

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN



EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL PARA  
EL CONTROL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO: FRÍJOL  
CRIOLLO (*Phaseolus vulgaris L.*), GRAMA SAN AGUSTÍN  
(*Stenotaphrum secundatum*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoii*),  
EN FINCA SAN FRANCISCO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ

JIMMY JESÚS MENCOS CUCUL

COBÁN, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA DE TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL PARA  
EL CONTROL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO: FRÍJOL  
CRIOLLO (*Phaseolus vulgaris L.*), GRAMA SAN AGUSTÍN  
(*Stenotaphrum secundatum*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoi*),  
EN FINCA SAN FRANCISCO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR  
JIMMY JESÚS MENCOS CUCUL  
CARNÉ: 201342168

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO  
EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2018

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

### **RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

### **CONSEJO DIRECTIVO**

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj  
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey  
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián  
PEM. César Oswaldo Bol Cú

### **COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

### **COORDINADORA DE LA CARRERA**

Ing. Agr. MC. Sandra Anabella Tello Coutiño

### **COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

COORDINADOR: Ing. Agr. *MSc.* Edgar Armando Ruiz Cruz  
SECRETARIA: Ing. Agr. Lisbeth Johana Paredes Matta  
VOCAL: Ing. Agr. MC. Sandra Anabella Tello Coutiño

### **REVISOR DE REDACCIÓN DE ESTILO**

Ing. Civil *MSc.* Julio Enrique Reynosa Mejía

### **REVISOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

Ing. Agr. MC. Sandra Anabella Tello Coutiño

### **ASESOR**

Ing. Agr. MA. Marcos Rafael Flores Delgado



**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 18 de septiembre de 2017.  
Ref. 15-A-296/2017.

Señores:  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR.


**Estimados señores:**

Me dirijo a ustedes para informarles que he revisado el trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo: Frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*), grama san agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz”**.

Al respecto como asesor puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le dé el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de Práctica Profesional Supervisada, del estudiante **Jimmy Jesús Mencos Cucul**.

Atentamente,

*“Id y enseñad a todos”*

  
Ing. Agr. Marcos Rafael Flores Delgado  
Asesor Principal



c.c. archivo



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 11 de octubre de 2017.  
Ref. 15-A-309/2017.

Señores:  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo: Frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*), grama san agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Jimmy Jesús Mencos Cucul** y de acuerdo a mi opinión cumple con las sugerencias y/o correcciones formuladas por la Comisión de PPS, por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,

*“Id y enseñad a todos”*

Inga. Agr. M. C. Sandra Anabella Tello Coutiño  
Revisor de Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía  
CUNOR-USAC



c.c. archivo



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 26 de octubre de 2017.  
Ref. 15-A-326/2017.

Señores:  
Miembros de la Comisión de  
Trabajos de Graduación de  
Práctica Profesional Supervisada  
Carrera Agronomía  
CUNOR.

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo: Frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*), grama san agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por el estudiante **Jimmy Jesús Mencos Cucul** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,

*“Id y enseñad a todos”*



Ing. Civil MSc. **Julio Enrique Reynosa Mejía**  
Revisor de Redacción y Estilo  
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 22 de noviembre de 2017.  
Ref. 15-A-336/2017.

**Licenciado Zootecnista:  
Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
Director del Centro Universitario del Norte,  
CUNOR - USAC**

Señor Director:  
Saludos cordiales

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo: Frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.), grama san agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz”**.

Dicho trabajo es presentado por estudiante **Jimmy Jesús Mencos Cucul** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pre-grado; por lo que solicito se le dé el trámite correspondiente a fin de que el estudiante Mencos Cucul, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,

*“Id y enseñad a todos”*

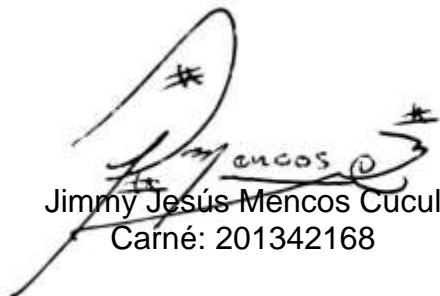


Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz-Cruz  
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico  
Carrera de Agronomía  
CUNOR- USAC

c.c. archivo

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: Evaluación de tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo: frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.), Grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz.



Jimmy Jesús Mencos Cúcul  
Carné: 201342168



## **RESPONSABILIDAD**

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Por darme la vida y su amor espiritual ya que con su ayuda, he caminado y obtenido paso a paso mis sueños.
<b>Mis padres</b>	Héctor Amílcar Mencos Sierra y Ana María Cucul Caal, por el apoyo incondicional que me han otorgado a lo largo de este camino.
<b>Mis hermanos</b>	Henry Daniel, Ana Rocío y Héctor Estuardo por sus consejos y ser las personas que me han motivado día a día para alcanzar mis sueños.
<b>Mi cuñada y sobrinos</b>	Sharon Viviana, por sus palabras de ánimo, y sobrinos Daniel Enrique y Shavi Renata, que este logro alcanzado les sirva de ejemplo.
<b>Mis docentes de la Carrera</b>	Por compartir sus conocimientos en mi formación académica y mención especial para Ing. Civil MSc. Julio Enrique Reynosa Mejía por sus palabras de motivación y amistad que me ha dado.
<b>Mis compañeros de estudio</b>	Por el apoyo y momentos de amistad tanto fuera como dentro de la universidad.
<b>Mis amigos</b>	Abner Tello, Erick Bol, José Sanabria, Pedro Tiul, María José Max, Francis Ericastilla, Katherine García y Lísbeth Alí, por compartir conmigo este avance que he logrado.
<b>A la gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)</b>	Grande entre las del mundo. Por la oportunidad de forjarme como profesional.

## ÍNDICE

RESUMEN	v
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
Hipótesis	5
OBJETIVOS	7

## CAPÍTULO 1

1.1	Antecedentes	9
1.1.1	Investigaciones realizadas sobre control de erosión por el método de clavos y rondanas	9
1.2	Revisión de literatura	10
1.2.1	Erosión	10
a.	Erosión progresiva	10
b.	Erosión acelerada	10
1.2.2	Erosión hídrica	10
a.	Erosión por salpicadura	11
c.	Erosión en surcos	11
d.	Erosión en cárcavas	12
e.	Erosión en túnel	12
1.2.3	Ecuación universal de la pérdida de suelo	12
1.2.4	Erodabilidad del suelo (Factor K)	13
1.2.5	Métodos de control de erosión de suelos	14
a.	El aumento de la cobertura vegetal de los suelos	15
b.	El mejoramiento de la estructura y el drenaje de suelos	15
c.	Control de escurrimiento superficial	15
1.2.6	Método de medición de erosión	16
a.	Método de clavos y rondanas	16
1)	Método mejorado	16
2)	Cuantificación de pérdidas	17
1.2.7	Cultivos como cobertura	18
1.2.8	Leguminosas como coberturas vegetales	18
1.2.9	Maní forrajero como cubierta vegetal	19
1.2.10	Gramma San Agustín	19
1.3	Marco referencial	20
1.3.1	Descripción general del área de estudio	20
a.	Ubicación del área	20
1)	Características climáticas	20
2)	Características ecológicas	20

