



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Graduación

**Evaluar la erosión hídrica mediante el uso de diferentes
modelos de predicción en San José de los Remates**

AUTORES

Br. Lenin Josué Canales Ruiz

Br. Salvador Alberto Almendares Arauz

ASESORES

Ing. MSc. Gerardo U. Murillo

Ing. Msc. Víctor Calderón Picado

MANAGUA, NICARAGUA

Marzo, 2010



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Graduación

**Evaluar la erosión hídrica mediante el uso de diferentes
modelos de predicción en San José de los Remates**

AUTORES

Br. Lenin Josué Canales Ruiz

Br. Salvador Alberto Almendares Arauz

ASESORES

Ing. Msc. Gerardo U. Murillo

Ing. Msc. Víctor Calderón Picado

Trabajo presentado a la consideración

Del honorable tribunal examinador,

Para optar al título de

Ingeniera agrícola para el desarrollo sostenible

MANAGUA, NICARAGUA

Marzo, 2010

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría y por ser la luz que guía mi camino.

En especial a mi papá Juan Carlos Almendares y mi mamá Maximina Arauz por conservar mi vida y apoyarme en todo momento.

A mi hijo Diego Duban Almendares López y mi esposa Ruth López Lira, que son parte esencial de mi felicidad y de este gran logro.

A mis hermanos, Flor de María y Henry Almendares, mis abuelos Guadalupe Días y Armando Isabel Almendares por su apoyo incondicional.

Salvador Alberto Almendares Arauz

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios por darme la vida, la fortaleza, sabiduría e inteligencias y ser la luz que guía mi camino.

A mis abuelos Dolores Lagos Ruiz y Alejandro Canales Pérez por su apoyo incondicional y haber hecho de mi una persona digna valorando el esfuerzo y trabajo de cada uno de ellos juntos con mis tíos.

A mis tíos especialmente a tía Emma Canales por ser como una madre para mí y Feliciano Canales que es como un padre y su esposa Miriam Urbina por darme apoyo incondicional durante el transcurso de mis estudios.

A mi padre Ramón Canales por el gran esfuerzo que hace por darnos lo mejor a mí y mis hermanitos que también son mi aspiración para salir adelante y darles el mejor de los ejemplos cada día.

Lenin Josué Canales Ruiz

AGRADECIMIENTO

Doy gracias primeramente a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida y por darme la fortaleza para superar los obstáculos con sabiduría. Por poner en mi camino las personas que me han servido de soporte y de ejemplo.

A mis padres por su apoyo durante toda mi vida, a mi tía Carmen Almendares porque aunque nos separa la distancia siempre ha estado conmigo apoyándome. A mi tía Ana Julia Almendares que aunque ya no está con nosotros estará siempre en mi corazón ya que fue mi segunda mamá.

Agradezco a mi asesor Ing. Msc. Gerardo Murillo Malespín por habernos guiado en el transcurso de este trabajo.

Al departamento de servicios estudiantiles, especialmente a la Lic. Idalia Casco, por su apoyo durante los cinco años de estudio y el transcurso de la tesis.

Al programa de Doctorado de la UNA-SLU por su colaboración directa e indirectamente.

A los docentes del departamento de Ingeniería Agrícola.

De manera directa quiero agradecer a:

Ing. Víctor Calderón

Ing. Adriana Sánchez

Salvador Alberto Almendares Arauz

AGRADECIMIENTO

Doy gracias primeramente a Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida y por darme la fortaleza para superar los obstáculos con sabiduría. Por poner en mi camino las personas que me han servido de soporte y de ejemplo.

A mis padres por su apoyo durante toda mi vida, a mi tía Emma canales porque aunque nos separa la distancia siempre ha estado conmigo apoyándome.

Agradezco a mi asesor Ing. Msc Gerardo Murillo Malespín por habernos guiado en el transcurso de este trabajo.

