectárea se requiere preparar alrededor de 80 m<sup>2</sup> de semillero. Si el terreno ha sido convenientemente preparado y desinfectado, se requiere de 0.8 libras de semilla para sembrar una hectárea. El INTA está recomendando la siembra de almacigo en bandejas plásticas, con este sistema de siembra solamente se necesitan 3 onzas de semilla por hectárea.

- **Densidad Poblacional**

Siembra en camellones: La distancia entre surco o camellones es de 0.8 metros. La distancia entre planta es de 0.3 a 0.4 metros, esto permite una población de 31250 a 41666 plantas/Ha. (INTA, 2014)

- **Fertilización según el INTA**

Por lo general la fertilización utilizada consiste en la aplicación de: 1. Al trasplante u ocho días después, 250 Kg./ha de 15 - 15 - 15; 188 Kg./ha de superfosfato simple y 104 Kg/ha de muriato de potasio. 2. Al inicio de la floración, 188 Kg/ha de sulfato de amonio 3 cuando los frutos tienen 5 cm. de largo, 84 Kg/ha de urea. 4. Al inicio de la cosecha, 188 Kg/ha de sulfato de amonio.

- **Control de malezas**

Debido a que la planta de chiltoma no compite eficientemente con las malezas, lo más aconsejable es manejar las malezas mediante limpiezas manuales o con aplicación de herbicidas como Nabú y Fusilade.

La competencia entre las malezas y el cultivo reducen drásticamente el rendimiento, especialmente durante los primeros 60 días, el control de malezas puede hacerse por medios deshierbes oportunos.

- **Riego**

Las etapas críticas del cultivo en los requerimientos de agua es durante el crecimiento vegetativo, la floración y el fructificación, toda vez que el suelo tenga buen drenaje. Regularmente el riego se realiza cada 6 a 8 días.

- **Cosecha**

La chiltoma de tres cantos inicia la producción a los dos meses después del trasplante, prologándose por tres a cuatro meses, dependiendo del manejo y de las condiciones agroclimáticas del área de cultivo. En una hectárea se pueden cosechar aproximadamente 400 sacos/kg de Chiltoma con la variedad tres cantos.

### **5.10. El riego por goteo**

Es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores, comúnmente denominados “goteros”. La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por gotero.

El riego por goteo suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico. Este método, utilizado con gran éxito en muchos países, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración, y es válido para casi todo tipo de cultivos.

#### **5.10.1. Características**

- Utilización de pequeños caudales a baja presión.
- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión (emisores o goteros).
- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a caudales pequeños. Pero si el agua está a mucha presión subirá mejor hacia lugares de mayor altura.

#### **5.10.2. Ventajas y desventajas**

##### **Ventajas del Riego por Goteo ( (magrama, 2014)**

- Mejor aprovechamiento del agua. Se ahorra entre un 40-60 % de agua con respecto a otros sistemas de riego.
- Facilidad para realizar fertirrigación Disminución del riesgo de enfermedades
- Reducción de la mano de obra, sobre todo porque disminuyen las malas hierbas al no humedecer la totalidad del suelo

- Disminución de la utilización de abonos y fitosanitarios
- Incremento de la productividad y de la calidad de los cultivos.
- Riegos de alta frecuencia.
- Facilita la automatización. Se puede utilizar en terrenos de mucha pendiente.
- Uso de terrenos con topografía accidentada ,suelos pedregosos y de baja infiltración
- Mejor aprovechamiento de riego
- Reduce los problemas de malezas, debido a la menor superficie húmeda
- Aplicación de fertilizantes, pesticidas y correctores con el agua de riego.
- No impide las labores agrícolas.

### **Desventajas del Riego por Goteo ( (magrama, 2014)**

- Posibilidad de salinización del suelo
- Necesidad de mayor preparación técnica del agricultor
- Necesidad de fertilizantes totalmente solubles en agua
- Necesidad de alto grado de filtración
- Inversión inicial elevada.
- Tratamiento y filtración del agua.
- Daños de animales.
- Se necesita riego de germinación.
- Adquisición de repuestos.
- Se necesita personal calificado
- Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizante, pesticidas y productos aplicados al agua de riego.

### **5.10.3. Diseño agronómico**

Para el diseño agronómico del riego localizado se requiere información y cumplir con ciertas relaciones como a continuación se explica. Los datos de partida para el diseño agronómico son:

- Dosis neta de riego en el periodo pico ( $D_p$ ), expresada en litros/planta o en mm/día.
- Porcentaje de suelo mojado ( $P$ ), propuesto.
- Profundidad esperada de raíces para el suelo y cultivo de que se trate. En casi de que la profundidad de raíces sea muy grande no es conveniente considerarla en su totalidad para cálculos, por lo que es necesario proponer una profundidad de mojado.

- Intervalo mínimo y máximo entre riegos (I) que se desea, expresado en días.
- Resultados de la prueba de campo de un emisor, indicando radio de mojado.

#### **5.10.4. • Necesidades de lavado**

Cálculos: Con estos datos se puede iniciar una serie de tanteos que permitan llegar a definir las incógnitas del diseño agronómico. La proposición que se acepta es la que satisface las siguientes relaciones, tratando de seguir el orden en que se presentan.

- Profundidad de mojado = profundidad de raíces x K; variando el valor de K de 0.9 a 1.2.
- Área que se desea mojar por planta = área que moja un emisor x número de emisores por planta (para el caso de hortalizas o cultivos intensivos se sustituye planta por m<sup>2</sup>). El área que moja un emisor se obtiene de la prueba de campo o bien de la experiencia.
- Necesidad de agua, en litros por planta por día o en mm/día (N) x intervalo entre riegos, en días (T) = volumen de agua aplicado por emisor, en litros (Ve) x el número de emisores por planta o por m<sup>2</sup> (e).
- Disposición de laterales: Del diseño agronómico se obtiene una disposición de laterales y acomodo de las hileras de los cultivos (principalmente en hortalizas).

Esto se hace apegándose a las condiciones ya señaladas, las cuales permiten cumplir con los requerimientos de la planta. Para un mismo lote se pueden proponer diferentes soluciones que cumplan con el aspecto agronómico, quedando como elemento de decisión el costo de las alternativas propuestas.

## VI. HIPÓTESIS

### 6.1. Hipótesis de Investigación

La dosis del fertilizante evaluado de biosólido al cultivo de Chiltoma (***CAPSICUM ANNUM***) tuvo efecto sobre las variables de rendimiento con respecto al testigo.

### 6.2. Hipótesis Nula

**Ho:** La dosis de fertilizante evaluado de biosólido no tiene ningún efecto sobre las variables de rendimiento del cultivo de la Chiltoma (***CAPSICUM ANNUM***) variedad tres cantos.

### 6.3. Hipótesis alternativa

**Ha:** La dosis del fertilizante evaluado de biosólido tuvo un mayor efecto sobre las variables de rendimiento del cultivo de la Chiltoma (***CAPSICUM ANNUM***) variedad tres cantos en comparación con el testigo.

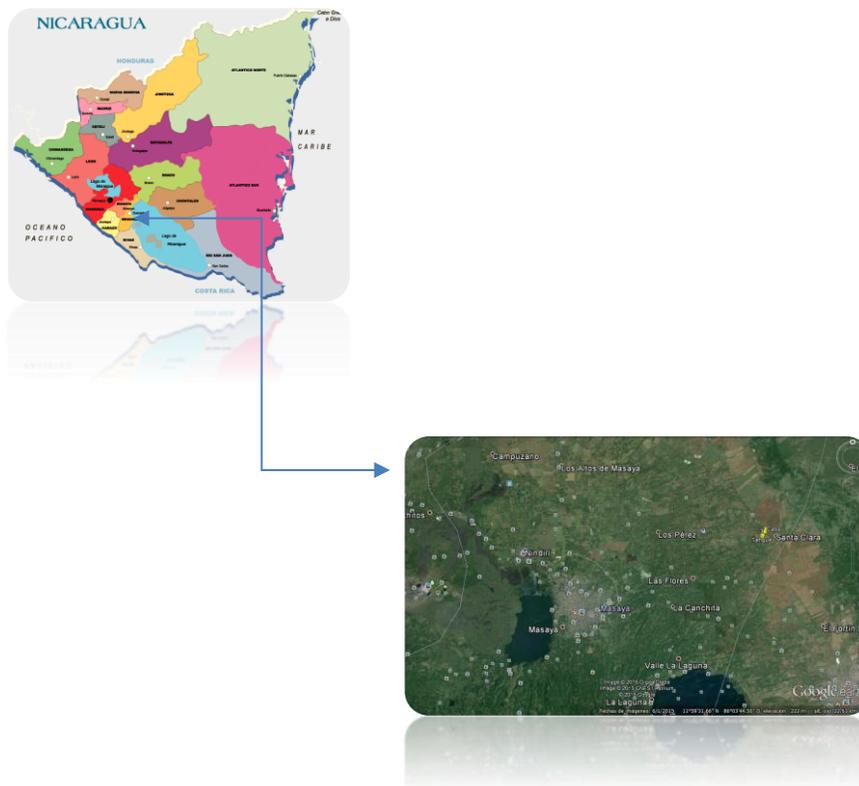
## VII. DISEÑO METODOLOGICO

### 7.1. Descripción del lugar

El presente estudio se realizara en el centro experimental agrícola (CEA-UNI), el cual forma parte de la Universidad Nacional de Ingeniería. Ubicada en la comarca “Santa Clara” de la comunidad las “Cortezas” en el municipio de Tisma departamento de Masaya, a 29 km al sur oeste de la ciudad de Managua, sus coordenadas geográficas  $86^{\circ} 05'$  y  $86^{\circ} 10'$ , longitud oeste  $13^{\circ} 27'$  y latitud norte  $13^{\circ} 29'$ , a una altura entre los 40 y 60 msnm.

- **Macro localización**

El estudio se realiza en la Centro Experimental Agrícola de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) ubicada en el Departamento de Masaya, que limita al Norte con el rio Tipitapa, al Sur con el Departamento de Carazo, al Este con el Departamento de Granada y al Oeste con el Departamento de Managua.



- **Micro localización**

La finca CEA-UNI está ubicada a 15 km del Departamento de Masaya, en la comarca Santa Clara de la Comunidad Las Cortezas Municipio de Tisma, tiene una extensión de 1.12 Km<sup>2</sup>. La finca se enmarca entre las coordenadas geográficas 86° 05` y 86° 10`, longitud oeste 13° 27` y latitud norte 13° 29`, a una altura entre los 40 y 60 msnm.

Esta limita al Norte con la Comarca “Los Veinticuatro”, al Sur con la Comunidad “La Bolsa”, al Este con la Comarca “San Guillermo”, y al Oeste con la Comunidad “Las Cortezas”.



## 7.2. Datos del área de estudio

El área utilizada para el ensayo presenta suelos moderadamente profundos entre 58 y 84 cm de profundidad, con una textura media a moderadamente fina (arcilloso y franco arcilloso), posee una estructura bien definida (bloques angulares y sub angulares de medios a fuertes) y suelos bien drenados.

## 7.3. Condiciones Edafoclimáticas de la Zona

### 7.3.1. Clima

El clima de la zona de estudio está clasificado como tropical sub húmedo, con temperaturas cálidas entre los 25 ° y 28°, precipitación media anual de 1100 a 1600 mm.

### **7.3.2. Viento**

Es una masa de aire en movimiento, la cual tiene una gran importancia en la elaboración del diseño de ciertos sistemas de riego ya que tiene una gran influencia en la eficiencia y uniformidad del sistema. Además influye en la estabilidad de los cultivos. Los datos de velocidades del viento de la zona en estudio (10 m/seg) fueron suministrados por INETER tomados a través de la estación meteorológica más cercana.

### **7.3.3. Precipitación Pluvial**

La importancia de la precipitación se debe al aporte de humedad que ofrece al suelo, la cual es utilizada por las plantas para su desarrollo

### **7.3.4. Humedad Relativa**

Representa el porcentaje de humedad no saturada existente en el aire. Esta capacidad de saturación es más grande cuanto mayor sea la temperatura de la masa, pues el aire absorbe más vapor cuanto más caliente esta.

### **7.3.5. Temperatura**

La temperatura está directamente relacionada con la intensidad, duración de la radiación solar y tiende a fijar los límites extremos de crecimiento de la planta, juega un papel importante en el desarrollo y crecimiento de un cultivo, la zona presenta temperaturas muy variadas para diferentes cultivos algunas recomendadas que oscilan entre 20 – 32°C, y temperaturas nocturnas debajo de los 20°C. Según los datos de temperatura se observa que la temperatura máxima es de 34°C en abril y la temperatura mínima es de 21°C en diciembre.

### **7.3.6. Radiación solar**

El efecto de la radiación solar en la actividad de la planta es un proceso botánico conocido como fotosíntesis. Todos los procesos de la planta, incluyendo la circulación del agua a través de las raíces, tallos y hojas, son acelerados por un incremento de la radiación solar.

### **7.3.7. Evaporación**

Este elemento climático tiende a variar debido a la acción de otros elementos meteorológicos y además por naturaleza de la superficie evaporante, dentro de

los elementos que tiene influencia tenemos la radiación solar, hora del día, nubosidad, temperatura del aire, la presión de vapor, el viento y la estación del año.

Los valores de evaporación donde se tiene el valor mínimo es el mes de octubre, los valores máximos de evaporación corresponden a la estación seca enero, febrero, marzo y abril, estando la máxima evaporación en el mes de marzo. Invirtiéndose el fenómeno en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre los cuales pertenecen a la estación lluviosa.

### **7.3.8. Evapotranspiración Real (ETr)**

Es la cantidad de agua que necesita la planta para poder cumplir sus necesidades de transpiración, así como las de evaporación del medio en que se desarrollan. La ETr es más difícil de calcular que la ETP o ETo, ya que además de las condiciones atmosféricas que influyen en la ETP o ETo, interviene la magnitud de las reservas de humedad del suelo y los requerimientos de los cultivos. Para determinarla se debe corregir la ETP o ETo con un factor Kc dependiente del nivel de humedad del suelo y de las características de cada cultivo.

### **7.3.9. Coeficiente del Cultivo (Kc)**

El coeficiente de cultivo, Kc, es un coeficiente de ajuste que permite calcular la ETr a partir de la ETP o ETo. Dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas, por ello, son variables a lo largo del tiempo.

Dependen también de las características del suelo y su humedad, así como de las prácticas agrícolas y del riego. Se hace alusión a este Kc en numerosas publicaciones, puesto que permiten conocer la ETr a partir de la ETP o ETo evitando el uso de métodos más precisos, pero de más difícil aplicación. Pueden encontrarse en literatura especializada o bien derivarse de acuerdo a los lineamientos establecidos por la FAO.

## **7.4. Propiedades hídricas del suelo.**

### **7.4.1. Capacidad de campo (CC)**

Esta propiedad hidrofísicas del suelo es de gran importancia ya que con la misma se puede conocer las posibilidades de almacén de agua en el suelo, así como sirve de base para el cálculo del agua disponible y la porosidad de aireación del suelo factores determinante del rendimiento de los cultivos.

No es posible concebir la aplicación de la técnica de riego sin el uso de este parámetro. Cuando el suelo alcanza la capacidad de campo se manifiesta la mayor disponibilidad de agua para la planta.

### **7.4.2. Punto de Marchitez Permanente (PMP).**

Se considera punto de marchitez, a la cantidad de agua que queda en el suelo expresada en por ciento base suelo seco, en el momento en que las plantas sufren de marchitez irreversible o permanente, es decir, es el agua que la planta no es capaz de absorber, lo cual se demuestra por sintomatología de la carencia de la misma. El conocimiento del punto de marchitez es fundamental para poder determinar el momento de riego, el cual debe hacerse antes de que el suelo llegue al por ciento de humedad correspondiente a este punto, debido a que la planta cuando la marchitez es permanente aunque se riegue no se recupera.

### **7.4.3. Limite Productivo (Lp)**

Se le llama Límite productivo a variables que tiene un carácter dinámico, depende de las condiciones del suelo, clima y cultivo, según la función que aconseja reducir el agotamiento admisible de la reserva de agua del suelo durante los periodos de demanda atmosféricas fuertes o de sensibilidad crítica al estrés.