## **CAPÍTULO 2**

2.1	Localización	21
2.1.2	Descripción del área	21
2.1.3	Tamaño del experimento	21
2.1.4	Selección de tratamientos	22
2.1.5	Diseño experimental	22
2.1.6	Modelo estadístico	23
2.1.7	Variable respuesta	23
2.2	Procedimiento	24
2.2.1	Preparación del área de investigación	24
2.2.2	Preparación del método de medición de erosión	24
2.2.3	Toma de datos	24
a.	Cuantificación de suelo perdido	25
2.2.4	Tiempo de ejecución	25
a.	Primera fase	25
b.	Segunda fase	25
2.2.5	Insumos	26
a.	Recursos humanos	26
2.2.6	Recursos de infraestructura e implementación del proyecto	26

## **CAPÍTULO 3**

	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
3.1	Datos de las coberturas vegetales	27
3.1.1	Lectura de pérdida de suelo 1	27
3.1.2	Lectura de pérdida de suelo 2	27
3.1.3	Lectura de pérdida de suelo 3	28
3.1.4	Lectura de pérdida de suelo 4	28
3.1.5	Lectura de pérdida de suelo 5	29
3.2	Análisis de varianza de los tratamientos evaluados	31
3.3	Análisis de volumen de pérdida de suelo de tratamientos en ton/ha	34
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFÍA	41
	ANEXOS	43

## ÍNDICE DE CUADROS

1. REFERENCIA DE TRATAMIENTOS	22
2. LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 13 DE AGOSTO DE 2016	27
3. LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 19 DE AGOSTO DE 2016	27
4. LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 04 DE SEPTIEMBRE DE 2016	28
5. LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2016	28
6. LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2016	29
7. TOTAL GENERAL DE PÉRDIDA DE SUELO EN MILÍMETROS (mm)	29
8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE COBERTURAS VEGETALES	31
9. PRUEBA TUKEY DE TRATAMIENTOS	31
10. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. MÉTODO DE CLAVOS Y RONDANAS MODIFICADO	17
2. PÉRDIDA DE SUELO EN MILÍMETROS (mm)	17
3. MODELO Y DISTRIBUCIÓN DE BLOQUES Y TRATAMIENTOS	23

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1. HABILITACIÓN DE ÁREA PARA ESTABLECIMIENTO DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO	45
2. TRAZADO DE BLOQUES PARA TRATAMIENTOS	45
3. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	46
4. ESTABLECIMIENTO DE COBERTURAS VEGETALES	46
5. COBERTURAS VEGETALES	47

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

1. MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS	32
2. PÉRDIDA DE SUELO EN TONELADAS/HECTÁTEA (ton/ha)	34

## Lista de abreviaturas, siglas y símbolos del SI utilizados en este trabajo

°	grados
'	minutos
”	segundos
°C	grado centígrado
cm	centímetro
DAP	densidad aparente
<i>GTM</i>	<i>Guatemala Transversal de Mercator</i>
ha	hectárea
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
mm	milímetro
msnm	metro sobre el nivel del mar
ton	tonelada

## RESUMEN

Este informe corresponde a la investigación, realizada en finca San Francisco, ubicada en el municipio Purulhá, Baja Verapaz, con el principal objetivo de evaluar tres tipos de cobertura vegetal para evitar la erosión del suelo, comparado con el suelo desnudo.

La problemática consiste en el uso inadecuado de los suelos por parte de los agricultores, lo que provoca la erosión del mismo. Uno de los métodos para evitar la erosión de los suelos es la siembra de vegetación, de preferencia con raíces abundantes, con el cual conservan las partículas de suelo para que no se desplacen por la esorrentía.

El desarrollo de la investigación se realizó en dos fases; la primera fue preparación y establecimiento de las coberturas vegetales y la segunda, el proceso de las lecturas de suelo erosionado.

Se procedió a realizar un cronograma donde se establecieron diferentes actividades para lograr el propósito del informe.

Se utilizó el método de clavos y rondanas debido a la facilidad de medición de pérdida de suelo por erosión.

De acuerdo a los datos obtenidos en el campo, se calculó la pérdida de suelo en toneladas por hectárea, en donde la grama San Agustín (T1) presenta una pérdida de suelo de 43,74 ton/ha en comparación a la muestra del





tratamiento sin cobertura (T4) donde se obtuvo una pérdida de suelo de 126,684 ton/ha, hubo una diferencia de 82,944 ton/ha, por lo tanto, se considera de gran importancia establecer coberturas vegetales en la región.

En la región existe mucha precipitación pluvial y los suelos presentan mucha erosión debido a que son terrenos accidentados por las pendientes y no se tiene un conocimiento de coberturas vegetales para minimizar la erosión hídrica.





## INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica es uno de los problemas de los suelos en Purulhá, Baja Verapaz debido a las constantes lluvias, esto provoca baja producción agrícola por el empobrecimiento del suelo. “La erosión se produce cuando la intensidad de las precipitaciones supera la capacidad de infiltración del suelo.”<sup>1</sup>

El proceso de pérdida de suelo por la erosión es mucho más rápido que el de formación de suelo. Por eso, la pérdida de la capa superficial del suelo disminuye la fertilidad y ocasiona una disminución de los rendimientos de las cosechas,<sup>2</sup> esto perjudica enormemente a los agricultores en su producción.

En la presente investigación se realizó una evaluación de tres especies vegetales de cobertura para el control de erosión de los suelos de la Finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz, para evitar el desprendimiento de partículas y la pérdida de nutrientes y ayudar a que los suelos mantengan su fertilidad. Se generó información para que los agricultores de la región apliquen coberturas vegetales para evitar que los suelos sigan erosionándose.

El método para la medición de erosión que se utilizó fue de clavos y rondanas, debido a que es de fácil manejo para la cuantificación de la pérdida de suelo por erosión hídrica.

---

<sup>1</sup> *Agricultura sostenible y conservación de los suelos*. <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/ESFactSheet-02.pdf> (28 de marzo de 2016).

<sup>2</sup> *Ibíd.*





## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El mal manejo de los suelos causa grandes pérdidas de material fértil, según un estudio realizado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Guatemala ha perdido 149 millones de toneladas métricas de suelo fértil debido a la erosión, y cada año se pierden en el país 244 toneladas métricas de suelo, esto debido al manejo inadecuado o a la escasa implementación de prácticas de conservación de suelos.<sup>3</sup>

Si no se le proporciona la importancia necesaria a los distintos métodos de conservación de suelos la erosión seguirá en aumento, la fertilidad de los suelos decaerá y por ende la disminución de las cosechas para los agricultores.

Los terrenos que tienen escasa cubierta vegetal se exponen a sufrir empobrecimiento de nutrientes, según sean las condiciones topográficas que se presenten. Para contrarrestar la erosión de suelos se pueden realizar cubiertas vegetales para que las raíces de estas plantas ayuden a que el suelo se quede en su lugar.