Al departamento de servicios estudiantiles, especialmente a la Lic. Idalia Casco, por su apoyo durante los cinco años de estudio y el transcurso de la tesis.

Al programa de Doctorado de la UNA-SLU por su colaboración directa e indirectamente.

A los docentes del departamento de Ingeniería Agrícola.

De manera directa quiero agradecer a:

Ing. Víctor Calderón

Ing. Adriana Sánchez

Lenin Josué Canales Ruiz

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | i |
| AGRADECIMIENTOS..... | ii |
| INDICE DE CONTENIDO..... | iii |
| INDICE DE TABLAS..... | v |
| INDICE DE FIGURAS..... | vi |
| INDICE DE ANEXOS..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| | |
| I INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II OBJETIVOS..... | 2 |
| III MATERIALES Y METODOS..... | 3 |
| 3.1 Generalidades..... | 3 |
| 3.2 Diseño experimental..... | 3 |
| 3.3 Manejo del ensayo y metodología..... | 3 |
| 3.3.1 Fase de campo..... | 4 |
| 3.3.2 Fase de laboratorio..... | 4 |
| 3.4 Datos tomados..... | 4 |
| 3.4.1 Altimetría..... | 4 |
| 3.4.2 Muestreo de suelo..... | 5 |
| 3.5 Clasificación taxonómica..... | 5 |
| 3.6 Ecuación de la pérdida de suelo original y revisada (USLE/RUSLE)..... | 6 |
| 3.6.1 USLE..... | 6 |
| 3.6.2 RUSLE..... | 7 |
| 3.7 Análisis de datos..... | 10 |

| | |
|---|----|
| 3.8 Descripción de los tratamientos..... | 10 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 11 |
| 4.1 Precipitación anual San José 2008..... | 11 |
| 4.2 Características y propiedades del suelo | 11 |
| 4.3 Longitud y perfil de las pendientes de las parcelas..... | 11 |
| 4.4 Proceso de erosión de suelo en las aéreas experimentales en SAN JOSE DE LOS REMATES..... | 15 |
| 4.4.1 Análisis de escurrimiento y pérdida de suelo..... | 15 |
| a. Parcelas de erosión con cobertura vegetal de grama..... | 15 |
| b. Parcela de erosión con cobertura de bosque..... | 19 |
| 4.6 Análisis de las parcelas grama y bosque..... | 20 |
| 5.0 Características de la precipitación de San José del año 2008..... | 20 |
| V. CONCLUSIÓN..... | 22 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 23 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA..... | 24 |

INDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Análisis físico químico de suelo..... | 5 |
| Tabla 2 Perdidas de suelo reales y potenciales..... | 21 |
| Tabla 3 Análisis de varianza y pérdida de suelo..... | 21 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Tratamiento de cobertura vegetal grama (a)..... | 12 |
| Figura 2 Tratamiento de cobertura vegetal grama (b)..... | 13 |
| Figura 3 Tratamiento de cobertura vegetal grama (c)..... | 14 |
| Figura 4 Tratamiento de cobertura vegetal Bosque (a)..... | 16 |
| Figura 5 Tratamiento de cobertura vegetal Bosque (b)..... | 17 |

| | |
|---|----|
| Figura 6 Tratamiento de cobertura vegetal Bosque (c)..... | 18 |
|---|----|

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Figura 8.1 Distribución de los tratamientos..... | 26 |
| 8.2 Descripción de perfil grama y bosque..... | 27 |
| 8.3 Factor de medio de control de erosión..... | 29 |
| 8.4 Factor de cobertura vegetal..... | 29 |
| 8.5 Nomograma..... | 30 |
| 8.5.1 Categoría de pérdida de suelo..... | 31 |
| 8.6 Correlación pérdida de suelo vers. Escurrimiento..... | 32 |
| 8.7 Pérdida de suelos anuales | 33 |
| 8.8 Parcela de erosión con cobertura grama y bosque..... | 34 |
| 8.9 valores de erodabilidad..... | 35 |
| 8.10 Resultados de análisis granulométricos de suelo | 36 |
| 8.11 Pendiente de las parcelas..... | 37 |
| 8.12 Comportamiento de los tratamientos..... | 38 |
| 8.13 Pérdidas potenciales del modelo RUSLE..... | 39 |
| 8.14 Pérdidas potenciales del modelo USLE | 42 |
| 8.15 precipitación anual San José 2008..... | 45 |
| 8.16 parcelas de erosión..... | 55 |