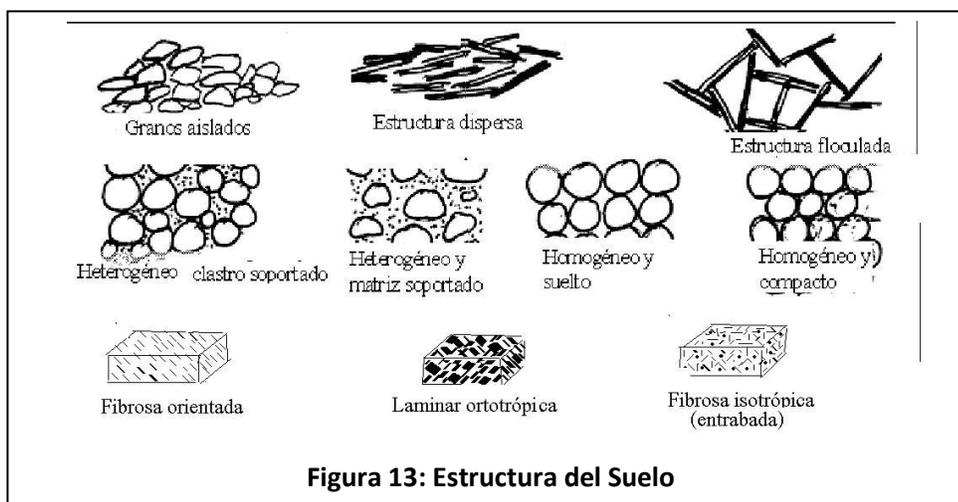
Generalmente el limite productivo se considera como el 66.67% de la capacidad de campo, aunque se pueden encontrar diversas opiniones de diferentes autores pero esta es la más aceptada.

## **7.5. Propiedades Físicas de los suelos.**

Entre las propiedades físicas se encuentran la textura, la densidad del suelo en su estructura natural, la densidad de su fase sólida, la porosidad. Estas propiedades son necesarias para el establecimiento del régimen de riego.

### 7.5.1. Estructura

La estructura del suelo es la granulometría de los elementos que lo componen y del modo como se hallan éstos dispuestos. La evolución natural del suelo produce una estructura vertical estratificada a la que se conoce como perfil. Las capas que se observan se llaman horizontes y su diferenciación se debe tanto a su dinámica interna como al transporte vertical.



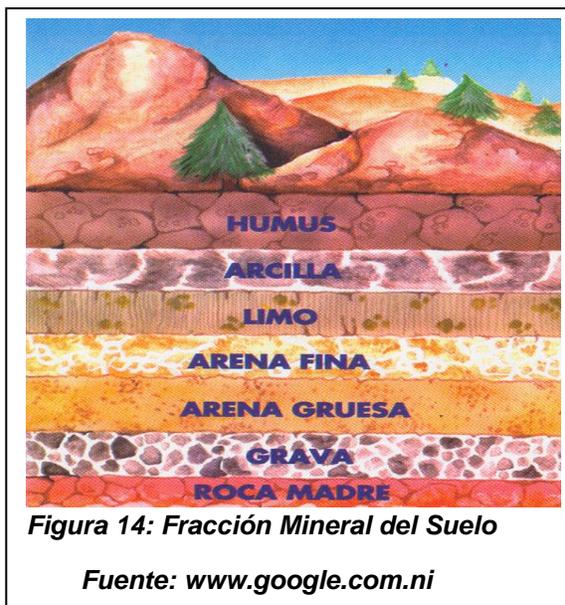
### 7.5.2. Textura

Es la cantidad relativa expresada en % de arena, % de limo y % de arcilla contenida en una porción de suelo. Este término se refiere a las diferentes proporciones de separados en la fracción mineral del suelo, denominándose de la siguiente manera:

**ARENAS:** Si sus tamaños son de 2.00 a 0.05mm de diámetro.

**LIMOS:** Si sus tamaños son de 0.05 a 0.002mm de diámetro.

**ARCILLAS:** Si sus tamaños son menores de 0.002mm de diámetro.



### **7.5.3. Densidad Aparente del suelo (Da)**

Por densidad el suelo se entiende a la masa de volumen de suelo seco en su estructura natural. En este caso se debe tener en cuenta los huecos poros que existen en el suelo.

La densidad se determina por medio de la desecación y el pesado de las muestras, con una estructura sin alterar y un volumen rigurosamente determinados, extraídas en el campo con cilindros metálicos.

La densidad aparente refleja el contenido total de porosidad en un suelo y es importante para el manejo de los suelos (refleja la compactación y facilidad de circulación de agua y aire). También es un dato necesario para transformar muchos de los resultados de los análisis de los suelos en el laboratorio (expresados en % en peso) a valores de % en volumen en el campo.

### **7.5.4. Densidad de la fase solida del suelo (Dr)**

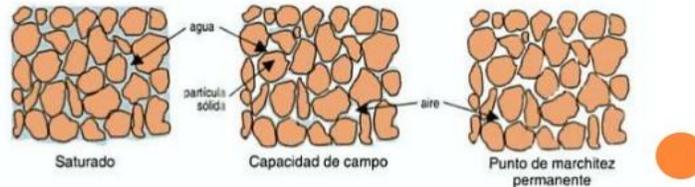
La densidad de la fase sólida del suelo es la masa de una unidad de volumen de la misma. Dicha masa depende de la composición mineralógica y de la cantidad de sustancia orgánica, pero no depende de la estructura del suelo.

### **7.5.5. Porosidad**

El suelo está constituido por partículas sólidas de distinto tamaño que dejan entre sí unos espacios o poros ocupados por aire y agua. Por lo general, el aire ocupa una gran parte del espacio de los poros grandes, mientras que el agua ocupa los poros más pequeños. El conjunto de los poros se llama porosidad, su valor puede oscilar entre 40% y 60% del volumen total del suelo.

## POROSIDAD

- La porosidad de los suelos se define como la porción de espacios o cavidades ocupados por aire y agua que existen en la masa del suelo, esta propiedad va muy ligada a la textura y estructura del suelo.



**Figura 15: Porosidad del Suelo**

Fuente: [www.google.com.n](http://www.google.com.n)

### 7.6. Propiedades químicas del suelo.

#### 7.6.1. Acidez del suelo (pH)

La determinación de la acidez del suelo, se ha utilizado comúnmente como medio para diagnosticar la alcalinidad de los mismos; cuando los valores de Ph varían entre (6.8-7.2) generalmente es una indicación de la presencia de un Ph neutro, cuando el valor de Ph es menor de 6.8 indica que estamos en presencia de un suelo ácido (presencia de sales) y si estamos con un Ph mayor de 7.2 es una indicación que está presente un suelo básico.

Ácidos fúlvicos		Ácidos húmicos		Húminas
Amarillo claro	Amarillo pardo	Pardo oscuro	Gris oscuro	Negro
		grado de polimerización		
		peso molecular		10 <sup>6</sup>
		contenido de carbono		550
		contenido de nitrógeno		46
		contenido de oxígeno		340
		capacidad de intercambio catiónico		100

**Figura 16: Acidez del Suelo**

Fuente: [www.educando.edu](http://www.educando.edu)



## 7.8. CALCULO DE LA DOSIS DE BIOSOLIDO PARA EL CULTIVO DE CHILTOMA

Para realizar la metodología de cálculo y obtener una dosis adecuada la cual satisfaga los requerimientos del cultivo se necesitan de cuatro factores:

- a) Disponibilidad de Nutrientes
- b) Necesidades nutricionales del Cultivo
- c) Delimitación del Área
- d) Porcentaje de Nutrientes obtenidos en el Biosólido

Para obtener la dosis a aplicar de este producto se tuvo que llevar a cabo una serie de cálculos basados en obtención de distintos parámetros entre los cuales se tomaron en cuenta el análisis de N, P, K para determinar la cantidad de nutrientes que se necesitan aplicar, los cálculos tomados en cuenta fueron los siguientes:

**Cuadro No 8. (Parámetros de cálculo para N, P, K).**

Calculo para N	Calculo para P	Calculo para k
Peso de la hectárea de suelo arable	Calculo de la cantidad de P disponible	Calculo de la cantidad de K disponible
%MO en el suelo	Calculo del requerimiento de P por Ha	Calculo del requerimiento de K por Ha
Calculo de N total	Calculo de P para el Biosólido	Calculo K para el Bsx
Calculo de la cantidad de N asimilable por la planta		
Calculo del requerimiento de fertilización nitrogenada		

*Fuente: Elaboración Propia*

De igual manera se procedió a determinar la dosis tanto de N y P los cuales serían necesarios para determinar la dosis adecuada para aplicar durante este proyecto. Para este cálculo se tomaron en cuenta los valores de la cantidad que se necesitaba aplicar para satisfacer las necesidades del cultivo y el % de biosólido destinado para 1 ton.

Por lo tanto el cálculo de la dosis se obtuvo luego de haber realizado el cálculo de la dosis de N y P, por lo cual podemos determinar de manera concreta la dosis que la planta necesita para poder sustentar sus requerimientos, realizando un promedio de los resultados de los cálculos realizados calculadas obtendremos la dosis única a aplicar.

## **7.9. METODOLOGIA**

### **7.9.1. Condiciones Climáticas**

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó información climatológica registrada en una estación perteneciente a la red de estaciones meteorológicas del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), ubicada en el municipio de Tisma.

Se utilizaron los datos de temperatura mínima, temperatura máxima, humedad, velocidad del viento e insolación, los cuales sirvieron para la determinación de la evapotranspiración de la zona haciendo uso del software Cropwat 8.0.

La ubicación de la estación, su código, sus coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos y su elevación se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla N° 1: Ubicación de la estación meteorológica.**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>MASAYA</b>
<b>Código</b>	69027
<b>Municipio</b>	Masaya
<b>Latitud</b>	12°08'36"
<b>Longitud</b>	86°09'49"
<b>Elevación</b>	56 msnm

### **7.9.2. Levantamiento topográfico del área de estudio**

El levantamiento topográfico del área de estudio se realizó de la siguiente manera, primero se hizo un reconocimiento físico de la parcela con la finalidad de establecer la metodología a ser utilizada para el establecimiento de los bloques experimentales que se utilizaron para el establecimiento del cultivo. Además, la localización de la fuente de agua.

Segundo con la ayuda de un GPS se realizó el levantamiento topográfico para determinar el área. Esto consistió en bordear los linderos de la parcela y registrar en el GPS los puntos de cada vértice de nuestra parcela.

Posteriormente estos datos se descargaron con el programa MAP SOURCE y luego se procesaron en AUTOCAD, para determinar las curvas de niveles, distancias y ubicación de la tubería maestra, conducción y laterales del sistema de riego a emplear.

### **7.9.3. Muestreo de suelo**

Se realizó el muestreo de suelo en el área de estudio, tomando una muestra compuesta de todo el terreno, la cual se conformó por varias sub-muestras extraídas haciendo un corte en "V" en la superficie del suelo con ayuda de una pala, tomando las sub-muestras a una profundidad de 20 cm realizando recorrido en zigzag con la finalidad de cubrir toda la superficie del terreno.

Una vez obtenidas las sub-muestras, las depositamos en un recipiente (balde), donde se mezclaron, esto con el objetivo de homogenizarlas sub-muestras y tener una muestra representativa de todo el lote; después de homogenizar, se tomó aproximadamente 1 kg y se depositó en una bolsa plástica debidamente identificada para ser enviada al laboratorio y realizar el respectivo análisis, así mismo se realizó la extracción de dos muestras inalteradas de la superficie del terreno a través de un cilindro de volumen conocido para su respectivo análisis.

#### **7.9.4. Diseño agronómico**

**Los parámetros utilizados para el diseño agronómico fueron los siguientes:**

1. Cálculo de la Norma neta del suelo
2. Norma bruta del suelo
3. Necesidades totales del cultivo
4. Número de emisores
5. Volumen del emisor
6. Intensidad de aplicación del emisor
7. Tiempo de riego

- **Cálculo de las necesidades totales del cultivo**

En el cálculo de las necesidades hídrica del cultivo (Evapotranspiración), se realizó con ayuda del programa CROPWAT 8.0, utilizando para ello datos meteorológicos proporcionados por INETER de las estaciones meteorológicas principales ubicadas en los departamentos de Masaya.

- **Determinación del número de emisores**

Para la determinación del número de emisores se llevaron a cabo cálculos para saber cuánta superficie de suelo era lo que se debería mojar y cuanto era el volumen que debería erogarse cada emisor.

- **Frecuencia de riego**

La frecuencia de riego en el cultivo de la chiltoma fue diaria, ya que demandaba de abundante agua para lograr germinar y completar el ciclo vegetativo, por las condiciones climáticas de la época de siembra.

- **Tiempo de riego**

Se realizaron los cálculos necesarios para conocer el tiempo de riego para suplir la demanda de agua requerida por el cultivo.

## **Diseño de tubería lateral**

- Caudal del lateral
- Perdida de carga unitaria y corregida
- Perdida de carga en el lateral
- Presión a la entrada del lateral
- Presión mínima en el lateral
- Diferencia de presión

## **Diseño de tubería conductora**

- Calculo de perdida unitaria
- Perdida de carga en la tubería conductora
- Presión en la entrada de la conductora

### **7.9.5. Diseño geométrico**

#### **Disposición de las tuberías**

Uno de los principales cuidados que se tuvo en la operación del sistema de riego por goteo fue mantener la uniformidad de la aplicación del agua para obtener un crecimiento uniforme del cultivo.

Al momento del diseño e instalación del sistema de riego por goteo, para reducir los efectos de la diferencia de presión a lo largo del lateral y tuberías múltiples, se consideró la adecuada disposición en relación con la pendiente del terreno.

Los siguientes criterios fueron utilizados en el trazo y colocación de las tuberías del sistema de riego por goteo.

- La red de distribución del agua se trazó cerca a los caminos y contorno de la parcela.
- Se buscó la mayor continuidad en el riego.
- El trazado geométrico de la red se ajustó a los límites del terreno.

### **7.10. Instalación del sistema de riego por goteo.**

Una vez realizado los planos del diseño del sistema y las especificaciones técnicas de los componentes del sistema de riego por goteo, se procedió a identificar el campo y marcar en el plano los recursos disponibles y los necesarios para implementar el

sistema (fuente de agua y otras necesidades del área). Por último se preparó la lista inicial de materiales basándose en el diseño.

### **7.10.1. Herramientas y equipos utilizados en la instalación**

Las herramientas utilizadas para realizar la instalación del sistema de riego fueron:

- Palas
- Brocas
- Limadoras
- Taladros
- Sierras manuales
- Pegamento, etc.

### **7.10.2. Trazo y excavación de zanjas**

Se procedió a trazar las rutas de la tubería principal, los límites del terreno, los trazos de caminos internos del área de riego y por último se excavaron las zanjas siguiendo las rutas ya mencionadas.

### **7.10.3. Ensamblaje de las tuberías**

- Los tubos de la tubería principal y tubería maestra fueron colocadas al lado respectivo de la zanjas.
- Antes de unir los tubos, se colocaron de forma vertical para que saliera la suciedad que le fue introducida.
- Al ensamblar las tuberías principal y maestra se realizó limpieza de las partes a unir; luego fue forzado hasta que llegó al fondo de la campana y se limpió parte del pegamento que se rebosó.
- El pegamento fue utilizado de manera adecuada sin exceso en sentido longitudinal del tubo y de la pieza a unir.

#### **7.10.4. Pasos para la instalación de la cinta de goteo a la tubería maestra**

- Se realizaron perforaciones a la tubería maestra.
- Se colocaron los Grommet de neopreno en los orificios.
- Se ensambló el conector de polietileno.
- Se unió la cinta de goteo de polietileno al conector.

La cinta de goteo se colocó lo más cercano al surco, los orificios de salida del agua se ubicaron hacia arriba para evitar problemas de obstrucción y facilitar el lavado.