En la región existe mucha precipitación pluvial y los suelos presentan mucha erosión debido a que son terrenos accidentados por las pendientes y no se tiene un conocimiento de coberturas vegetales para minimizar la erosión hídrica.

---

<sup>3</sup> *Estudio de la erosión hídrica.* <http://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/10/Erosi%C3%B3n-h%C3%ADdrica-completo.pdf> (28 de marzo de 2016).





## JUSTIFICACIÓN

La erosión de los suelos en la región es de alto impacto, principalmente en el área de la finca San Francisco municipio de Purulhá, Baja Verapaz, debido a las altas lluvias en la región de las Verapaces.

Este tema de investigación proporcionó información sobre la utilización de coberturas vegetales específicamente frijol criollo, grama San Agustín y maní forrajero, cabe mencionar que las plantas leguminosas aportan nitrógeno al suelo y contribuyen a reducir la erosión de suelos, pues protegen el suelo contra la acción directa de las lluvias y así contribuyen a disminuir la erosión.

Con esta investigación se pretenden realizar buenas prácticas de conservación de suelos e informar a la población de la región de Purulhá, Baja Verapaz, cómo evitar que los suelos sean erosionados por el factor de escorrentía.

### Hipótesis

De acuerdo a las condiciones generales del maní forrajero (*Arachis pintoii*) como cubierta vegetal se obtendrán mejores resultados, por ser un buen retenedor de partículas de suelo, minimizará el lavado de nutrientes y suelo debido a la precipitación pluvial que se presente en el área a evaluar.







## OBJETIVOS

### General

Evaluar tres tipos de cobertura vegetal para el control de erosión hídrica del suelo; frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.), grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz

### Específicos

- a) Generar información sobre la utilización de frijol criollo (*Phaseolus vulgaris* L.), grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), como plantas de cobertura vegetal, en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz
- b) Cuantificar la erosión hídrica en el área de estudio ubicada en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz, mediante el método de clavos y rondanas
- c) Establecer un manejo agronómico en las plantas de cobertura a evaluar para disminuir la erosión hídrica en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz





# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1 Investigaciones realizadas sobre control de erosión por el método de clavos y rondanas

Según investigaciones para el control de erosión por el método de clavos y rondanas realizadas en Nicaragua se concluyó que dicho método es aplicable a las áreas evaluadas de acuerdo al tipo de pendientes; al comparar los resultados obtenidos con este método, se determinó que se trata de un método bastante confiable, los niveles de pérdida de suelo obtenidos son aceptables.<sup>4</sup>

Mancilla Bascuñán, Héctor Boris, de la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, aplicó el método en parcelas con residuos quemados; los resultados indican que el área afectada a erosión permanece entre el 60 % y 63 % y la zona afectada a sedimentación varía entre un 40 % y 37 %.”<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> *Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica*. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33857.pdf> (17 de marzo de 2016).

<sup>5</sup> Mancilla Bascuñán, Héctor Boris. *Erosión en parcelas experimentales y redistribución de suelo mediante la concentración de <sup>7</sup>Be*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifm269e/doc/fifm269e.pdf> (17 de marzo de 2016).



## 1.2 Revisión de literatura

### 1.2.1 Erosión

Se le llama erosión al desgaste que sufren los suelos debido al viento o el agua.

El agua está considerada como el factor más importante de la erosión, la cubierta vegetal permite controlar este desgaste.

Hay dos tipos de erosión según sus efectos. La Erosión progresiva y la erosión acelerada.<sup>6</sup>

#### a. Erosión progresiva

Se desarrolla de una manera natural con el paso de los años debido al viento, lluvia, calor, etc.

#### b. Erosión acelerada

Es desarrollada con mayor velocidad y sus efectos se notan en un menor tiempo. Este tipo de erosión es causado por el humano.

### 1.2.2 Erosión hídrica

Existen varios tipos de erosión causados por el agua:

---

<sup>6</sup> Erosión. <http://www.definicionabc.com/general/erosion.php> (14 de marzo de 2016).



### a. Erosión por salpicadura

Consiste en la desagregación y el movimiento de partículas del suelo, causados por el impacto de las gotas de lluvia<sup>7</sup>.

### b. Erosión laminar

Se da por la eliminación de una capa delgada relativamente uniforme de suelo superficial, debido a la lluvia y a la escorrentía superficial no canalizada.

Después de una lluvia es posible que se pierda una capa fina y uniforme de toda la superficie del suelo como si fuera una lámina.

Es el tipo de erosión hídrica más peligrosa ya que con el paso del tiempo aumenta su intensidad.<sup>8</sup>

### c. Erosión en surcos

Es un proceso habitual en los terrenos con pendiente, especialmente los labrados recientemente, en los que se forman, de forma aleatoria, pequeños pero numerosos canales, de pocos centímetros de profundidad<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Imeson, Anton y Curfs, Michiel. *Erosión del suelo*. [http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/b1\\_booklet\\_final\\_es.pdf](http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/b1_booklet_final_es.pdf) (14 de marzo de 2016).

<sup>8</sup> *Ibíd.*

<sup>9</sup> *Ibíd.*



Se hace notar con facilidad ya que forma una especie de surcos irregulares y hace que la parte superficial del suelo se vaya removiendo.<sup>10</sup>

#### **d. Erosión en cárcavas**

En este tipo de erosión el agua se acumula y forma canales estrechos, arrastra las partículas de suelo en un periodo corto, hasta formar una profundidad considerable, más o menos de 0,5 m hasta 30 m de profundidad.<sup>11</sup>

#### **e. Erosión en túnel**

Este tipo de erosión suele formarse en terrenos con suelos que contienen capas arcillosas que se contraen o expanden debido a la humedad.<sup>12</sup>

### **1.2.3 Ecuación universal de la pérdida de suelo**

Esta ecuación combina los diversos factores que intervienen en la erosión, en ella se incorporan observaciones y resultados experimentales logrados en más de 20 años y tienen valor como aproximación empírica a la predicción de la erosión que ocurrirá bajo determinadas condiciones<sup>13</sup>.

---

<sup>10</sup> *Ibíd.*

<sup>11</sup> *Ibíd.*

<sup>12</sup> *Ibíd.*

<sup>13</sup> Suárez de Castro, Fernando. *Conservación de suelos*. Editorial Instituto Intercultural de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica 1979.





Expresa las pérdidas de suelo, en peso por unidad de superficie y de tiempo, que ocurrirían al presentarse una combinación determinada de condiciones en un terreno. La ecuación universal es expresada bajo los siguientes términos:

$$A = R K L S C P$$

**A:** pérdida anual de suelo y es expresada en toneladas por hectárea

**R:** capacidad erosiva de la lluvia

**K:** factor de erodabilidad del suelo

**L:** factor de longitud de la pendiente

**S:** factor que mide la inclinación de la pendiente

**C:** factor de manejo del cultivo

**P:** factor de prácticas de control de la erosión

#### 1.2.4 Erodabilidad del suelo (Factor K)

Es una medida de la susceptibilidad del suelo al desprendimiento y transporte de sus partículas, la cual está influenciada por numerosas propiedades, tales como la textura, estabilidad estructural, contenido de materia orgánica, mineralogía de arcillas y constituyentes químicos, entre otros.