### **7.11. Manejo agronómico**

#### **7.11.1. Preparación del terreno**

Una vez seleccionada el área de estudio se procedió a hacer la limpieza; para roturar el suelo para lo cual se utilizó tracción mecánica, realizándose un pase de arado y tres pases de grada con el fin de dejar bien suelto el suelo para que permita el libre crecimiento de las raíces y frutos, esta labor se llevó a cabo un mes antes de la siembra, para así facilitar una adecuada actividad química y biológica en el suelo, y eliminar las malas hierbas, los estadios de plagas (larvas de insectos) y enfermedades. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 3-4)**

#### **7.11.2. Desinfección del suelo**

La desinfección del suelo se realizó aplicando el fungicida (Glyphonex) de forma manual entre surcos (abiertos) por toda el área experimental, se aplicó principalmente sobre el surco. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 11-12)**

#### **7.11.3. Elaboración de los surcos**

Al concluir con la preparación del terreno se obtuvo un suelo suave y poroso todo esto gracias a los pases de arado y grada. Luego se realizó la elaboración de los surcos estos se colocaron en sentido contrario a la dirección de la pendiente para evitar problemas de erosión, utilizando un implemento llamado azadón, se construyeron un total de 40 surcos, la distancia entre surcos fue de 0.8m y su longitud total de 6 m, contando con una distancia entre plantas de 0.2m. Una vez finalizada

esta labor se aplicó un pre-riego abundante para llevar el suelo a capacidad de campo. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 10-13-14)**

#### **7.11.4. Aplicación de Fertilizante**

Esta se llevó a cabo antes de hacer el trasplante en cada hoyado a razón de una dosis de 2.23 lb/planta, esta actividad se realizó manualmente utilizando un envase plástico con la medida adecuada a aplicar. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 15-16)**

#### **7.11.5. Siembra**

Una vez preparado el suelo, desinfectado, surcado y debidamente realizados los bloques se realizó la siembra de manera manual y directa, con ayuda de un azadón se procedió a tapar el surco, ya finalizada la siembra se orientaron los laterales de riego encima del camellón y se efectuó un riego abundante para asegurar la buena germinación de la semilla. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 17-18)**

#### **7.11.6. Control de malezas**

El control de maleza se realizó periódicamente a lo largo del desarrollo del cultivo; dicha actividad se realizó con azadón, machete y rastrillo y se procedió a hacer la limpieza de toda el área experimental eliminando la mayor cantidad de malezas posibles entre las que encontramos Coyolillo (*Cyperus Rotundus*) y zacate (*Paspalum notatum*), con azadón y machete se eliminaron las malezas que se encuentren entre los surcos y calles de los bloques para después sacarla del área experimental con una rastrillo, en los surcos la limpieza se realizó de manera manual para evitar dañar el tallo con el azadón y de esta forma evitar la propagación de virus y bacterias por heridas en el follaje.

#### **7.11.7. Control de plagas y enfermedades**

El muestreo o monitoreo de plagas y enfermedades es un factor determinante para el desarrollo del cultivo a lo largo de su etapa de crecimiento, es por tal razón que se realizó muestreos de plaga y enfermedades, utilizando el método de las trampas amarillas. **(Ver Anexos III, FOTOGRAFIAS 21-22)**

#### **7.12. Variables respuesta**

Se consideraron una serie de conjuntos durante la ejecución del ensayo, con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento del biosólido contra el efecto en una

parcela testigo. Es así que se midieron dos tipos de variables: variables de desarrollo y variables de cosecha.

### **7.13. Medición de las Variables de desarrollo**

Para determinar estas variables se llevó a cabo el control del desarrollo de las plantas muestreadas haciendo uso de formatos de desarrollo en campo en los cuales se anotaron los datos obtenidos a los 25DDS y 55DDS. En donde a cada planta seleccionada se tomó diferentes datos (altura, número de tallos, diámetro de tallo, número de hojas, diámetro de hoja, longitud de hoja)

#### **7.13.1. Diámetro de Tallo (mm)**

La medición del variable diámetro de tallo se realizó a los 25 y 55 DDS, las medidas se tomaran en la base del tallo haciendo uso de un vernier o pie de rey.

#### **7.13.2. Número de Tallos**

Se contabilizo el número de tallos a los 25 y 55 DDS, observando cada planta muestreada con sumo cuidado para evitar daños.

#### **7.13.3. Altura de Tallo (cm)**

Se llevó a cabo la medición de la variable altura de tallo a los 25 y 55 DDS, seleccionando mediante observación el tallo con mayor desarrollo, para este proceso se usará una cinta de medición (centímetro) tomando la longitud desde la base del tallo hasta la yema apical.

#### **7.13.4. Número de Hojas**

El total de hojas compuestas de cada planta muestreada fue contabilizado manualmente a los 25 y 55 DDS.

#### **7.13.5. Ancho de Hojas**

Con un vernier se midió el ancho y largo de una hoja de cada planta muestreada, dicha medición se realizó a los 25 y 55 DDS.

## **7.14. Medición de las Variables de Cosecha**

Una vez que el ciclo vegetativo de la variedad sembrada llegó a su fin o bien cuando el follaje comenzó a verse amarillo en forma generalizada y las hojas comenzaron a caerse de manera natural, proseguimos a la cosecha, en la cual se levantó un registro detallado de las plantas seleccionadas para esto se hizo uso de otro formato de cosecha en campo allí se anotó las cuatro variables de cosecha en estudio (número de frutos, peso del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar).

### **7.14.1. Número de Frutos**

Se inspeccionó cada una de las plantas muestreadas y se contabilizó el número de frutos (fruto agrícola).

### **7.14.2. Diámetro Polar (mm)**

La medición del diámetro polar se efectuó a lo largo de cada fruto de las plantas muestreadas, haciendo uso de un vernier o pie de rey.

### **7.14.3. Diámetro Ecuatorial (mm)**

La medición del diámetro ecuatorial se efectuó en la zona media alrededor de cada fruto de las plantas muestreadas, haciendo uso de un vernier o pie de rey.

### **7.14.4. Peso del fruto (gr)**

Se tomó el peso de cada uno de los frutos de todas las plantas muestreadas haciendo uso de una balanza de precisión.

## **7.15. Rendimiento (Kg/m<sup>2</sup>):**

Para determinar esta variable se seleccionó un área de 2 m<sup>2</sup> dentro del área útil de cada parcela y se cosecharon todas las plantas dentro de esta área, contabilizando al número de plantas cosechadas, el número de frutos y el peso total de los frutos cosechados; el resultado se proyectará a ton/Ha.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Agrícola de la Universidad Nacional de Ingeniería (CEA-UNI), para realizar el análisis de la evaluación del biosólido con una única dosis en tratamientos con el producto y sin el producto (testigo). Para lo cual determino las propiedades edafológicas de la zona, el diseño del sistema de riego, la recolección de datos de variables respuesta de la unidad experimental y la presentación de los costos de producción.

### 8.1. Resultado de las propiedades edafológicas de la zona

Los resultados que presentaremos a continuación fueron proporcionados por el Laboratorio de Edafología de la Universidad Nacional de Ingeniería una vez realizados los análisis correspondientes, dichos resultados fueron utilizados para la elaboración del diseño del sistema de riego y para la dosificación del fertilizante a aplicar al cultivo según su desarrollo fenológico.

#### 8.1.1. Resultados del análisis físico de suelo (laboratorio)

Tabla N° 2: Resultado del análisis físico del suelo.

Código	Identificación	CC (%)	PM P (%)	Da (gr/c m <sup>3</sup> )	Dr (gr/c m <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Textura Bouyoucos			
							% Ar	%L	%A	
001	Monografía Chiltoma	43	23.2	0.92	2.1	52.3	38	47	19	Franco Arcillos o Limoso

Nota: % CC (Capacidad de Campo), % PMP (Punto de Marchitez Permanente), Da (Densidad Aparente), Dr (Densidad Real). Fuente: Laboratorio de Edafología UNI-FTC

#### 8.1.2. Interpretación de los resultados del análisis físico del suelo

- **Textura**

La Textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas variadas partículas elementales que pueden conformar un sustrato. Según sea el tamaño, porosidad o absorción del agua en la partícula del suelo o sustrato, puede clasificarse en 3 grupos básicos que son: la arena, el limo y las arcillas.

Al obtener los porcentajes de partículas por el método de Bouyoucos y con ayuda del triángulo textural en función de la composición de la muestra de suelo se determinó la textura del mismo (**Ver Anexos II, Figura 7**), dando como resultado un suelo Franco Arcilloso Limoso.

La textura se refiere a la granulometría, al tamaño de las partículas que lo constituyen. El tipo de suelo, se determinó mediante el índice de textura; es decir, por medio del porcentaje de arena, arcilla y limo.

- **Densidad aparente**

La densidad aparente de un suelo es la relación entre el peso de una muestra y el volumen que ella ocupa.

Los suelos franco arcilloso presentan una densidad aparente de 1.40 a 1.50 gr/cm<sup>3</sup> (**Ver Tabla 3**).

**Tabla N° 3: Densidad Aparente según Textura**

TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )
En Arena	1.60 – 1.70
Franco	1.50 – 1.60
Franco arcilloso	1.40 – 1.50
Arcillas	1.20 – 1.40

**Fuente: Pritchett 1990**

En los resultados de laboratorio la **densidad aparente** que obtuvimos fue de 0.92 gr/cm<sup>3</sup>, es una densidad baja esto es debido al efecto beneficioso de la materia orgánica, ya que disminuye la densidad aparente al influir positivamente en la porosidad, habrá menos compactación y probablemente mayor contenido de humedad que en suelo.

- **Densidad real**

Es el cociente entre la masa del suelo seco y el volumen ocupado por la partícula sólida, es decir, el volumen de suelo descartando los poros. La densidad real de los suelos es casi constante e igual a 2.6 gr/cm<sup>3</sup> pudiendo disminuir cuando aumenta la materia orgánica.

En los análisis de laboratorio la densidad real que presentó el suelo se considera muy bajo, siendo este de 2.1 gr/cm<sup>3</sup> (**Ver Tabla 4**) esto es debido a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo.

**Tabla N° 4: Densidad Real según su Textura**

DENSIDAD REAL (gr/cm <sup>3</sup> )	CLASIFICACIÓN.
< 2.4	Muy bajo
2.4 – 2.60	Bajo
2.60 – 2.80	Medio
>2.80	Alto

*Fuente: Pritchett 1990*

- **Capacidad de campo**

Los suelos franco arcilloso presentan una capacidad de campo de 23 a 31%; se considera que este tipo de suelo tiene una buena capacidad de campo (**Ver Tabla 5**)

**Tabla N° 5: Capacidad de Campo del suelo según textura**

TEXTURA	% DE HUMEDAD
Arenoso	6 – 12
Franco arenoso	10 – 18
Franco	18 – 26
Franco arcilloso	23 – 31
Arcilloso	31 – 39

*Fuente: MFADEG 2006*

En los análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Edafología de la UNI. Se obtuvo como resultado una capacidad de campo de 43%. Esto significa que la capacidad de retención del agua en ese suelo es buena asegurando un mejor desarrollo al sistema radicular de la planta y un crecimiento vigoroso de esta.

- **Punto de Marchitez Permanente**

Los suelos franco arcilloso presentan un punto de marchitez permanente de 11 a 15% de humedad (**Ver Tabla 6**).

**Tabla N° 6: Punto de Marchitez Permanente según su textura**

TEXTURA	% DE HUMEDAD
Arenoso	2 – 6
Franco arenoso	4 – 8
Franco	8 – 12
Franco arcilloso	11 – 15
Arcilloso	15 – 19

*Fuente: MFADEG 2006*

En los resultados de análisis de suelo; el porcentaje de punto de marchitez permanente fue de 23.2% si el porcentaje de humedad disminuye de ese rango las plantas se marchitaran y comenzaran a secarse lo que ocasiona pérdidas en la cosecha.

- **Porosidad**

Los suelos con textura franco arcilloso presentan porosidad de 55% que es lo recomendado para uso agrícola

Los porcentajes de porosidad en la parcela en estudio fueron de 52.3, se considera medio en porosidad (**Ver Tabla 7**).

**Tabla 7: Clasificación de la Porosidad del suelo**

UNIDAD %	PROPIEDADES.
< 40	Muy bajo
40 – 45	Bajo
45 – 55	Medio
55 – 65	Alto
> 65	Muy alto

*Fuente: Cairo 1995*

### 8.1.3. Resultados del análisis Químico del suelo (laboratorio)

**Tabla N° 8: Resultado del Análisis Químico del suelo, Muestra Alterada**

Código	Identificación	pH	K disp.	P disp. (ppm)	MO (%)	N disp. (%)
<b>1166</b>	Monografía Chiltoma	6.57	0.65	4.55	2.94	0.15

**Nota: pH (Potencial Hidrogenado), K disp. (Potasio Disponible). Pdisp (Fosforo Disponible), MO% (Materia Orgánica), N disp. (Nitrogeno Disponible)**

**Fuente: LABSA-PROP UNA.**

- **Potencial Hidrogeno**

La acidez o alcalinidad de un suelo se expresa mediante el pH del mismo, es decir, por la concentración de iones hidrógeno que se encuentran en esos momentos disociados en la solución suelo/agua. (**Ver Tabla 9**).

**Tabla N° 9: Evaluación del suelo según pH**

Ph	CLASIFICACIÓN
7.0 – 6.0	Ligeramente ácidos
6.0 – 5.0	Moderadamente ácidos
5.0 – 4.0	Fuertemente ácidos
4.0 – 3.0	Muy ácidos
7.0 – 8.0	Ligeramente alcalinos
8.0 – 9.0	Moderadamente alcalinos
9.0 – 10.0	Fuertemente alcalinos
10.0 – 11.0	Muy alcalinos

**Fuente: Marín García M.L (2003)**

En los resultados de análisis químico de suelo el pH fue de 6.57 clasificación Ligeramente Alcalinos.

La chiltoma se adapta a este tipo de suelo ligeramente ácido debido a que su rango de aceptación oscila entre los 6-7, además de brindarle un efecto máximo de disponibilidad de nutrientes.

- **Fósforo disponible**

La cantidad determinada en el extracto y su relación con la fertilidad en el suelo permiten utilizar la siguiente escala (**Ver Tabla 10**)

**Tabla N° 10: Clasificación del suelo según contenido de Fósforo**

clasificación del suelo según el contenido de fósforo	
P < 5 ppm	Suelo Pobre
5 ≤ P < 10 ppm	Suelo Medio
P ≥ 10 ppm	Suelo Rico

**Fuente: Urbano Terrón P. (1995)**

En los resultados de análisis químico de suelo el P disp. fue de 45 ppm. Clasificación Suelo rico. El fósforo se encuentra en todas la células vivas, este acelera la maduración más que la mayoría de los otros elementos. Dado que un exceso estimula una maduración muy pronto del cultivo.

- **Materia orgánica**

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de la microbiana del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes. **(Ver Tabla 11).**

**Tabla N° 11: Clasificación de la Materia Orgánica para suelos agrícolas**

RANGO %	CLASIFICACIÓN.
< 2	Pobre
2 – 4	Medio
> 4	Alto

*Fuente: Quintana et al (1983)*

En los resultados de análisis químico de suelo el Porcentaje de materia orgánica fue de 2.94% clasificación Medio. Lo que indica que el suelo presenta buen estado de materia orgánica para el cultivo de la chiltoma. El nivel medio de materia orgánica en el suelo es debido a la incorporación de restos vegetales producto del anterior proyecto realizado en el área donde se realizó la investigación, este contenido de materia orgánica asegura una buena disponibilidad de macro y micronutrientes a las plantas, además de contribuir beneficiosamente con otras características físicas del suelo como la retención de humedad, la aireación, porosidad, fauna del suelo, etc.

- **Nitrógeno Disponible**

Este es uno de los principales factores de existentes en el suelo el cual proporciona un aporte importante para el desarrollo del cultivo.

**Tabla N° 12: Clasificación del suelo según contenido de Nitrógeno**

Nitrógeno total (%)	Clasificación
Mayor de 0.18%	Alto
De 0.15 – 0.18%	L. Alto
De 0.10 – 0.15%	Normal
De 0.8 – 0.10%	L. Bajo
De 0.05 – 0.08%	Bajo
Menos de 0.05%	Muy Bajo

*Fuente: Quintana et al (1983)*

Según el análisis realizado en laboratorio el % de Nitrógeno existente en el suelo es de 0.15 lo cual nos indica que es un suelo muy rico para el desarrollo del cultivo.

## 8.2. Resultado de la Evapotranspiración

**Tabla N ° 13: Resultado de Evapotranspiración de referencia**

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith Mensual' software interface. The title bar reads 'ETo Penman-Monteith Mensual - untitled'. The input fields are: País: Nicaragua, Estación: Aeropuerto, Altitud: 56 m., Latitud: 12.80 °N, Longitud: 86.90 °E. Below the input fields is a table with the following data:

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	20.6	32.1	63	5	10.4	21.7	3.69
Febrero	20.9	33.0	60	4	10.2	23.1	4.04
Marzo	21.8	34.3	59	5	10.8	25.5	4.69
Abril	23.1	35.0	59	5	10.9	26.3	5.04
Mayo	23.8	34.3	64	4	10.2	25.0	4.94
Junio	23.4	32.2	74	3	10.5	25.0	4.95
Julio	23.0	31.8	73	4	10.2	24.7	4.80
Agosto	22.9	32.2	70	4	10.4	25.3	4.88
Septiembre	22.8	31.9	75	3	10.1	24.5	4.76
Octubre	22.6	31.5	78	2	10.2	23.4	4.46
Noviembre	21.6	31.6	74	3	10.2	21.7	3.93
Diciembre	20.8	31.7	69	4	10.3	21.0	3.61
Promedio	22.3	32.6	68	4	10.4	23.9	4.48

**Fuente: Elaboración propia**

Para nuestro caso se seleccionó la evapotranspiración más alta correspondiente al mes de Abril de 5.04 mm/día, siendo estas las mayores necesidades de agua del cultivo.

La evapotranspiración (ET) de un cultivo será la suma del agua del suelo que es utilizada por las plantas en el proceso de transpiración y la evaporación del agua del suelo que rodea a la planta. En otras palabras la evapotranspiración de un cultivo representa la cantidad de agua utilizada por la planta y su entorno.

Dado que la mayor parte del agua evapotranspirada escapa hacia la atmósfera mediante ambos procesos, podemos decir en gran medida que no regamos para las plantas sino para la atmósfera.

La evapotranspiración se expresa en milímetros (es decir, altura de lámina

de agua, como la precipitación y el contenido de agua en el suelo) por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede ser un día (mm/día), una década (mm/dec), un mes (mm/mes), o un año (mm/año).

### 8.3. Resultados del Diseño Agronómico de sistema de riego por goteo

En la siguiente tabla se muestran los resultados del diseño agronómico del sistema de riego por goteo empleado en el estudio.

**Tabla N° 14: Resultados del diseño agronómico del sistema de riego por goteo para el cultivo de la chiltoma.**

<b>RESULTADOS DEL DISEÑO AGRONOMICO DE RIEGO POR GOTEO</b>	
<b>Aspectos del Riego</b>	
<b>Evapotranspiración de Referencia (Eto)</b>	5.04 mm/día
<b>Norma neta del suelo (Nn)</b>	242.88 mm
<b>Norma bruta del suelo (Nb)</b>	255.66 mm
<b>Necesidades totales (Nt)</b>	<b>6.2 mm/día</b>
<b>Número de emisor por m<sup>2</sup></b>	6
<b>Volumen del emisor</b>	1.036 mm/día
<b>Intensidad de aplicación del emisor (Ia)</b>	6.07 mm/hr
<b>Tiempo de riego</b>	<b>1.02 hr/día</b>
<b>Marco de Plantación</b>	
<b>Separación entre Plantas</b>	0.2 m
<b>Separación entre surcos o hileras de Plantas</b>	0.8 m
<b>Longitud de Tubería Conductora</b>	8 m
<b>Longitud de Tubería Terciaria</b>	6 m
<b>Longitud de Tubería Lateral</b>	6 m

*Fuente: Elaboración propia*

Se realizaron todos los cálculos pertinentes (**Ver Anexo I, Diseño Agronómico**), para calcular las necesidades totales se utilizó el valor de evapotranspiración de mayor referencia en este caso la del mes de abril la cual fue de 5.04 mm/día dando como resultado una necesidad total de riego de 6.2 mm/día, para aplicar esta lámina se calculó un tiempo de riego de 1.02 hr/día (aproximadamente 52 min/día).

#### 8.4. Resultado del Diseño Hidráulico del sistema de riego por goteo

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el cálculo del diseño hidráulico del sistema de riego por goteo empleado en el experimento.

**Tabla N°15: Resultados del diseño hidráulico de riego por goteo.**

RESULTADOS DEL DISEÑO HIDRAULICO DE RIEGO POR GOTEO	
Dimensiones de las Tuberías	
Lateral (PE)	
Longitud	6 m
Diámetro	16 mm
Terciaria (PE)	
Longitud	6 m
Diámetro	38 mm
Conductora (PVC)	
Longitud	8 m
Diámetro	50 mm
Caudales en las Tuberías	
Lateral	0.01lt/s
Terciaria	0.33lt/s
Conductora	1.33lt/s
Régimen de Presiones	
Tubería Lateral	
Pérdida de Carga (hfl)	0.0014 m
Presión a la entrada (hl)	7.001 m
Presión Mínima (hn)	7 m
Diferencia de presión en la tubería ( $\Delta h$ )	0.00 m
Tubería Terciaria	
Pérdida de Carga (Hft)	0.034 m
Presión a la entrada (Ht)	7.01 m
Presión Mínima (Hn)	6.99 m
Diferencia de presión en la tubería ( $\Delta H$ )	0.02m
Tubería Conductora	
Pérdida de Carga (Hfc)	0.01 m
Presión a la entrada (Hc)	7.43 m

**Fuente: Elaboración propia**

El sistema de riego fue diseñado para una área pequeña las pérdidas de presión obtenidas son mínimas, la demanda de presiones y caudales se pudieron satisfacer con un tanque con capacidad 2000 litros colocado a una altura de 10m sobre el nivel de suelo, siendo la presión a la entrada de la conductora de 7.43 m.

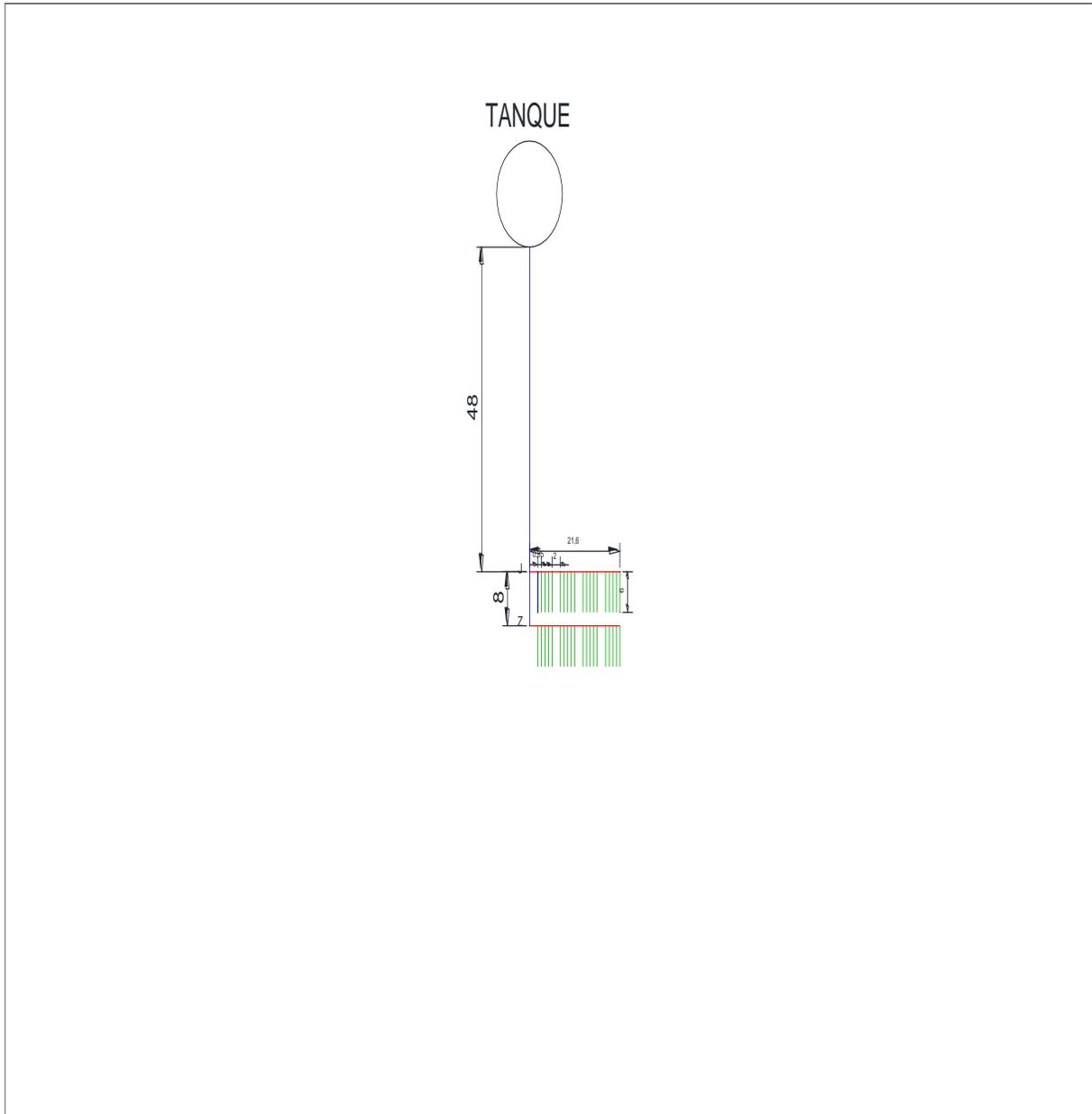
Se aplicó la norma de acuerdo a las necesidades del cultivo, utilizando riego por goteo; la cinta de riego instalada tenía las siguientes características: 16 mm de diámetro, con espaciamiento entre goteros de 20 cm y un caudal de 0.01 lt/s. El tiempo de riego calculado para la aplicación de la norma fue de 1 hora, con una frecuencia de riego diaria.

El diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego se realizó de acuerdo a métodos de diseño correspondientes (**Ver Anexo I, Diseño Agronómico**). Con el fin de verificar que el sistema de riego estuviese funcionando según el diseño a los 30 DDS se realizó la evaluación de caudales y presiones, obteniéndose los siguientes resultados: 80% de uniformidad en los caudales, valor que se encuentra entre el rango de bueno; en las presiones se obtuvo una uniformidad del 91.3% que se encuentra en el rango de excelente.

### **8.5. Resultados del Diseño Geométrico del Sistema de Riego**

En el diseño del sistema de riego se colocó las tuberías en relación con la pendiente del riego; para reducir los efectos de la diferencia de presión. La tubería terciaria se situó en el sentido de la pendiente del terreno y la tubería lateral se dispuso siguiendo las curvas de nivel. Las pérdidas de carga en el diseño fueron mínimas, en la tubería conductora fue de 0.01 mt en la tubería terciaria y en la tubería lateral fueron de 0.001m

**Figura 16: Diseño Geométrico Sistema de Riego por Gote**



	OBJETO: Diseño Geométrico Riego por Goteo para el Cultivo de Chiltoma		REVISO: Ing. Emilseth Carolina Padilla Duarte	HOJA 1 DE 1	
	Diseño:	Br. Emir Alexander Mayorga Lopez Br. Arlen Junieth Velasquez Cruz Br. Guillermo Fauricio Toruño M.			FECHA: 27 / 04 / 2016
					ESCALA: 1 / 100

## 8.6. CALCULO DE DOSIS PARA LA APLICACIÓN DEL BIOSOLIDO

### 8.6.1. Calculo para el Nitrógeno (N)

- **Peso de la Hectárea de Suelo Arable**

$$W_S = [\text{Área}(\text{cm})^2 \times \text{Profundidad de muestreo}(\text{cm}) \times \text{Densidad Aparente}(\text{gr}/\text{cm}^3)]$$

$$W_S = [100000000(\text{cm})^2 \times 20 \text{ cm} \times 0.92(\frac{\text{gr}}{\text{cm}})^3]$$

$$W_S = [1.84 \times 10^9 \text{ gr}] / [1000 \text{ gr}/\text{kg}]$$

$$W_S = 1,840,000 \text{ kg}/\text{ha} = 1.84 \times 10^6 \text{ (Peso por hectárea de suelo arable)}$$

- **Calculo de Contenido de Materia Orgánica**

$$\%MO = [W(\text{suelo}) \times (\%MO/100)] = 1,840,000 \times (2.94)/100 = 54,096 \text{ kg}$$

$$\%MO = 54,096 \text{ kg}$$

- **Calculo de N disponible**

$$N_{\text{disponible}} = \text{cantidad de N presente en la MO} \times \left( \frac{\text{Porcentaje de N asimilable}}{100} \right)$$

$$N_{\text{disponible}} = 54,096 \text{ kg} \times \frac{5}{100} = 2740.8 \text{ (cantidad de } N_{\text{disponible}} \text{ en el suelo)}$$

- **Calculo de la cantidad de N asimilable por la planta**

$$N_{\text{asimilable}} = [\text{Cantidad de N total} \times \left( \frac{2}{100} \right)] = 2740.8 \times \frac{2}{100}$$

$$N_{\text{asimilable}} = 54.10 \text{ Kg/N/Ciclo}$$

- **Calculo del Requerimiento de Fertilización Nitrogenada**

$$\text{Dosis de N} = \frac{\text{Demanda} - N_{\text{asimilable}}}{\text{Eficiencia}} \times 100 = \frac{140 \text{ kg}/\text{ha} - 54.10 \text{ kg}}{50} \times 100 = 171.82 \text{ kg}/\text{ha}$$

$$\text{Dosis de N} = 171.82 \text{ Kg}/\text{ha}$$

### 8.6.2. Cálculo de la cantidad de fósforo disponible

$$P = 4.5 \text{ ppm}$$

$$1 \text{ ppm} = \text{mg} / \text{Kg de Suelo}$$

Se divide por  $1 \times 10^6$  para pasar de mg a Kg

El Factor de corrección en el Fósforo es igual a 2.29

$$P_2 O_5 = \left[ \left( \frac{\text{Kg de P}}{\text{Kg de Suelo}} \right) \times (Ws) \times (Fc) \right]$$

$$P_2 O_5 = \left[ \left( \frac{4.55 \text{ kg de P}}{1 \times 10^6 \text{ Kg}} \right) \times (1.84 \times 10^6 \text{ Kg de suelo por ha}) \times (2.29) \right]$$

$$P_2 O_5 = (19,171.8 \text{ Kg} / 1000 \text{ Kg}) = \mathbf{19.172 \text{ Kg / ha (cantidad de P disponible p/cultivo)}}$$

- **Cálculo del Requerimiento de Fósforo por ha**

$$\text{Dosis de P} = \frac{\text{Demanda} - P_2 O_5}{\text{Eficiencia}} \times 100$$

$$\text{Dosis de P} = \frac{60 \text{ Kg/ha} - 19.172 \text{ Kg/ha}}{35\%} \times 100$$

$$\text{Dosis de P} = \mathbf{116.7 \text{ Kg / ha (Requerimiento de Fertilización del Fósforo)}}$$

- **Cálculo de P para el BSX**

$$P_{\text{asimilable}} = \frac{P_{\text{BSX}}}{FC} = \frac{1\%}{2.29} = \mathbf{0.436\%}$$

$$W_{\text{BSX}} = \frac{\text{Requerimiento de fertilización del P}}{\text{factor de corrección}} = \frac{116.7 \text{ Kg}}{0.436} = \mathbf{276.70}$$

### 8.6.3. Cálculo para el Potasio (K)

$$1 \text{ peq} = W \text{ molecular (pm/valencia)}$$

$$V = 1 \longleftrightarrow 1 \text{ peq} = 39/1 = 39$$

Según el análisis de suelo el contenido de K = 0.65 meq por cada 100 gr de suelo.

$$0.65 \text{ meq K} = 25.35 \text{ mgK} / 100 \text{ g de suelo} \quad (0.65 \times 39 = 25.35)$$

Nota: se multiplica por 10 para convertir de mg K / 100 gr de suelo a mg de K/kg de suelo.

$$25.35 \text{ mgK} \times 10 \text{ K/kg} = 253.65 \text{ mgK/kg de suelo}$$

Se divide por  $1 \times 10^6$  para pasar de mg a kg

$$K_2O = \frac{\text{Kg de K}}{\text{Kg de suelo}} \times Ws \times 1.2$$

$$K_2O = \left( \frac{253.5}{1 \times 10^6} \right) \times (1,85 \times 10^6) \times 1.2 = 559.74 \text{ Kg/Ha (cantidad de K disponible para el cultivo)}$$

- **Calculo del requerimiento de K por Ha**

$$\text{Dosis de K} = \frac{\text{Demanda} - K_{\text{asimilable}}}{\text{eficiencia}} \times 100 = \frac{220 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} - 559.73}{35} \times 100$$

$$\text{Dosis de K} = -970.76$$

**Tabla N° 13: Nutrientes existentes en el suelo luego del análisis de suelo y Biosólido**

Nutrientes Disponibles en el Suelo		
N	P	K
54.09 kg/N	19.172 kg/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	559.73 kg/K <sub>2</sub> O
Nutrientes que Requiere el Cultivo		
N	P	K
140 kg/ N / Ha	60 kg/ P / Ha	220 kg/ K /Ha
Cantidad de Nutrientes a Aplicar		
N	P	K
171.82 kg/ Ha / N <sub>Puro</sub>	116.7kg/ Ha/ P <sub>Puro</sub>	-970.76kg/ Ha / K <sub>Puro</sub>
% Porcentaje del Biosolido		
N (%MO)	P	K
55%	1%	0.75%