El factor K está relacionado con el efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración. Los suelos suelen ser menos erosivos con una reducción en la fricción del limo a pesar de que tengan un incremento en la fricción de arcilla o de arena.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Ramírez Ortiz, Fernando Andrés. *Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del Departamento de Caldas*. [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060\(01\)58-71.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060(01)58-71.pdf) (14 de marzo de 2016).



El factor de erodabilidad del suelo se calcula con la ecuación del nomograma de Wischmeier:

$$K = (1/7,594) \times [2,1 \times 10^{-4} \times (12 - MO) \times M^{1,14} + 3,25(S - 2) + 2,5(P - 3)] / 100$$

Donde:

K = Factor de erodabilidad del suelo [t./ha.MJ\*ha/mm\*hr]

MO = Materia orgánica [%]

S = Código de la estructura del suelo

P = Código de permeabilidad

M = Producto de las fracciones del tamaño de las partículas primarias ó (% limo + % arena muy fina)\*(100 - % arcilla)

La erodabilidad de los suelos (factor K-USLE) puede ser determinada mediante el establecimiento y mantenimiento de parcelas de escorrentía bajo condiciones de lluvia natural, por un período mínimo de 3 a 5 años.<sup>15</sup>

Sin embargo, este método suele ser de elevado costo y requiere de mucho tiempo para obtener resultados.

### 1.2.5 Métodos de control de erosión de suelos

Para reducir la erosión en suelos se deben de utilizar estrategias como técnicas, el uso de prácticas orientadas hacia:

<sup>15</sup> Ramírez Ortiz, Fernando Andrés. *Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del Departamento de Caldas*. [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060\(01\)58-71.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060(01)58-71.pdf) (14 de marzo de 2016).



### **a. El aumento de la cobertura vegetal de los suelos**

A la adición de cobertura vegetal los suelos son protegidos al impacto de lluvias.

El mejoramiento de la cobertura vegetal también puede lograrse al aumentar la producción de biomasa de los cultivos, a través de un uso adecuado de fertilizantes, enmiendas y los componentes de producción en general (época de siembra y densidad de plantas, entre otros.)<sup>16</sup>.

### **b. El mejoramiento de la estructura y el drenaje de suelos**

Esto favorece la infiltración del agua y conserva la humedad del suelo. Un suelo que contiene buena presencia de material orgánico permite la absorción de agua con facilidad y evita que trascorra sobre la superficie. Un suelo con buena cantidad de materia orgánica ayuda a disminuir considerablemente los riesgos de erosión.<sup>17</sup>

### **c. Control de escurrimiento superficial**

Este control reduce la erosión debido al transporte de partículas en cuencas hidrográficas evita la sedimentación de otros terrenos. En terrenos con pendientes se establecen obstáculos o barreras al escurrimiento del agua de lluvia y así mejora su infiltración y evita también el arrastre de partículas de suelo. Se pueden realizar prácticas como: La

---

<sup>16</sup> Castañeda, Nelba Gaete. *Técnicas y estructuras de conservación de suelos y agua*. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33857.pdf> (15 de marzo de 2016).

<sup>17</sup> Ídem.



elaboración de surcos o zanjas de infiltración, pircas o paredes de piedra, terrazas o andenes y barreras vivas. Lo que se recomienda para controlar la erosión es realizar dos o más prácticas de las antes mencionadas para lograr un buen efecto.<sup>18</sup>

### 1.2.6 Método de medición de erosión

#### a. Método de clavos y rondanas

Es uno de los métodos más fáciles de aplicar para cuantificar la pérdida de suelo por erosión hídrica, este consiste en la utilización de varillas en forma de clavos insertados al suelo para cuantificar la erosión provocada por la escorrentía.

##### 1) Método mejorado

Al utilizar clavos y rondanas existen bastantes dificultades para medir el espesor del suelo que se pierde ya que en las partes de las rondanas quedan residuos de sedimentos. Por lo tanto, se utilizan varillas de hierro liso de  $\frac{1}{4}$  " de diámetro y 50 cm de largo, se marcan al centro (25 cm) con un anillo rojo de aproximadamente 10 cm de ancho. La varilla marcada se introduce en la tierra hasta la marca de los 25 cm, de manera que la parte inferior del anillo toque ligeramente la superficie del suelo.

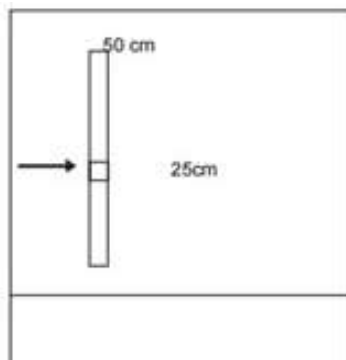
---

<sup>18</sup> Ídem.



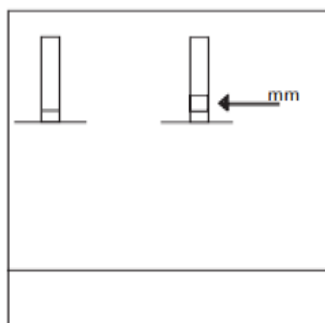
Se colocan a distancias de 5 m formando un transecto<sup>19</sup>. (Figuras 1 y 2).

**FIGURA 1**  
**MÉTODO DE CLAVOS Y RONDANDAS MODIFICADO**



**Fuente:** Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica.

**FIGURA 2**  
**PÉRDIDA DE SUELO EN MILÍMETROS (mm)**



**Fuente:** Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica.

## 2) Cuantificación de pérdidas

La cuantificación de los resultados se hace a través de la siguiente fórmula:

$$P = H * A * DAP$$

<sup>19</sup> *Manual de métodos sencillos para estimar Erosión Hídrica*. [http://www2.inia.cl/medios/trabajos de graduacion biblioteca/serieactas/NR33857.pdf](http://www2.inia.cl/medios/trabajos_de_graduacion_biblioteca/serieactas/NR33857.pdf) (15 de marzo de 2016).

Donde:

P= pérdida de suelo (mm)

H= altura de la lámina pérdida (mm)

A= área medida (m)

DAP= densidad aparente

### 1.2.7 Cultivos como cobertura

Como bien su nombre lo dice proporcionan cobertura al suelo con el fin de disminuir la erosión y de la misma manera enriquecen los suelos proporcionando nutrientes.

Las coberturas vegetales previenen la desagregación del suelo, reducen la infiltración de agua, disminuyen la velocidad de la escorrentía, la concentración y el tamaño de los sedimentos transportados y por lo tanto las tasas de pérdida de agua y suelo.<sup>20</sup>

### 1.2.8 Leguminosas como coberturas vegetales

Las leguminosas tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, lo cual se considera de gran importancia para mejorar la fertilidad de los suelos, dando así un aporte a la economía de los agricultores pues se ahorra en fertilizantes nitrogenados y a la vez ayuda a incrementar la producción. Con ello al usarlas de cobertura vegetal se obtienen un doble propósito, aportan nutrientes al suelo específicamente nitrógeno y disminuye la erosión de suelos.

---

<sup>20</sup> Coberturas vegetales. <http://infomaderas.com/2015/04/20/coberturas-vegetales/> (22 de agosto de 2016).



### 1.2.9 Maní forrajero como cubierta vegetal

Según, Orduz, Javier Orlando hay dos factores que hacen importante el maní forrajero como cultivo de cobertura y para ayudar a conservar el suelo: su capacidad de crecer en condiciones de sombra y la densa formación de estolones enraizados que protege el suelo de las fuertes precipitaciones<sup>21</sup>.

Dentro de las ventajas del maní forrajero como cobertura vegetal se destaca la protección que otorga al suelo, lo que facilita su conservación y mejoramiento, ayuda a la fijación de nitrógeno, disminuye los costos de manejo de malezas en las calles del cultivo, provoca menor uso de maquinaria y herbicidas, con el consiguiente ahorro de mano de obra y disminuye el riesgo de incendios en la época de verano.

### 1.2.10 Grama San Agustín

De acuerdo a las características de este tipo de pasto, se adapta a temperaturas de 20 °C a 30 °C y no tolera grandes heladas por debajo de los 10 °C y por su sistema de raíces proporciona retención de las partículas de suelo y ayuda a disminuir la infiltración de agua, por lo tanto disminuye considerablemente la erosión de suelos.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> *Cultivo de maní forrajero*. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/ICA\\_000045C.2\\_Man%C3%AD\\_forrajero\\_perenne\\_Arachis\\_pintoi\\_Krapovickas\\_y\\_Gregory\\_Una\\_alte\\_rnativa.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/ICA_000045C.2_Man%C3%AD_forrajero_perenne_Arachis_pintoi_Krapovickas_y_Gregory_Una_alte_rnativa.pdf) (24 de marzo de 2016).

<sup>22</sup> *Gramas San Agustín*. <http://gramasyjardines.com/pages/nuestros-productos/grama-san-agustin.php> (22 de agosto de 2016).





## 1.3 Marco referencial

### 1.3.1 Descripción general del área de estudio

#### a. Ubicación del área

La investigación se llevó a cabo en finca San Francisco, municipio de Purulhá, departamento de Baja Verapaz, situada en las coordenadas: Latitud norte: 15° 14' 57,97" Longitud oeste: 90° 16' 46,07"

*GTM:*

Longitud: 523 685,5973

Latitud: 1 686 264,9798

#### 1) Características climáticas

Altitud	1 610 msnm
Temperatura media anual	16 °C
Temperatura máxima promedio	22 °C
Precipitación pluvial promedio anual	1 800 mm

#### 2) Características ecológicas

La zona de vida en la que se encuentra localizada la finca San Francisco, lugar donde se realizó el proyecto, y de acuerdo a la clasificación ecológica del Dr. L. Holdridge y adaptada para Guatemala por De La Cruz es: Bosque sub-tropical (frío) muy húmedo.



## CAPÍTULO 2

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización

La investigación se realizó en la finca San Francisco, municipio de Purulhá, en el departamento de Baja Verapaz, localizada geográficamente a: Latitud: 1 686 264,9798 y Longitud: 523 685,5973 coordenadas *GTM* y a una altitud aproximada de 1 570 msnm.

#### 2.1.2 Descripción del área

El área donde se evaluó es muy propensa a precipitaciones por lo que sus suelos sufren de erosión hídrica. El promedio anual de precipitación es de 1 800 mm.

#### 2.1.3 Tamaño del experimento

Se establecieron parcelas de 3 m de largo por 3 m de ancho, tres repeticiones por cobertura vegetal más un testigo.

Total de Parcelas = 12

Distribución:            Tratamientos = 9            Testigos = 3



### 2.1.4 Selección de tratamientos

Se evaluaron tres especies vegetales como cobertura vegetal para el control de erosión hídrica en los suelos de la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz. Fueron estas las siguientes especies:

**CUADRO 1  
REFERENCIA DE TRATAMIENTOS**

<b>COBERTURA VEGETAL</b>	<b>CLAVE</b>
Gramma San Agustín ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> )	T 1
Frijol criollo ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	T 2
Maní forrajero ( <i>Arachis pintoi</i> )	T 3
Testigo	T 4

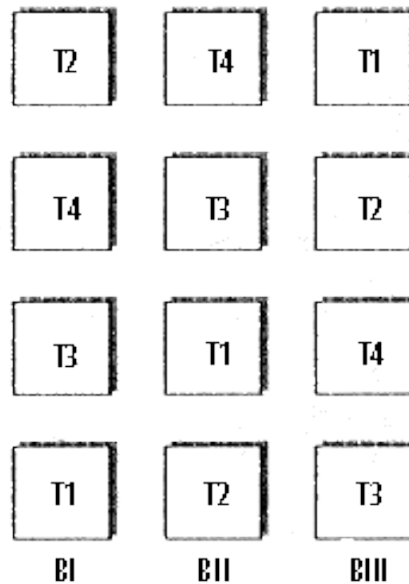
**Fuente:** Elaboración propia 2016

### 2.1.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con tres (3) repeticiones y un (1) testigo para un total de 12 parcelas.



**FIGURA 3**  
**MODELO Y DISTRIBUCIÓN DE BLOQUES Y TRATAMIENTOS**



Fuente: Elaboración propia 2016

### 2.1.6 Modelo estadístico

Se utilizó el siguiente modelo estadístico correspondiente al diseño de bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_{lj} + T_{\epsilon k}$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

$Y_{ij}$  = Variable a evaluar la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Combinaciones homogéneas de cada bloque

$T_i$  = Efecto de la cobertura

$B_{lj}$  = Efecto del bloque

$T_{\epsilon k}$  = Error experimental

### 2.1.7 Variable respuesta

Volumen de suelo erosionado total en toneladas por hectárea.



## 2.2 Procedimiento

### 2.2.1 Preparación del área de investigación

Para la instalación de las parcelas, se desmalezó el terreno dejándolo libre de toda maleza para luego proceder con la siembra de los materiales a evaluar como cobertura vegetal. El tamaño de las parcelas fue de 3 m de ancho por 3 m de largo, que conformaron un área de 9 m<sup>2</sup> por parcela.

### 2.2.2 Preparación del método de medición de erosión

Para la implementación del método fue necesario la utilización de varillas de hierro liso de  $\frac{1}{4}$  " de diámetro y 50 cm de largo, luego se marcó a 25 cm con un anillo rojo de 10 cm, esta varilla se introdujo en el suelo hasta la marca de los 25 cm a manera que la parte inferior del anillo marcado toque la superficie del suelo. Se colocaron al azar en cada parcela 9 varillas para un total de 108 unidades en toda el área experimental.