% de Biosólido para calculo en 1 Tonelada		
N	P	K
3.52% (35.2Kg)	1%(10Kg)	0.75%(7.5Kg)

#### 8.6.4. Calculo de la Dosis de Biosólido

- **Calculo de N**

$$N = \frac{171.82 \text{ kg/ha}}{35.2 \text{ kg/N}} = 4.88 \text{ ton/ha Biosolido} \rightarrow 5 \text{ ton/ha}$$

- 5 ton/ha  $\rightarrow$  1 ha (10,000m<sup>2</sup>)  
 $X \rightarrow 900 \text{ m}$   
 $X \rightarrow 0.45 \text{ ton} \rightarrow 0.5 \text{ ton} (0.5 \times 2200 = 1100 \text{ lbs})$

0.5 ton de este producto es equivalente a tener 1100 lbs de Biosólido Xolotlán los cuales serán necesarios para el cálculo de la dosis de N a aplicar a la planta. Estas lbs las dividimos entre el número total de plantas existentes en el proyecto obteniendo el valor que necesitaremos para cada una.

$$\text{Dosis de N} = \frac{1100 \text{ lbs}}{750 \text{ plantas}} = 1.46 \text{ lb/planta}$$

- **Calculo de P**

$$P = \frac{116.7 \text{ kg/ha}}{10 \text{ kg/ton}} = 11.67 \text{ ton/ha}$$

- 11.67 ton  $\rightarrow$  1 ha (10,000 m<sup>2</sup>)  
 $X \rightarrow 900 \text{ m}$   
 $X \rightarrow 1.05 \text{ ton} (1.05 \times 2200 = 2310.6 \text{ lbs})$

1.05 ton de este producto es equivalente a tener 2310.6 lbs de Biosólido los cuales serán necesarios para el cálculo de la dosis de P a aplicar a la planta. Estas lbs las dividimos entre el número total de plantas existentes en el proyecto obteniendo el valor que necesitaremos para cada una.

$$\text{Dosis de P} = 2310.6 / 750 \text{ plantas} = 3 \text{ lbs/planta}$$

Al haber obtenido este cálculo de dosis tanto de N y P, podemos determinar de manera concreta la dosis que la planta necesita para poder sustentar sus requerimientos, realizando un promedio de los resultados de las dosis calculadas anteriormente obtendremos la dosis a aplicar:

$$\text{Dosis aplicada} = (3 \text{ lbs / Planta} + 1.46 \text{ lbs /planta}) / 2$$

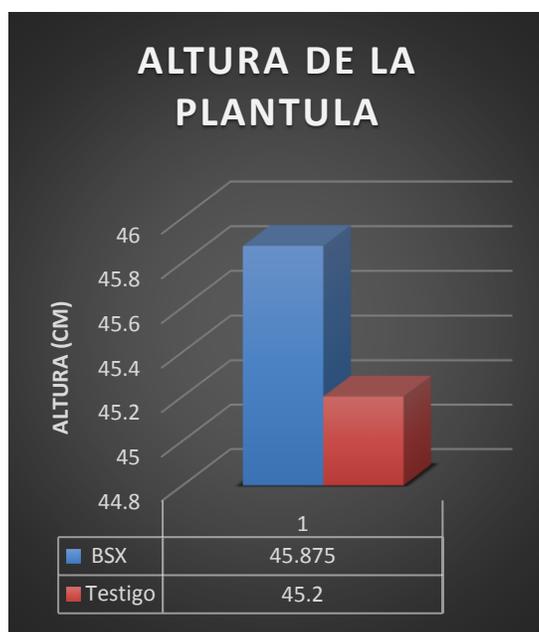
$$\text{Dosis aplicada} = 2.23 \text{ lbs /planta}$$

## 8.7. Resultados de las variables de respuesta (V. Desarrollo, V. Cosecha)

### 8.7.1. Comparación de los resultados de las variables de desarrollo a los 55 DDS

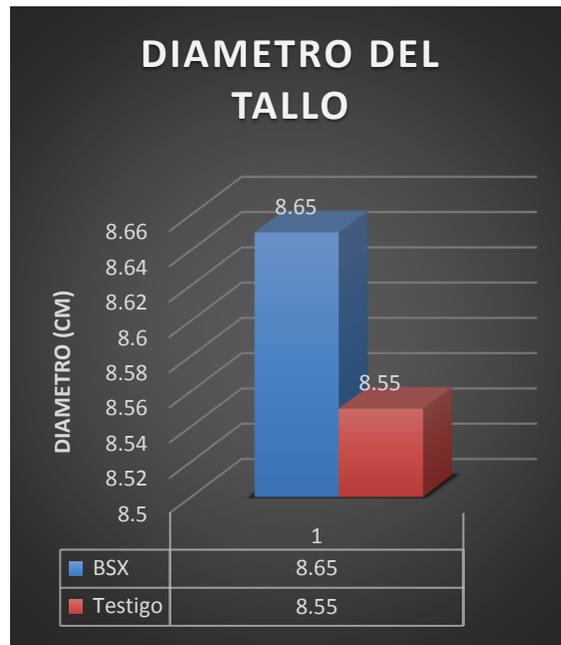
Con el levantamiento detallado de las variables de desarrollo en el campo. Haciendo uso de los datos promedios y utilizando el programa especializado como lo es Microsoft Excel, se prosiguió a realizar la comparación entre los tratamientos con la aplicación del producto y el tratamiento testigos en estudio. Los cuales presentamos a continuación.

### 8.7.2. Resultados de la comparación entre tratamientos (BSX-Testigo). Altura de la plántula a los 55 DDS



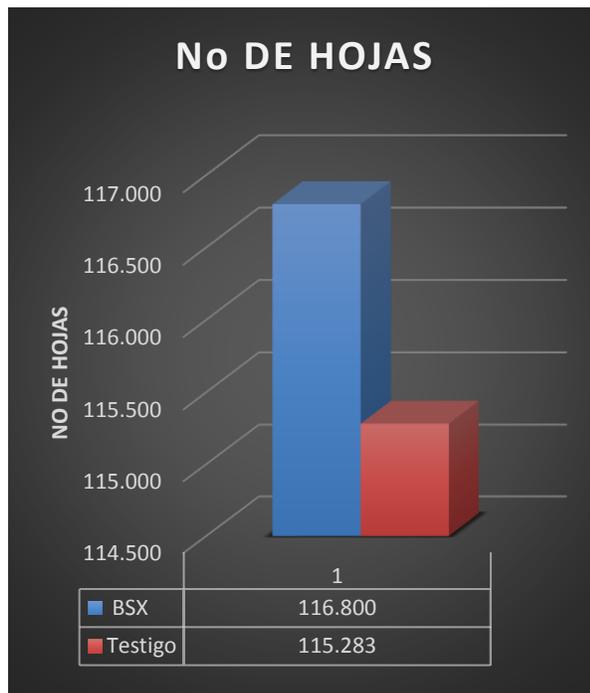
Al comparar los datos obtenidos de la variable Altura de la Plántula a los 55 DDS, se observa que el tratamiento con Biosólido sobre sale con un 45.875 (cm) con respecto a la altura de la plántula en comparación al 45.2 cm tratamiento Testigo.

### 8.7.3. Resultados de la comparación entre tratamientos (BSX-Testigo). Diámetro del Tallo a los 55 DDS



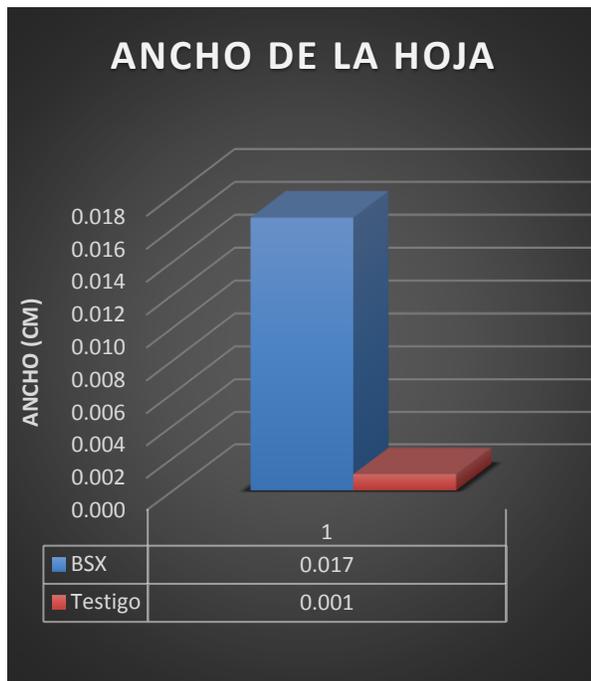
Al comparar los datos obtenidos de la variable Diámetro de Tallos a los 55 DDS, se observa que el tratamiento Biosólido sobre sale con la mayor Diámetro de tallo de 8.65 cm, con respecto al 8.55 cm que se obtuvo en el tratamiento Testigo.

### 8.7.4. Resultados de la comparación entre medias de la variable número de hojas a los 55 DDS



Al comparar los datos medios de la variable Numero de Hojas a los 55 DDS, se observa que el tratamiento BSX sobre sale con la mayor Numero de Hojas con un promedio de 116.8 con respecto al tratamiento Testigo el cual fue de 115.28.

### 8.7.5. Resultados de la comparación entre medias de la variable ancho de la hoja a los 55 DDS



Al comparar los datos medios de la variable Ancho de la Hojas a los 55 DDS, se observa que el tratamiento BSX sobre sale con mayor Ancho en las Hojas con un valor promedio de 0.017 cm, con respecto al tratamiento Testigo el cual fue de 0.001 cm

### 8.7.6. Resultados de la comparación entre medias de la variable longitud de la hoja a los 55 DDS



Al comparar los datos medios de la variable Largo de Hoja a los 55 DDS, se observa que el tratamiento Testigo sobre sale con un valor de 0.39 cm de Largo de Hoja con 0.365 cm, con respecto al tratamiento BSX.

### 8.7.7. Comparación de los Resultados de las variables de cosecha.

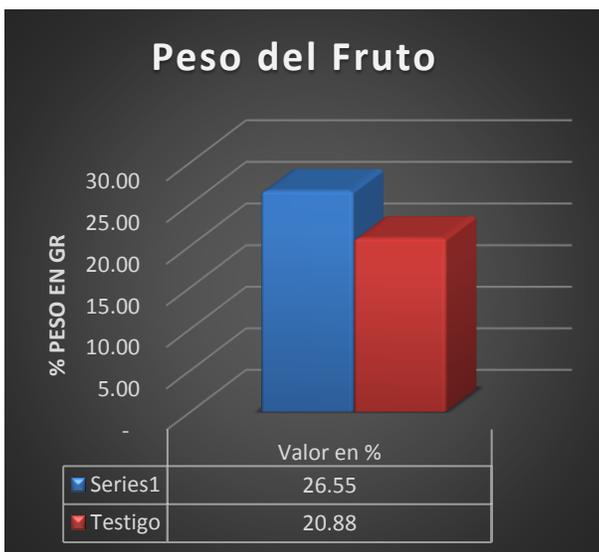
Haciendo uso de los datos promedios y utilizando el programa especializado como lo es Microsoft Excel, se prosiguió a realizar la comparación entre media de las variedades en estudio. Lo que presentamos a continuación.

### 8.7.8. Resultados de la comparación entre media de la Variable Numero de Frutos A los 55 días



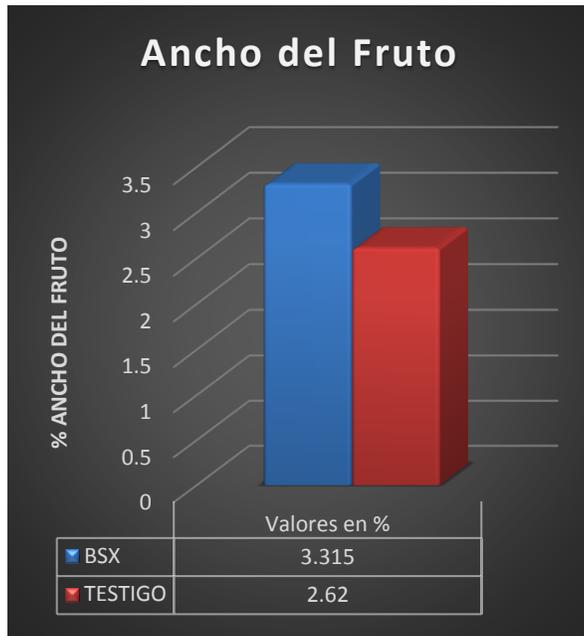
Al comparar los datos medios de la variable Numero de frutos, se observa que el tratamiento BSX sobre sale con un valor de 8.33%, con respecto al tratamiento testigo en el cual fue de 5.23%.

### 8.7.9. Resultados de la comparación entre media de la Variable Peso del Fruto A los 55 días



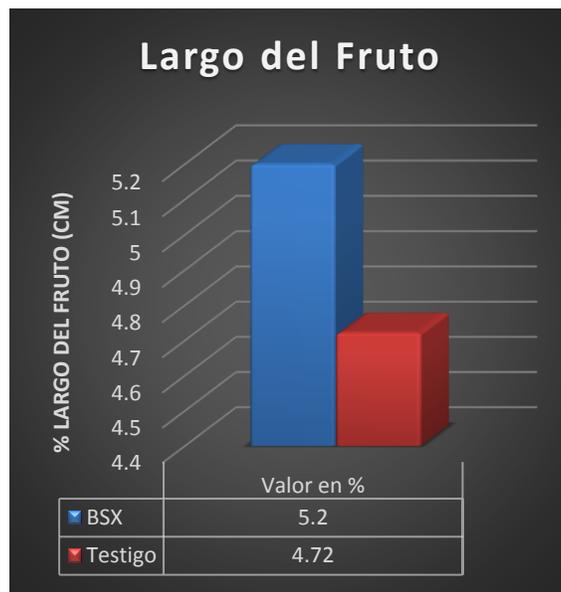
Al comparar los datos medios de la variable peso del fruto se observa que el tratamiento BSX sobre sale con un valor de 26.55 gr, con respecto al tratamiento Testigo el cual fue 20.88 gr.

### 8.7.10. Resultados de la comparación entre media de la Variable Ancho del Fruto.



Al comparar los datos medios de la variable Ancho del fruto, se observa que el tratamiento BSX sobresale con un valor de 3.315 cm, con respecto al tratamiento Testigo el cual fue de 2.62 cm.

### 8.7.11. Resultados de la comparación entre media de la Variable Largo del Fruto.



Al comparar los datos medios de la variable Largo del Fruto, se observa que el tratamiento BSX sobresale un valor de 5.2 cm, con respecto al tratamiento Testigo el cual fue de 4.72 cm.

## 8.8. RENDIMIENTO DEL BIOSOLIDO

La evaluación en función del rendimiento con la implementación en fertilización orgánica utilizando Biosólido en el cultivo de chiltoma de la variedad tres canto en comparación a una parcela testigo absoluto se obtuvieron resultados positivos tanto en nuestras variables de desarrollo como también en las variables de cosecha.

Para determinar el rendimiento se llevaron a cabo una serie de cálculos por medio de los cuales obtuvimos de manera concreta el rendimiento en ambas variables, los factores necesarios utilizados en ambas fueron: el marco de plantación, la densidad poblacional, el No de frutos (%), el peso del fruto (%). Para llevar a cabo este procedimiento calculamos todas estas variables obteniendo los siguientes resultados:

### 8.8.1. Variable BSX

- **Marco de plantación**

En este caso se tomó en cuenta las distancias entre plantas y surcos, en la cual al realizar la operación se obtuvo el marco de plantación.

Distanciamiento entre plantas = 0.2

Distanciamiento entre surcos = 0.8

**Marco de plantación** =  $(0.2 \times 0.8) = 0.16$

- **Densidad poblacional**

Para obtener este valor necesitamos multiplicar el No de plantas/ha por el No de frutos (%).