### 2.2.3 Toma de datos

Se utilizó el método de clavos y rondanas (modificado) y la toma de datos determinó el nivel de suelo erosionado por cada parcela de 3 m x 3 m.

Con la ayuda de un vernier, se realizó la lectura de los 4 clavos de cada tratamiento seleccionados al azar y se calculó la media aritmética para obtener el promedio de cada tratamiento, luego la media aritmética de cada repetición para obtener el dato general de cada tratamiento.



$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

### a. Cuantificación de suelo perdido

Fórmula para la cuantificación de suelo perdido:

$$P = H * A * DAP$$

P = Pérdida de suelo (mm)

H = Altura de lámina perdida (mm)

A = Área medida (m)

DAP = Densidad aparente

## 2.2.4 Tiempo de ejecución

### a. Primera fase

La primera fase fue de preparación y establecimiento de las coberturas vegetales, inició el 07 de mayo y culminó el 06 de agosto.

### b. Segunda fase

Al culminar la primera fase, se procedió a hacer las lecturas de suelo erosionado, se inició el 13 de agosto y se culminaron las lecturas el 21 de septiembre.



## 2.2.5 Insumos

### a. Recursos humanos

Para la realización del experimento, se requirió de una persona (estudiante del Centro Universitario del Norte), el cual se encargó de cumplir con lo propuesto en la metodología, realización del procedimiento y anotaciones de datos.

## 2.2.6 Recursos de infraestructura e implementación del proyecto

- a. Semilla de los materiales vegetativos
- b. Vernier
- c. Varillas de hierro de  $\frac{1}{4}$  " de diámetro
- d. Pintura
- e. Pincel
- f. Pita plástica
- g. Papel bond
- h. Lápiz
- i. Libreta de campo



## CAPÍTULO 3 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 3.1 Datos de las coberturas vegetales

#### 3.1.1 Lectura de pérdida de suelo 1

**CUADRO 2  
LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 13 DE AGOSTO DE 2016**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	1,42
T2	Frijol criollo	2,75
T3	Maní forrajero	3,00
T4	Testigo	4,08

**Fuente:** Investigación de campo 2016.

De acuerdo a la toma de datos de campo obtenida el 13 de agosto de 2016 se observó que en el tratamiento sin cobertura (T4) se presentó la mayor pérdida de suelo ya que los cultivos estaban aún estableciéndose y propagándose.

#### 3.1.2 Lectura de pérdida de suelo 2

**CUADRO 3  
LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 19 DE AGOSTO DE 2016**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	0,58
T2	Frijol criollo	1,17
T3	Maní forrajero	0,58
T4	Testigo	1,17

**Fuente:** Investigación de campo 2016.





De acuerdo a la toma de datos de campo obtenida el 19 de agosto de 2016 se observó que en el fríjol criollo (T2) como el tratamiento sin cobertura (T4) presentaron la mayor pérdida de suelo.

### 3.1.3 Lectura de pérdida de suelo 3

**CUADRO 4**  
**LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 04 DE SEPTIEMBRE DE 2016**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	0,50
T2	Fríjol criollo	0,57
T3	Maní forrajero	0,58
T4	Testigo	1,17

**Fuente:** Investigación de campo 2016.

De acuerdo a la toma de datos de campo obtenida el 04 de septiembre de 2016 se observó que el tratamiento sin cobertura (T4) presentó la mayor pérdida de suelo, seguidamente por el fríjol criollo (T2), se obtuvo una disminución con el maní forrajero (T3) y la grama San Agustín obtuvo una disminución de 0,50 mm.

### 3.1.4 Lectura de pérdida de suelo 4

**CUADRO 5**  
**LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2016**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	0,34
T2	Fríjol criollo	0,67
T3	Maní forrajero	0,49
T4	Testigo	1,67

**Fuente:** Investigación de campo 2016.

Se observó la lectura 4 realizada el 10 de septiembre de 2016, de acuerdo a los datos del cuadro anterior, la grama San Agustín (T1)



redujo notablemente la erosión en el área de estudio con 0,34 mm de suelo perdido comparado con el tratamiento sin cobertura (T4) que presentó 1,67 mm de suelo perdido, con una diferencia de 1,33 mm.

### 3.1.5 Lectura de pérdida de suelo 5

**CUADRO 6**  
**LECTURA DE PÉRDIDA DE SUELO DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2016**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	0,33
T2	Fríjol criollo	0,34
T3	Maní forrajero	0,35
T4	Testigo	1,09

**Fuente:** Investigación de campo 2016.

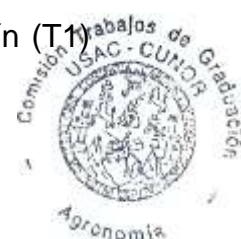
Los datos obtenidos en la lectura 5 realizada el 21 de septiembre del 2016 mostraron una reducción de suelo perdido tanto de la grama San Agustín (T1), fríjol criollo (T2) y maní forrajero (T3) respecto al tratamiento sin cobertura (T4) debido a la propagación y adaptación que tuvieron las coberturas vegetales evaluadas en el estudio.

**CUADRO 7**  
**TOTAL GENERAL DE PÉRDIDA DE SUELO EN MILÍMETROS (mm)**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA DE SUELO (mm)
T1	Gramma San Agustín	3,17
T2	Fríjol criollo	5,60
T3	Maní forrajero	5,00
T4	Testigo	9,18

**Fuente:** Investigación de campo 2016.

De acuerdo a los datos del cuadro anterior, se presenta un total general de la pérdida de suelo que hubo en las lecturas realizadas durante la investigación de campo para lo cual se realizó una sumatoria de los datos por tratamiento, se observó a la grama San Agustín (T1)



como mejor tratamiento, pues tuvo una pérdida total de suelo de 3,17 mm comparándolo con el tratamiento sin cobertura (T4) que tuvo una pérdida total de suelo de 9,18 mm se tiene una diferencia de 6,01 mm para lo cual se considera una diferencia muy significativa de suelo erosionado de acuerdo a la investigación realizada.



### 3.2 Análisis de varianza de los tratamientos evaluados

Se procedió a realizar análisis de varianza para determinar si estadísticamente existe diferencia significativa en los tratamientos. A continuación, se presenta el análisis respectivo.

**CUADRO 8**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE COBERTURAS VEGETALES**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	57,02	3	19	902	<0,0001
Bloque	0,06	2	0	1	0,3267
Error	0,13	6	0		
Total	57,2	11			

Fuente: Investigación de campo 2016.

Al realizar el análisis de varianza se observa en el cuadro 8 que existe una diferencia significativa entre las coberturas vegetales que se evaluaron. Por lo tanto, se procedió a hacer la prueba de Tukey.

**CUADRO 9**  
**PRUEBA TUKEY DE TRATAMIENTOS**

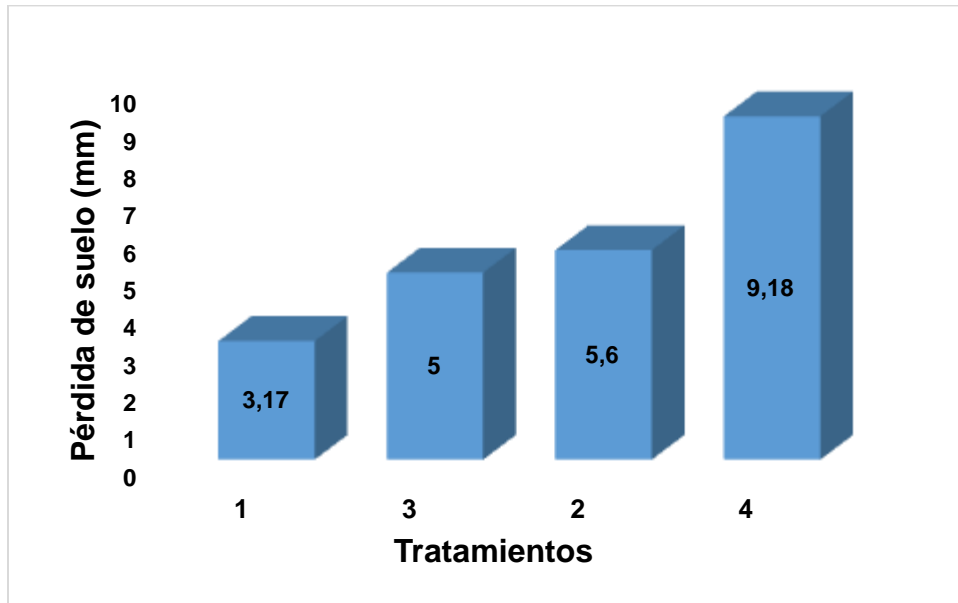
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
Gramma San Agustín (T1)	3,17	3	0,08	A			
Maní forrajero (T3)	5	3	0,08		B		
Fríjol criollo (T2)	5,6	3	0,08			C	
Testigo (T4)	9,18	3	0,08				D

Fuente: Investigación de campo 2016.

En base al cuadro anterior se estableció que la grama San Agustín (T1) es mejor que los otros cultivos como cobertura vegetal. Esto se debe a que cubrió de buena manera el suelo y reaccionó adecuadamente en el área evaluada. Según las características de este cultivo se adapta fácilmente a diversos tipos de suelos y climas y su desarrollo radicular penetra y retiene las partículas de suelo para que no sean lavados por la escorrentía.



**GRÁFICA 1**  
**MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS**



**Fuente:** Investigación de campo 2016.

La gráfica anterior presenta las medias de los tratamientos evaluados de acuerdo al análisis de varianza realizado. En donde:

1 corresponde a: Grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*)

2 corresponde a: Fríjol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*)

3 corresponde a: Maní forrajero (*Arachis pintoi*)

4 corresponde a: Testigo

### 3.2.1 Cálculo de volumen de pérdida de suelo en toneladas por hectárea

Tratamiento 1. Grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*)

$$0,317 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} * \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 31,7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\frac{31,7 \text{ m}^3}{\text{ha}} * \frac{1\,380 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ ton}}{1\,000 \text{ kg}} = 43,74 \text{ ton/ha}$$

Tratamiento 2. Fríjol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*)

$$0,56 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} * \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 56 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\frac{56 \text{ m}^3}{\text{ha}} * \frac{1\,380 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ ton}}{1\,000 \text{ kg}} = 77,28 \text{ ton/ha}$$

Tratamiento 3. Maní forrajero (*Arachis pintoi*)

$$0,5 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} * \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\frac{50 \text{ m}^3}{\text{ha}} * \frac{1\,380 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ ton}}{1\,000 \text{ kg}} = 69 \text{ ton/ha}$$

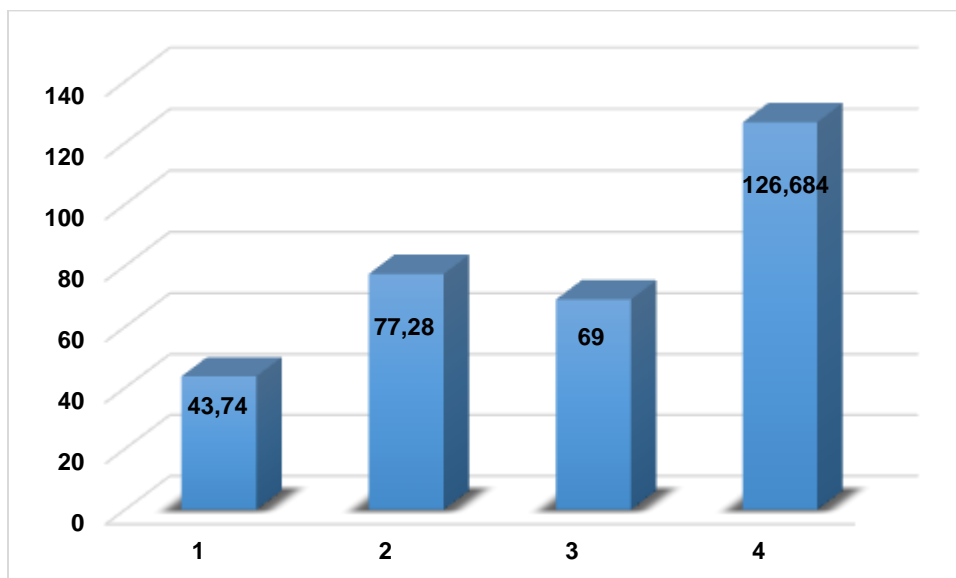
Tratamiento 4. Testigo

$$0,918 \text{ cm} * \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} * \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 91,8 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\frac{91,8 \text{ m}^3}{\text{ha}} * \frac{1\,380 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ ton}}{1\,000 \text{ kg}} = 126,684 \text{ ton/ha}$$



**GRÁFICA 2**  
**PÉRDIDA DE SUELO EN ton/ha**



En donde:

1 corresponde a: Grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*)

2 corresponde a: Fríjol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*)

3 corresponde a: Maní forrajero (*Arachis pintoj*)

4 corresponde a: Testigo

### 3.3 Análisis de volumen de pérdida de suelo de tratamientos en ton/ha

El propósito de la investigación, fue conocer cuál cobertura vegetal disminuye la erosión hídrica de suelos al evaluar tres cultivos como coberturas vegetales, fueron estos: frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*), grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoj*), en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz.

Por lo tanto, se determinó que de los 3 cultivos que se evaluaron el que obtuvo mejor resultado fue la grama San Agustín (T1) con un efecto erosivo menor.



En la región existe alta precipitación pluvial y los suelos presentan susceptibilidad a la erosión debido a que son terrenos accidentados por las pendientes y no se tiene un conocimiento de coberturas vegetales para minimizar la erosión hídrica.