**Densidad poblacional** =  $(62500 * 8.33) = 520,625$

- **Cantidad en Gr/ha**

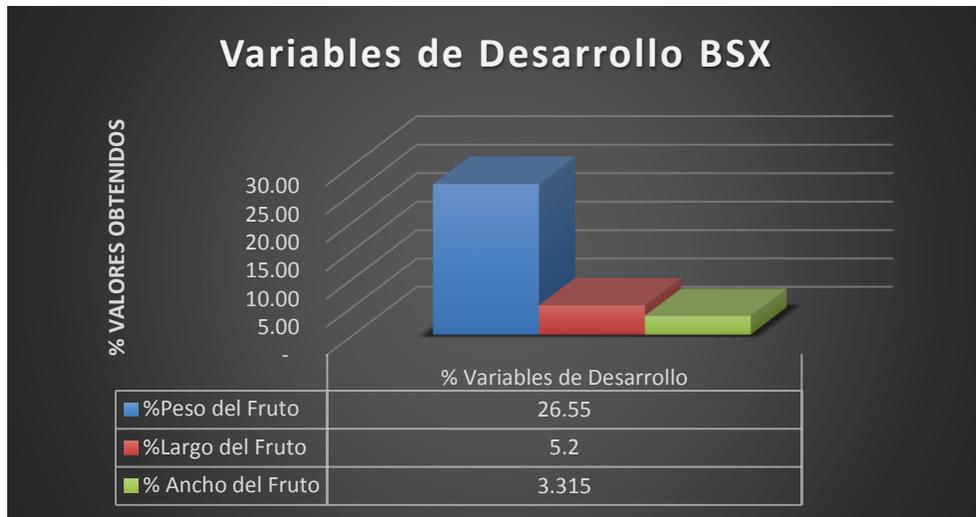
Para obtener este valor necesitamos multiplicar el valor que se obtuvo al calcular la Densidad poblacional y el Peso de fruto (%).

**Cantidad en Gr/ha** =  $(520,625 \times 26,55) = 13,822,593.75 \text{ gr/ha}$

- **Rendimiento (BSX)**

Para obtener este valor dividimos el valor en gr por ha entre factor de conversión para pasar de gr a kg y luego se divide de igual manera por el factor de conversión para pasar de kg a ton.

**Rendimiento** =  $13,822,593.75 \div 1000 \div 907.18474 = 15.23 \text{ ton/corte}$



#### 8.8.2. Variable Testigo

- **Marco de plantación**

En este caso se tomó en cuenta las distancias entre plantas y surcos, en la cual al realizar la operación se obtuvo el marco de plantación.

Distanciamiento entre plantas = 0.2

Distanciamiento entre surcos = 0.8

**Marco de plantación** =  $(0.2 \times 0.8) = 0.16$

- **Densidad poblacional**

Para obtener este valor necesitamos multiplicar el No de plantas/ha por el No de frutos (%).

**Densidad poblacional** =  $(62500 \times 5.23) = 326,875$

- **Cantidad en Gr/ha**

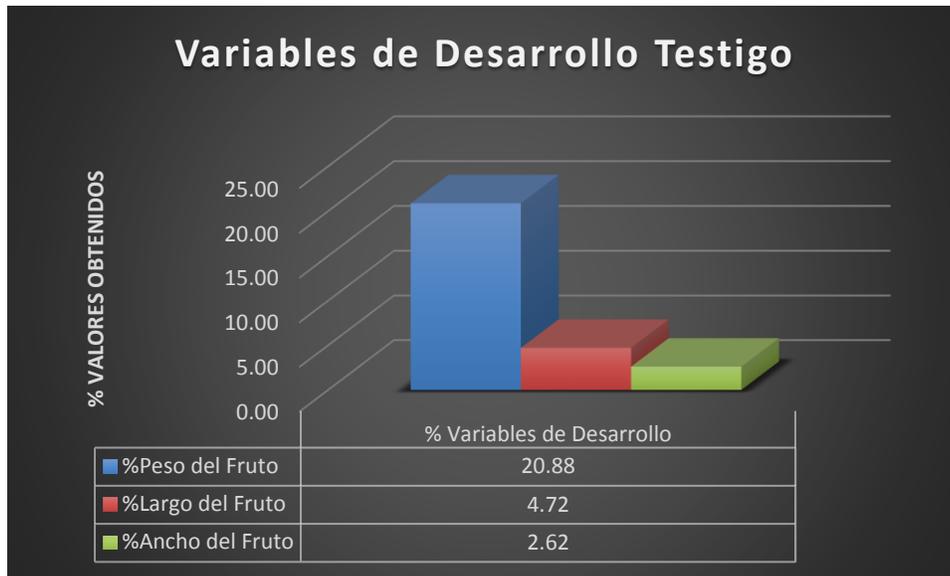
Para obtener este valor necesitamos multiplicar el valor que se obtuvo al calcular la Densidad poblacional y el Peso de fruto (%).

**Cantidad en Gr/ha** =  $(259,375 \times 20.88) = 6,825,150 \text{ gr/ha}$

- **Rendimiento (BSX)**

Para obtener este valor dividimos el valor en gr por ha entre factor de conversión para pasar de gr a kg y luego se divide de igual manera por el factor de conversión para pasar de kg a ton.

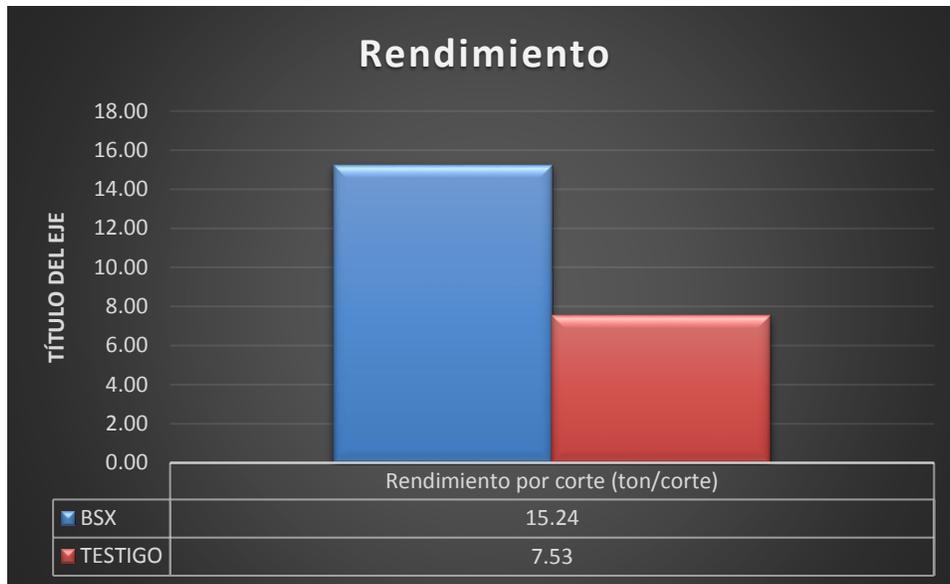
**Rendimiento** =  $6,825,150 \div 1000 \div 907.18474 = 7.52 \text{ ton/corte}$



**Tabla 14: Comparación entre las variables para obtener el Rendimiento en tratamiento Biosólido Xolotlán y tratamiento Testigo**

Variables de rendimiento BSX		Cálculos BSX	
Distancia entre plantas	0.2	No de plantas	62500
Distancia entre surcos	0.8	Cantidad en gr/ha	13827,343.75
Marco de Plantación	0.16	Factor de Conversion	1000
1 hectárea	10000	Equivalente de 1 ton en Kg	907.18474
No de frutos (%)	8.33	<b>SOLUCION</b>	
Peso del fruto (%)	26.55	Rendimiento por corte (ton/corte)	15.24

Variables de rendimiento TESTIGO		Cálculos TESTIGO	
Distancia entre plantas	0.2	No de plantas	62500
Distancia entre surcos	0.8	Cantidad en gr/ha	6829390.972
Marco de Plantación	0.16	Factor de Conversión	1000
1 hectárea	10000	Equivalente de 1 ton en Kg	907.18474
No de frutos (%)	5.23	<b>SOLUCION</b>	
Peso del fruto gr (%)	20.88	Rendimiento por corte (ton/corte)	7.53



El rendimiento obtenido con el Biosólido Xolotlan fue de 15.24 ton/corte superando de esta manera en casi un 53% el rendimiento con respecto al tratamiento testigo el cual presento un total de 7.53 ton/corte. Por lo tanto queda demostrado el efecto de este fertilizante al momento de ser aplicado de manera adecuada mediante una dosis única presentando de esta manera un gran aporte al incremento de la productividad.

En base a la evaluación en función del rendimiento con la implementación del Biosólido Xolotlan en el cultivo de la chiltoma variedad tres canto el rendimiento obtenido en Toneladas por corte supera el valor existente según las normativas a nivel nacional, cabe destacar que el valor promedio existente en estas (normativa) está entre los 12-13 ton/corte siendo de esta manera superado en comparación a la aplicación con el producto BSX.

### 8.9. Resultados de los costos de producción.

Se realizó el control detallado de todos los gastos en los que se incurrió para la producción de chiltoma en la zona de estudio.

En la siguiente tabla presentamos el consolidado, la cual muestra los costos de producción de una hectárea con sistema de riego en el Centro Experimental Agrícola (CEA-UNI).

**TABLA N° 16: Análisis de Costos de Producción proyectados para una hectárea de chiltoma de forma tradicional sin aplicación de ningún componente extra al suelo**

ACTIVIDADES	U/M	CANTIDAD	MONTO	TOTAL
<b>Preparación del suelo</b>				
Arado	H/M	2	2130	4260
Grada	H/M	2	1200	2400
Aporque	H/M	2	120	240
Arado de tracción animal	H/M	1	800	800
Mano de obra	D/H	1	120	120
<b>Sub total</b>				<b>7820</b>
<b>SIEMBRA</b>				
Mano de obra	H/M	5	150	750
<b>Sub total</b>				<b>750</b>
<b>Insumos</b>				
Semillas	gr	1	350	350
Bomba fumigadas	D/H	1	120	120
<b>Sub total</b>				<b>470</b>
<b>Control de malezas</b>				
M.O control manual (azadón)	D/H	2	120	240
M.O Plaguicidas	D/H	1	120	120
Glyphonex	Lts	2	225	450
<b>Sub total</b>				<b>810</b>
<b>Control de plagas</b>				
Plástico amarillo	rollo	1	900	900
Aceite para vehículo 20w/50	Lts	2	120	240
clavos	Lbs	20	8	160
<b>Sub total</b>				<b>1300</b>
<b>Riego</b>				
Riego por goteo para 1HA	UND	1	37700	37700
Bomba impulsadora	UND	1	2900	2900
<b>Sub total</b>				<b>40600</b>
<b>Cosecha</b>				
M.O corte de chiltoma primer	D/H	5	120	600
M.O corte de chiltoma segundo	D/H	3	120	360
Vigilancia	D/H días	30	120	3600
<b>Sub total</b>				<b>4560</b>
<b>Otros Costos</b>				
Alquiler de la tierra	Anual	-	3000	3000
<b>Sub total</b>				<b>3000</b>
<b>Total</b>				<b>59310</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 16 se muestra detalladamente cada uno de los valores necesarios para presentar un adecuado análisis de costos de producción del cultivo de la chiltoma variedad tres canto, este proceso se llevó a cabo con costos reales obtenidos en las labores en el campo, todo esto proyectado a una hectárea sin ningún tipo de fertilizante.

**TABLA N° 17: Cálculo de Rendimiento del cultivo de la chiltoma variedad tres canto sin ningún componente extra en el suelo**

Calculo del Rendimiento para el Testigo sin Biosolido							
Densidad poblacional	% No frutos	% Peso (gr)	Peso en gr total	Factor de Conv	Total en Kg	Factor de Conv	Rendimiento
62500	5.23	20.88	6,825,150	1000	6825.15	907.18474	7.52
	% No frutos en malla	% peso (gr)	Peso en gr total	Factor de Conv	Total en Kg	Factor de Conv	Rend en sacos
	168	20.88	3507.84	1000	3.5078	0.00386	1945.68

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 18: Utilidades por Hectárea del cultivo de la chiltoma variedad tres canto sin ningún componente extra en el suelo**

Tratamiento	Rendimiento sacos/ha	Precio C\$	Ingreso C\$	Costo C\$	
<b>Variedad Tres canto</b>	1945.68	350	680989.58	59310	
<b>Variedad Tres canto</b>	1945.68	350	680989.58	18710	<b>sin sistema de riego</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos de las utilidades tomando en cuenta la variedad tres canto, en el cual se puede apreciar los valores los cuales nos indican los costos tanto con la instalación del sistema de riego y sin la instalación de este.

**TABLA N° 19: Análisis de Costos de Producción proyectados para una hectárea de chiltoma utilizando el sustrato del Biosólido Xolotlan**

ACTIVIDADES	U/M		CANTIDAD	MONTO	TOTAL
<b>Preparacion del suelo</b>					
Arado	H/M		2	2130	4260
Grada	H/M		2	1200	2400
Aporque	H/M		2	120	240
Arado de traccion animal	H/M		1	800	800
Mano de obra	D/H		1	120	120
<b>Sub total</b>					<b>7820</b>
<b>SIEMBRA</b>					
Mano de obra	H/M		5	150	750
<b>Sub total</b>					<b>750</b>
<b>Insumos</b>					
Semillas	gr		1	350	350
Bomba fumigadas	D/H		1	120	120
<b>Sub total</b>					<b>470</b>
<b>Control de malezas</b>					
M.O control manual (azadon)	D/H		2	120	240
M.O Plaguicidas	D/H		1	120	120
Gliphonex	Lts		2	225	450
<b>Sub total</b>					<b>810</b>
<b>Control de plagas</b>					
Plastico amarillo	rollo		1	900	900
Aceite para vehiculo 20w/50	Lts		2	120	240
clavos	Lbs		20	8	160
<b>Sub total</b>					<b>1300</b>
<b>Fertilizacion</b>					
Sustrato de BIOSolido QQ	QQ		187	60	11220
Sustrato de BIOSolido granel	QQ		187	74	13838
Sustrato de BIOSolido granel	ton		11,33	500	5665
<b>Sub total</b>					<b>11220</b>
<b>Riego</b>					
Riego por goteo para 1HA	UND		1	37700	37700
Bomba impulsadora	UND		1	2900	2900
<b>Sub total</b>					<b>40600</b>
<b>Cosecha</b>					
M.O corte de chiltoma primer	D/H		5	120	600
M.O corte de chiltoma segundo	D/H		3	120	360

Vigilancia	D/H dias		30	120	3600
Sub total					4560
<b>Otros Costos</b>					
Alquiler de la tierra	Anual		-	3000	3000
Sub total					3000
Total					70530

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 19 se muestra detalladamente cada uno de los valores necesarios para presentar un adecuado análisis de costos de producción del cultivo chiltoma variedad tres canto, seguido de la preparación del suelo, costos de insumos, siendo estos costos reales incurridos en labores de campo, destinados a una hectárea.

Los costos están divididos en rubros, siendo el de mayor notoriedad auge el sustrato de Biosólido con C\$11,220 seguido de la preparación del suelo con C\$7820.

En la tabla 20, se detallan los costos de transporte y de materia prima hacia el centro experimental agrícola CEA-UNI, sobresaliendo el costo del quintal del producto, el cual a granel (m<sup>3</sup>) tiene menor costo que empacado, siendo esto muy ventajoso para el productor al momento de querer utilizar este sustrato en determinado cultivo.