Se calculó la pérdida de suelo en toneladas por hectárea, la grama San Agustín (T1) presenta una pérdida de suelo de 43,74 ton/ha en comparación a la muestra del tratamiento sin cobertura (T4) donde se obtuvo una pérdida de suelo de 126,684 ton/ha, hubo una diferencia de 82,944 ton/ha, por lo tanto, se considera de gran importancia establecer coberturas vegetales en la región.







## CONCLUSIONES

1. Se evaluaron tres cultivos como cobertura vegetal estos fueron la grama San Agustín como tratamiento 1, frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*) como tratamiento 2, maní forrajero (*Arachis pintoii*) como tratamiento 3 y como tratamiento 4 el testigo, en la finca San Francisco, municipio de Purulhá, Baja Verapaz, donde se determinó que el mejor cultivo como cobertura vegetal fue la grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), al presentar menor pérdida de suelo por erosión hídrica, este fue menor a los otros tratamientos se observó una expansión de este cultivo en toda el área proporcionó un mejor cubrimiento al suelo.
2. La cuantificación del suelo por la erosión hídrica ayuda a determinar la respuesta que los tratamientos tuvieron a la cubierta de suelos, en donde el tratamiento 1 mostró una pérdida de suelo menor.
3. La grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) redujo el movimiento de agua por escorrentía, debido a la adaptación que tuvo y a las condiciones para desarrollar buena cobertura vegetal en el suelo por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada en el documento ya que no se obtuvieron los resultados esperados con el maní forrajero (*Arachis pintoii*).





## RECOMENDACIONES

1. Las plantas de cobertura evaluadas: frijol criollo (*Phaseolus vulgaris L.*), grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*) y maní forrajero (*Arachis pintoii*), en la finca San Francisco, Purulhá, Baja Verapaz, tuvieron una alta adaptabilidad a la región, esto provocó alto impacto en la reducción de erosión hídrica, por lo tanto, es recomendable el uso de estos cultivos para la protección de suelos.
2. La grama San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), debido a sus características físicas, es ideal para el uso de conservación de suelos como método de coberturas vegetales, que tiene una facilidad y bajo costo de utilización, esto conlleva una manera eficaz y eficiente de retención de partículas de suelo fértil útil para los agricultores en su ciclo de producción.
3. Es necesario evaluar materiales de coberturas vegetales para un control de erosión hídrica, esto con el fin de evitar la pérdida de partículas de suelo fértil.





## BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura sostenible y conservación de los suelos.* <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/ESFactSheet-02.pdf> (28 de marzo de 2016).
- Castañeda, Nelba Gaete. *Técnicas y estructuras de conservación de suelos y agua.* <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33857.pdf> (15 de marzo de 2016).
- Coberturas vegetales.* <http://infomaderas.com/2015/04/20/coberturas-vegetales/> (22 de agosto de 2016).
- Cultivo de maní forrajero.* [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/ICA\\_000045C.2\\_Man%C3%AD\\_forrajero\\_perenne\\_Arachis\\_pintoi\\_Krapovickas\\_y\\_Gregory\\_Una\\_alternativa.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/ICA_000045C.2_Man%C3%AD_forrajero_perenne_Arachis_pintoi_Krapovickas_y_Gregory_Una_alternativa.pdf) (24 de marzo de 2016).
- Erosión.* <http://www.definicionabc.com/general/erosion.php> (14 de marzo de 2016).
- Gramma San Agustín.* <http://gramasyjardines.com/pages/nuestros-Productos/grama-san-agustin.php> (22 de agosto de 2016).
- Imeson, Anton y Curfs, Michiel. *Erosión del suelo.* [http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/b1\\_booklet\\_final\\_es.pdf](http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/b1_booklet_final_es.pdf) (14 de marzo de 2016).
- Mancilla Bascuñán, Héctor Boris. *Erosión en parcelas experimentales y redistribución de suelo mediante la concentración de <sup>7</sup>Be.* <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifm269e/doc/fifm269e.pdf> (17 de marzo de 2016).
- Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica.* <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33857.pdf> (17 de marzo de 2016).
- Ramírez Ortiz, Fernando Andrés. *Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del Departamento de Caldas.* [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060\(01\)58-71.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/157/1/arc060(01)58-71.pdf) (14 de marzo de 2016).



Suárez de Castro, Fernando. *Conservación de suelos*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1979.



V.B.  
*[Handwritten signature]*

---

Adán García Véliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
BIBLIOTECARIO



## ANEXOS

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL PARA EL CONTROL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO: FRÍJOL CRIOLLO ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), GRAMA SAN AGUSTÍN ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> ) Y MANÍ FORRAJERO ( <i>Arachis pintoii</i> ), EN FINCA SAN FRANCISCO, PURULHÁ, B.V.	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Actividades Realizadas</b>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Localización y limpieza del área de investigación																				
Delimitación y elaboración de bloques																				
Siembra de material vegetativo																				
Mantenimiento del área de investigación																				
Implementación del método de medición de erosión																				
Toma de datos																				
Fase de gabinete																				

Fuente: Elaboración propia 2016





**CUADRO 10**  
**COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN (Q)**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Costo/Unidad (Q)	Sub-Total (Q)
Mano de obra	28	40	1 120
Pasajes	28	20	560
Comida	28	15	420
Herbicida	1	15	15
Pita de nylon	6	4	24
Rótulos	13	4	52
Materia orgánica	1	55	55
Frijol por libra	3	7	21
Gramma San Agustín por m <sup>2</sup>	9	20	180
Maní forrajero por planta	27	5	135
Abono foliar	1	35	35
Hierro ¼ "	108	0,60	64,80
	Total.....		<b>2 681,80</b>

**Fuente:** Elaboración propia 2016



## FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO

### FOTOGRAFÍA 1 HABILITACIÓN DE ÁREA PARA ESTABLECIMIENTO DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO



**Fuente:** Mencos Cucul, Jimmy Jesús 2016.

### FOTOGRAFÍA 2 TRAZADO DE BLOQUES PARA TRATAMIENTOS



**Fuente:** Mencos Cucul, Jimmy Jesús 2016.



**FOTOGRAFÍA 3  
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**



**Fuente:** Mencos Cucul, Jimmy Jesús 2016.

**FOTOGRAFÍA 3  
ESTABLECIMIENTO DE COBERTURAS VEGETALES**



**Fuente:** Mencos Cucul, Jimmy Jesús 2016.





## FOTOGRAFÍA 4 COBERTURAS VEGETALES



Fuente: Mencos Cucul, Jimmy Jesús 2016.



**USAC  
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte



No. 015-2018

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

**TÉCNICO EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Al trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL PARA EL CONTROL DE EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO: FRÍJOL CRIOLLO (*Phaseolus vulgaris* L.), GRAMA SAN AGUSTÍN (*Stenotaphrum secundatum*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoii*), EN FINCA SAN FRANCISCO, PURULHÁ, BAJA VERAPAZ**

Presentado por el (la) estudiante:

**JIMMY JESÚS MENCOS CUCUL**

Autoriza el

**IMPRIMASE**

Cobán, Alta Verapaz 10 de Enero de 2018.

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
DIRECTOR