**TABLA N° 20: Cálculo de Rendimiento del cultivo de la chiltoma variedad tres canto utilizando el Biosólido Xolotlán.**

Calculo del Rendimiento para el Testigo sin Biosolido							
Densidad poblacional	% No frutos	% Peso (gr)	Peso en gr total	Factor de Conv	Total en Kg	Factor de Conv	Rendimiento
62500	8.33	26.55	13,822,593	1000	13,822.5	907.18474	15.23
	% No frutos en malla	% peso (gr)	Peso en gr total	Factor de Conv	Total en Kg	Factor de Conv	Rend en sacos
	168	26.55	4460.4	1000	4.4604	0.004916	3098.15

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 21: Utilidades por Hectárea del cultivo de la chiltoma variedad tres canto utilizando el Biosólido Xolotlán.**

Tratamiento	Rendimiento o Ton/ha	#Sacos/ton	Precio C\$	Ingreso C\$	Costo C\$
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	81750
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	41150
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	84368
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	43768
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	76195
Variedad Tres canto	15,2368	3098,96	350	1084636	35595

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 22: Proyección de Costos de 1 ha para un suelo sin sustrato destinado para 2 años (6 ciclos productivos)**

Para realizar la proyección de estos costos se toman en cuenta los totales de todos y cada uno de los requerimientos necesarios para poder llevar a cabo una óptima cosecha destinada para 2 años, luego de haber obtenido las primeras variables de los totales se realizara el cálculo para los siguientes 5 ciclos productivos a lo largo del tiempo estimado, entre los valores necesarios para este cálculo se encuentran los siguientes:

Gastos Totales	Totales (1er ciclo)	Proyección (5 ciclos)	Total Final
Preparación del suelo	7820	5	39100
Siembra	750	5	3750
Insumos	470	5	2350
Control de Malezas	810	5	4050
Control de Plagas	1300	5	6500
Cosechas	4560	6	27360
Otros Costos	3000	2	6000
Riego	40600		
Total			89,110
Total Sin Riego			48,510
Gasto Inicial			59310

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 23: Proyección de Costos de 1 ha para un suelo sin sustrato destinado para 2 años (6 ciclos productivos) con el margen de Ganancia**

PROYECCION SUELO SIN SUSTRATO							
Gasto Inicial	Gasto Proyec	Gasto total/2años	Ton / ciclo	Ciclos	Sacos /ha	Precio (C\$)	Ingresos Totales
59310	48510	107,820	7.52	6	1945.1	350	4,085,937
Ganancia							3,978,117
							\$ 28.7
<b>Ganancias (\$)</b>							<b>138,810.36</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 24: Proyección de Costos de 1 ha para un suelo con el sustrato de Biosólido destinado para 2 años (6 ciclos productivos)**

Para realizar la proyección de estos costos se toman en cuenta los totales de todos y cada uno de los requerimientos necesarios para poder llevar a cabo una óptima cosecha destinada para 2 años, luego de haber obtenido las primeras variables de los totales se realizara el cálculo para los siguientes 5 ciclos productivos a lo largo del tiempo estimado, entre los valores necesarios para este cálculo se encuentran los siguientes:

Gastos Totales	Totales (1er ciclo)	Proyección (5 ciclos)	Total Final
Preparación del suelo	7820	5	39100
Siembra	750	5	3750
Insumos	470	5	2350
Control de Malezas	810	5	4050
Control de Plagas	1300	5	6500
Cosechas	4560	5	22800
Otros Costos	3000	2	6000
Riego	40600		
Total			84,550
<b>Total Sin Riego</b>			<b>43,950</b>
<b>Gasto inicial</b>			<b>70,530</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA N° 25: Proyección de Costos de 1 ha para un suelo con el sustrato de Biosólido destinado para 2 años (6 ciclos productivos) con el margen e Ganancia**

PROYECCION SUELO SIN SUSTRATO							
Gasto Inicial	Gasto Proyec	Gasto total/2años	Ton / ciclo	Ciclos	Sacos /ha	Precio (C\$)	Ingresos Totales
70530	43950	114,480	15.23	6	3098.9	350	6,507,812
Ganancia							6,393,332
\$							28.7
<b>Ganancias (\$)</b>							<b>222,764</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## IX. CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis físico-químico del suelo en el área un antes y un después del ensayo, se obtuvo un incremento en macro y micro nutrientes, así como también presencia de materia orgánica favoreciendo al segundo corte en la cosecha y posteriormente a un segundo cultivo puesto que el uso del Biosólido Xolotlán conlleva un proceso lento pero continuo estando presente su efecto en el suelo por un periodo de 2 años.
- En los resultados obtenidos en el ensayo mediante el levantamiento de muestras se determinó una dosis única de Biosólido Xolotlán tomando en cuenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo determinadas en el laboratorio, obteniéndose como resultado 2.23 lbs/planta aplicada al cultivo, posterior a esto se realizó un análisis físico-químico después de la cosecha para conocer la disponibilidad de macro y micro elementos residuales en el suelo.
- Se evaluó en función de rendimiento el Biosólido Xolotlán como alternativa orgánica vrs tratamiento sin ningún tipo de fertilización, la aplicación con Biosólido obtuvo un rendimiento de 15.24 ton/corte superando en un 53% al tratamiento Testigo el cual obtuvo un rendimiento de 7.52 ton/corte, de esta manera el tratamiento Biosólido presentó un mayor # de frutos, tamaño de frutos y peso del fruto siendo esto satisfactorio en nuestro ensayo lográndose uno de los objetivos.
- Al utilizar la metodología de cálculo para identificar una dosis adecuada le proporcionamos al cultivo un balance adecuado en sus necesidades nutricionales así como también reducimos costos de fertilización. De esta manera se cumple nuestra hipótesis alternativa teniendo el Biosólido un mayor efecto sobre las variables de rendimiento en el cultivo de la chiltoma en comparación al tratamiento Testigo.
- Los costos de producción para el cultivo de la chiltoma destinados para 1 ha aplicando el Biosólido proyectado a un ciclo productivo tiene un costo de C\$81,750 obteniendo una producción de 3098 mallas, con un % de 168 frutos por malla, consiguiendo una ganancia de 1,002,886. Para el caso estimado de producción del cultivo de chiltoma para 6 ciclos productivos se obtiene un costo de C\$114,480, produciendo de esta manera un monto de 18,593 mallas, obteniendo de esta manera una ganancia de C\$6,393,812.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis profundo en el suelo del CEA-UNI para identificar patógenos existentes y así atacarlos debidamente, puesto que este nos ocasiona daños en nuestro ensayo, no logrando el desarrollo de algunos tratamientos,
- Aplicar el Biosólido Xolotlán con dos o tres meses de anticipación antes de la siembra para obtener una mayor incorporación del fertilizante al suelo.
- Realizar este tipo de ensayo en un ambiente más controlado y llevar con regulación el riego, ya que las condiciones climáticas no fueron favorables ocasionando exceso de humedad y asfixia en la raíz de algunas plantas.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. Azafeifa, A., & Moreira, M. (lunes de marzo de 2005). *mag*. Recuperado el Martes de Julio de 2015, de [www.mag.go.cr/rev\\_agr/v29n01\\_077.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n01_077.pdf)
2. (s.f.). Obtenido de [www.educando.edu](http://www.educando.edu)
3. AGRICULTURA, M. D. (26 de JULIO de 2013). Obtenido de [www.manual del agricultor](http://www.manualdelagricultor.com). Pdf. 26 julio 2013: [www.manual del agricultor](http://www.manualdelagricultor.com). Pdf.
4. Biwater. (2014). Obtenido de <http://www.biwater.com/>
5. biosólido, M. d. (10 de octubre de 2015). *biosolidosensuelos*. Obtenido de [www.edutecne.utn.ar/sem-f1-quim-micrib./biosolidosensuelos](http://www.edutecne.utn.ar/sem-f1-quim-micrib./biosolidosensuelos)
6. Eddy, M. (1997). *tratamiento y depuración de aguas residuales*. segunda edición .
7. Edmundo, R. S. (2015). *Manejo y uso de biosólido en suelos*. Obtenido de <http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/105>
8. Eduardo, G. F. (23 de OCTUBRE de 2015). *Efecto ambiental y biosólido-socia*. Obtenido de <http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/531pp> 86-87-89-96
9. ENACAL. (10 de NOVIEMBRE de 2015). *Informe descriptivo de producción de biosólido en Nicaragua*. Obtenido de [www.enacal.com .ni](http://www.enacal.com.ni): [www.enacal.com .ni/proyectos/planta- tratamiento.php.htm](http://www.enacal.com.ni/proyectos/planta-tratamiento.php.htm)
10. Estrada Pérez, Y., & Silva Lòpez, S. (2014). *Evaluacion del sustrato de biósólido en el cultivo del maiz (zea mays) de la variedad NB-6*. Managua.
11. Evaluación del sustrato del biósólido en el cultivo del maiz (zea mays) de la variedad NB-6. (2014). En S. E. Silva Lòpez, & Y. Estrada Pérez. Managua.
12. González Eduardo, f. 2. (2011). Efecto ambiental y económico-social. En f. 2. González Eduardo, *Efecto ambiental y económico-social* (pág. volumen 1). veracruz: tabasco.

13. José, r. p., & robleto, j. p. (20 de enero de 1984). *YouTube*. Recuperado el martes de julio de 2015, de <https://www.youtube.com/>
14. INTA. (2014). Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20Chiltoma%202014.pdf>
15. Luis, I. G. (2015). Elementos para una reglamentación de biosolidos. 5-10.
16. Laguna, T., Sarria, M., & Gutiérrez, C. (18 de octubre de 2006). *INTA*. Recuperado el Martes de Julio de 2015, de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20Chiltoma%202014.pdf>
17. *magrama*. (2014). Obtenido de <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/riego-localizado.aspx>
18. MAG. (2012). Obtenido de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v29n01\\_077.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n01_077.pdf)
19. Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (14 de noviembre de 2013). *FAO*. Recuperado el Jueves de Julio de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>
20. S. Guaca neme, J. I.-C. (23 de JUNIO de 2015). *Efecto de aplicación de biosólido*, . Obtenido de como enmienda orgánica en la recuperación de un suelo disturbado : Recuperado: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912208> pp
21. *UCLM*. (s.f.). Obtenido de [https://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02d\\_EstudioEdafologico.pdf](https://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02d_EstudioEdafologico.pdf)

## XII. ANEXOS

### ANEXOS I: DISEÑOS

#### ❖ DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE LA CHILTOMA

##### 1) DATOS DE SUELO

CC = 43%

PMP = 23.2%

Da = 0.92

Pr = 0.20

##### 2) DATOS DE CLIMA

E<sub>TO</sub> = 5.04 mm/día

##### 3) DATOS DE CULTIVO

Kc máximo = 1.02

##### 4) DATOS DE AGUA CAUDAL DISPONIBLE

pH = 6.57

#### • DISEÑO AGRONÓMICO

##### CÁLCULO DE LA NORMA NETA DEL SUELO

$$N_n = 100 * D_a * H * (CC - PMP)^{2/3}$$

Dónde:

N<sub>n</sub> = Norma neta del suelo (mm).

D<sub>a</sub> = Densidad aparente (gr/cm<sup>3</sup>).

H = Profundidad radicular (m).

CC = Capacidad de campo (%).

PMP = Punto de marchitez permanente (%).

##### NORMA BRUTA DEL SUELO

$$N_b = \frac{N_n \text{ diseño}}{\text{Eficiencia}}$$

Dónde:

N<sub>b</sub> = Norma neta del suelo (mm).

N<sub>n</sub> = Norma neta del suelo (mm).

Eficiencia = Sistema de riego que está entre 0.9-0.95

## NORMA NETA DEL CULTIVO

$$N_{nc} = E_{tr}$$

## NECESIDADES TOTALES

$$N_t = \frac{N_{nc}}{(1 - k)C_u}$$

Dónde:

K = (1-Eficiencia).

Cu = Coeficiente de uniformidad (%).

Nnc = Norma neta del cultivo (mm/día).

## CALCULO DE LA INTENSIDAD DE APLICACIÓN DEL EMISOR

$$I_a = \frac{Q_{emisor}}{E_e * E_l}$$

Dónde:

Ia = Intensidad de aplicación (mm/día).

Qe = Caudal nominal del emisor (m<sup>3</sup>/hrs).

Ee = Espaciamiento entre emisores (m).

El = Espaciamiento entre laterales (m).

## CALCULO DEL TIEMPO DE RIEGO

$$T_r = \frac{N_t}{I_a}$$

Dónde:

Tr = Tiempo de riego (hrs/día).

Nt = Necesidades totales del cultivo (mm/día).

Ia = Intensidad de aplicación del emisor (mm/hrs).

## NORMA NETA DEL SUELO

$$N_n = 100 * D_a * H * (CC - PMP)^{2/3}$$

$$N_n = 100 * 0.92 * 0.20 * (43 - 24.4)^{2/3}$$

$$N_n = 242.88 \text{ mm}$$

## NORMA BRUTA DEL SUELO

$$N_b = \frac{N_{\text{diseño}}}{\text{Eficiencia}}$$

$$N_b = \frac{242.88 \text{ mm}}{0.95}$$

$$N_b = 255.66 \text{ mm}$$

NOTA: La eficiencia con la que se decidió trabajar fue de **0.95**.

## NECESIDADES TOTALES

$$N_t = \frac{N_{nc}}{(1 - k)C_u}$$

$$N_t = \frac{5.04 \text{ mm/día}}{(1 - 0.1)0.9}$$

$$N_t = 6.22 \text{ mm/día}$$

## NECESIDADES DIARIAS POR PLANTA

$$D_p = N_t \times S_{exSl}$$

$$D_p = 6.22 \text{ mm/día} \times 0.20 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$$

$$D_p = 1 \text{ lt/pt/día}$$

## NUMERO DE EMISORES POR AREA

$$\#e = \frac{1}{E_e * E_l}$$

$$\#e = \frac{1}{0.20 \text{ m} * 0.81 \text{ m}}$$

$$\#e = 6 \text{ emisores/m}^2$$

## VOLUMEN DEL EMISOR

$$V_e = \frac{N_t * 1}{\#e}$$

$$V_e = \frac{6.22 \text{ mm/día} * 1}{6 \text{ emisores}}$$

$$V_e = 1.036 \text{ mm/día}$$

## INTENSIDAD DE APLICACIÓN DEL EMISOR

$$I_a = \frac{Q_{emisor}}{E_e * E_l}$$

$$I_a = \frac{1.2 \frac{Lt}{h} (0.81)}{0.20 \text{ m} * 0.80 \text{ m}}$$

$$I_a = 6.07 \frac{\text{mm}}{\text{hr}}$$

## TIEMPO DE RIEGO

$$T_r = \frac{N_t}{I_a}$$

$$T_r = \frac{6.22 \text{ mm/día}}{6.07 \text{ mm/hr}}$$

$$T_r = 1.02 \text{ hr/día}$$

## • DISEÑO HIDRAULICO

### DISEÑO DE TUBERIA LATERAL

#### DATOS DE ENTRADA

Ø interno= 16 mm

fe= 0.074

L = 6m

F= 0.380

Ee = 0.20m

Qe = 1.2 Lt/hrs

l<sub>o</sub> =El

Pendiente = 0.015

n = 30 goteros

Tubería de 1"- ¼ " = 38 mm (Øinterno)

Tubería de 1"- 2" = 50 mm (Øinterno)

#### CAUDAL DEL LATERAL

$$q_1 = n * q_m$$

$$q_1 = 30 * 1.2 \text{ Lt/hr}$$

$$q_1 = 36 \text{ Lt/hr} \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$q_1 = 0.01 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

### PERDIDA DE CARGA UNITARIA

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \right)$$

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{0.01^{1.75}}{16 \text{ mm}^{4.75}} \right)$$

$$J = 0.05$$

### PERDIDA DE CARGA UNITARIA CORREGIDA

$$J' = J \{(se + fe) | se\}$$

$$J' = 0.16 \{(0.20 + 0.074) | 0.20\}$$

$$J' = 0.07 \text{ m}$$

### PERDIDA DE CARGA EN EL LATERAL (hfl)

$$hfl = J' * F * \left( \frac{L}{100} \right)$$

$$hfl = 0.07 \text{ m} * 0.380 \left( \frac{6}{100} \right)$$

$$hfl = 0.0014 \text{ m}$$

### PRESION A LA ENTRADA DEL LATERAL (hi)

$$hi = hm + \frac{3}{4} hfl \pm \frac{1}{2} \Delta El$$

$$hi = 7 \text{ m} + \frac{3}{4} (0.0014) \pm \frac{1}{2} (0.02 (6/100))$$

$$hi = 7.001 \text{ m}$$

### PRESION MINIMA EN EL LATERAL (hn)

$$hn = hi - (hfl + \Delta El)$$

$$hn = 7.001 \text{ m} - \left[ 0.0014 + (0.02 * \left( \frac{6}{100} \right)) \right]$$

$$hn = 7.00 \text{ m}$$

### DIFERENCIA DE PRESION

$$\Delta h = hi - hn$$

$$\Delta h = 7.00 - 7.00 \text{ m}$$

$$\Delta h = 0.00 \text{ m}$$

## DISEÑO DE TUBERIA TERCIARIA

### DATOS DE ENTRADA

$$\varnothing = 38 \text{ mm } (\varnothing \text{ interno})$$

$$N = 20 \text{ (4 parcelas * 5 emisores)}$$

$$L = 6 \text{ m de cinta de goteo}$$

$$f_e = 0.11$$

$$SL = 21.6 \text{ m}$$

$$I_o = EI$$

$$F = 0.389$$

$$q_1 = 60 \text{ Lt/hr}$$

$$S = 0$$

### CAUDAL DE LA TERCIARIA

$$q_t = N * q_1$$

$$q_t = 20 * 60 \text{ Lt/hr}$$

$$q_t = 1200 \frac{\text{Lt}}{\text{hr}} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}}$$

$$q_t = 0.333 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

### PERDIDA DE CARGA UNITARIA

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \right)$$

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{0.333 \text{ Lt/seg}^{1.75}}{38 \text{ mm}^{4.75}} \right)$$

$$J = 0.36$$

### PERDIDA DE CARGA UNITARIA CORREGIDA

$$J' = J \{ (se + fe) | se \}$$

$$J' = 0.38 \{ (0.20 + 0.11) | 0.20 \}$$

$$J' = 0.60 \text{ m}$$

### PERDIDA DE CARGA EN LA TERCIARIA

$$h_{ft} = J' * F * \left( \frac{L}{100} \right)$$

$$h_{ft} = 0.60 * 0.389 \left( \frac{6}{100} \right)$$

$$h_{ft} = 0.014 \text{ m}$$

### PRESION ALA ENTRADA DE LA TERCIARIA

$$H_t = h_m + \frac{3}{4} h_{fl} \pm \frac{1}{2} \Delta EI$$

$$H_t = 7\text{m} + \frac{3}{4}(0.014) \pm \frac{1}{2}(0.02 (6/100))$$

$$H_t = 7.01\text{m}$$

### PRESION MINIMA EN LA TERCIARIA (Ht)

$$H_n = H_t - (h_{ft} + \Delta E_l)$$

$$H_n = 7.01\text{ m} - \left[ 0.014 + \left( 0.02 * \left( \frac{6}{100} \right) \right) \right]$$

$$H_n = 6.99\text{ m}$$

### DIFERENCIA DE PRESION

$$\Delta h = H_t - H_n$$

$$\Delta h = 7.01 - 6.99\text{ m}$$

$$\Delta h = 0.02\text{ m}$$

## DISEÑO DE LA TUBERIA CONDUCTORA

### TRAMO I (X-Y)

- **DATOS DE ENTRADA**

$$Q_c = 0.333\text{ Lt/hr}$$

$$V = 1.5\text{ m/s}$$

$$L = 8\text{m}$$

$$D = 50\text{ mm}$$

### CALCULO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA CONDUCTORA

- **METODO DE LA VELOCIDAD PERMISIBLE**

$$D = 0.33\text{ m} \approx 16.8\text{ mm o sea } 50\text{ mm } (\varnothing_{\text{interno}}) = \frac{1}{2} \text{ "}$$

### CALCULO DE LA PERDIDA UNITARIA

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \right)$$

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{0.333^{1.75}}{50\text{ mm}^{4.75}} \right)$$

$$J = 0.10\text{ m}$$

### PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA CONDUCTORA

$$h_{fc} = J * \frac{L}{100}$$

$$h_{fc} = 0.10 * \frac{8}{100}$$

$$h_{fc} = 0.01\text{ m}$$

$$h_{fc} = 0.05 \text{ m}$$

## TRAMO II (Y-TANQUE)

### DATOS DE ENTRADA

$$Q = 1.33 \text{ Lt/seg}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$L = 48 \text{ m}$$

### CALCULO DE LA PERDIDA UNITARIA

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{0.1.75}{D^{4.75}} \right)$$

$$J = 7.89 * 10^7 \left( \frac{1.333^{1.75}}{50 \text{ mm}^{4.75}} \right)$$

$$J = 1.11 \text{ m}$$

### PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA CONDUCTORA

$$h_{fc} = J * \frac{L}{100}$$

$$h_{fc} = 1.11 * \frac{48}{100}$$

$$h_{fc} = 0.54 \text{ m}$$

### SUMATORIA DE PÉRDIDAS EN LA TUBERIA CONDUCTORA

$$\Sigma h_f = h_{fcond} + h_{flat} + h_{afc}$$

$$\Sigma h_f = 0.01 + 0.01 + 0.54 = 0.56$$

$$\Sigma h_f = 0.56$$

### PERDIDAS EN LOS ACCESORIOS

$$h_{facc} = \Sigma h_{fcond}(h_{flat} + h_{ft})$$

$$h_{facc} = 0.56(0.01 + 0.01)$$

$$h_{facc} = 0.011 \text{ m}$$

### PRESION EN LA ENTRADA DE LA CONDUCTORA

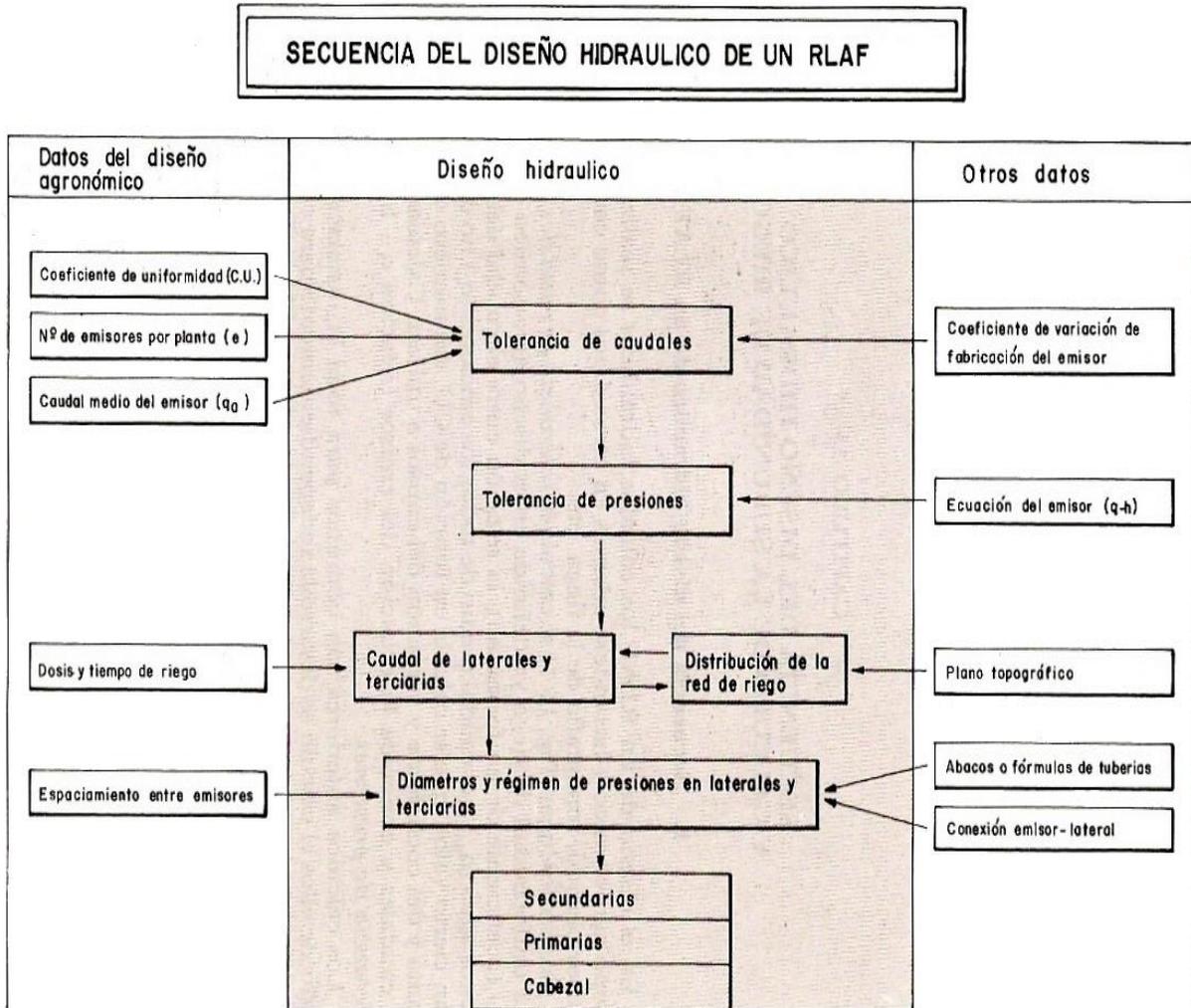
$$H_c = h_t + \frac{3}{4} H_{fc} \pm \frac{1}{2} \Delta E_l$$

$$H_c = 7.01 \text{ m} + \frac{3}{4} (0.56) \pm \frac{1}{2} (0.02 (48/100))$$

$$H_c = 7.43 \text{ m}$$

## ANEXOS II: FIGURAS

**Figura 1: Secuencia de diseño de un RLAF**



**Figura 2: Factor de Perdidas de conexión en el emisor**







**Figura 5: Análisis químico del Biosólido Xolotlán**



**LABORATORIOS QUIMICOS S.A.**  
**LAQUISA**

Tel: (504) 2211-0453  
Cel: (504) 9994-2332  
Cel: (504) 9994-2344

**INFORME DE ANÁLISIS**

**Cliente:** BIOWATER/Intenstional Limited, Sucursal Nicaragua. **Lugar muestreo:**  
**Dirección:** Del Café Soluble 1,200 metros al noreste **Munic./Depto.:**  
/Managua

**Nombre muestra:** Biosólido  
**Descripción muestra:** Biosólido

**Fecha muestreo:**

**Fecha informe:** 26/10/2015

**Fecha ingreso:** 13/10/2015

**Muestreado por:** Cliente

**Ref.Laboratorio:** Es-1849-15

**Número de muestreo:**

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.6
Humedad	%	6.1
Materia Orgánica Total	%	46.3
Nitrógeno Total	%	3.43
Fósforo	%	1.33
Potasio	%	0.33
Calcio	%	4.54
Hierro	%	1.00
Magnesio	%	0.37
Relación C/N	-	8.0

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.

Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General



Lic. Augusto César Téllez Alvarado  
Responsable de Foliar

Figura 6: Análisis químico del Biosólido Xolotlán



**INFORME DE ANÁLISIS**

**Cliente:** BIOWATER/Intenstional Limited, Sucursal Nicaragua. **Lugar muestreo:**  
**Dirección:** Del Café Soluble 1,200 metros al noreste **Munic. /Depto.:**  
 /Managua  
**Nombre muestra:** Biosólido **Fecha muestreo:**  
**Descripción muestra:** Biosólido **Fecha informe:** 26/10/2015  
**Fecha ingreso:** 13/10/2015 **Muestreado por:** Cliente  
**Ref.Laboratorio:** Es-1849-15  
**Número de muestreo:**

Análisis	Unidad	Resultado
Cadmio	mg/kg	0.08
Mercurio	mg/kg	0.10
Plomo	mg/kg	51.4
Arsénico	mg/kg	0.07
Selenio	mg/kg	0.13
Cromo	mg/kg	50.6
Cobre	mg/kg	177.1
Zinc	mg/kg	919.0
Níquel	mg/kg	20.9
Molibdeno	mg/kg	8.9

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado.



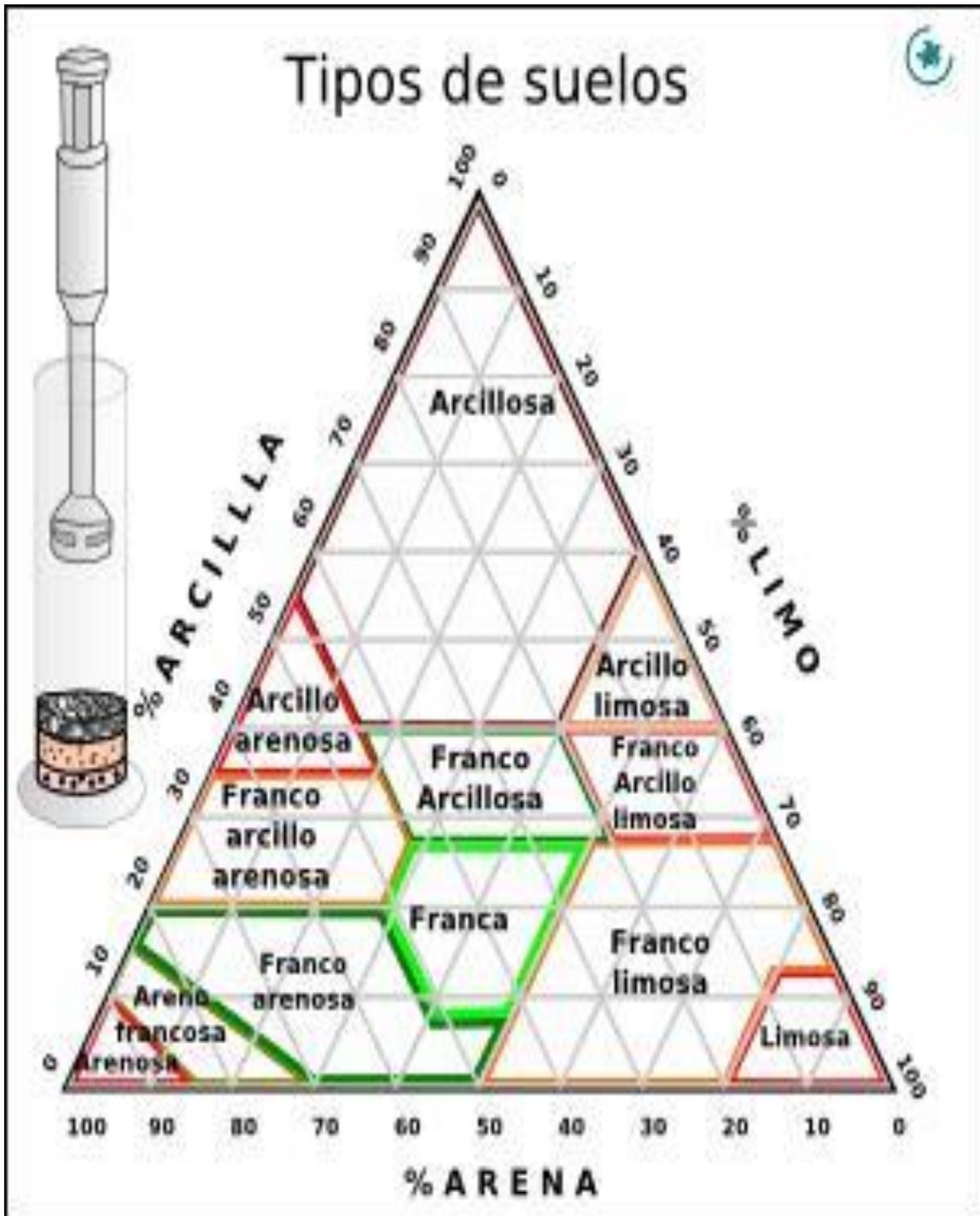
*Benito Zapata Amaya*

Lic. Benito Zapata Amaya  
Gerente General

*"César Tellez"*

Lic. Augusto César Tellez Alvarado  
Responsable de Foliar

Figura 7: Estructura del Suelo



## ANEXO III: FOTOGRAFIAS

Fotografía 1-2: Traslado de Biosólido al CEA-UNI



**Fotografía 3: Limpieza del terreno antes**



**Fotografía 4: Limpieza del terreno después**



**Fotografía 5: Levantamiento de muestras**



**Fotografía 6: levantamiento de muestras (Corte en V)**



**Fotografía 7: Germinación de la semilla**



**Fotografía 8: Limpieza de Camellones**



**Fotografía 9: Instalación del sistema de riego**



**Fotografía 10: Elaboración de Surcos**





**Fotografía 13: Elaboración de surco (Identificación de Surcos)**



**Fotografía 14: control de maleza**



**Fotografía 15: Aplicación de biosólido Xolotlán**



**Fotografía 16: Aplicación de biosólido Xolotlán**



**Fotografía 17: Ahoyado**



**Fotografía 18: Trasplante**



**Fotografía 19: Establecimiento de Trampas Amarillas**



**Fotografía 20: Trampas Amarillas**



**Fotografía 21: Plagas y Enfermedades (Marchitez)**



**Fotografía 22: plagas y enfermedades**



**Fotografía 23: Levantamiento de parámetros a los 15 DDT**



**Fotografía 24: Levantamiento de parámetros a los 15 DDT**



**Fotografía 25: Levantamiento de parámetros a los 35 DDT (Biosólido)**



**Fotografía 26: Levantamiento de parámetros a los 35 DDT (Testigo)**



**Fotografía 27: Levantamiento de parámetros a los 55 DDT (Biosólido)**



**Fotografía 28: Levantamiento de parámetros a los 55 DDT (Testigo)**



**Fotografía 29: Variables de Cosecha**



**Ancho del  
fruto**



**Largo del  
fruto**

**Fotografía 30: Variables de Cosecha**

**Peso del fruto**