RESUMEN

El área experimental está ubicada en el departamento de Boaco, municipio de San José de los Remate, finca La Primavera cuya ubicación es latitud norte $12^{\circ} 36'43''$ y longitud oeste $85^{\circ}44'07''$. El objetivo del presente estudio es determinar los factores de la RUSLE Y USLE durante la estación lluviosa del 2008, bajo diferentes sistemas de cubierta vegetal (Gramina natural y Bosque nativo). Se estableció un experimento en bloques, con tres repeticiones y dos tratamientos. Cada parcela tiene una dimensión de 50 metros de largo y 15 metros de ancho para un área útil de 750 m^2 con un área total por tratamiento de $2,250 \text{ m}^2$. El estudio demuestra que las mayores pérdidas de suelo se dieron en las parcelas de Gramina natural con un valor promedio de 0.229 t/ha y en las parcelas de Bosque nativo resultaron con pérdidas menores con 0.033t/ha . Además las pérdidas de suelos en todos los eventos fueron relativamente bajas en comparación a los niveles de tolerancia propuestos por Wischmeier y Smith, 1965- 1978. Se utilizo la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (E.U.P.S) el cual está compuesta por un total de 6 parámetro como $R = 516.48. \text{ MJmm/ha h}$, $K = 0.34 - 0.63 \text{ t. ha. h /ha MJ mm}$, $S = 1.6$, $L = 4.27$ (USLE), $L*S (0.34 - 0.39)$ (RUSLE), $C =$ Gramina natural 0.01 y Bosque nativo 0.001 , $P =$ no se asumió por no existir práctica. Para el análisis de la información; se utilizó como método estadístico T student con un grado de significancia del 95 % los efectos de las diferentes variables relacionada a los procesos de erosión del suelo y del escurrimiento superficial resultando no significativos entre modelos.

ABSTRACT

The experimental area is located in Boaco's department, municipality of San Jose of them Auction, cultivates The Spring which location is a north latitude $12^{\circ} 36'43''$ and length west $85^{\circ}44'07''$ The aim (lens) of the present study is to determine the factors of the RUSLE AND USLE during the rainy station of 2008, under different systems of vegetable (plant) cover (natural Grass and native Forest). An experiment was established in blocks, with three repetitions and two treatments. Every plot has a dimension of 50 meters of length and 15 meters of width for a useful area of 750 m² with a total area as treatment of 2,250 m². The study demonstrates that the major losses of soil were met in the plots of natural Grass by an average value of 0.229 t/ha and in the plots of native Forest they resulted with minor losses with 0.033 t/ha. In addition the losses of soils in all the events were relatively low in comparison to the levels of tolerance proposed by Wischmeier and Smith, 1965-1978. I use the Universal Equation of Loss of Soil (E.U.P.S) which is composed by a whole of 6 parameter as $R = 516.48$ MJmm/ha h, $K = 0.34 - 0.63$ t there is h/ha MJ mm, $S = 1.6$, $L = 4.27$, $L*S = 0.34 - 0.39$ (RUSLE), $C =$ natural Grass 0.01 and native Forest 0.001, $P =$ it was not assumed for practice did not exist. For the analysis of the information; there was in use as method statistics T student with a degree of significance of 95 % the effects of the different variables related to the processes of erosion of the soil and of the superficial runoff turning out to be not significant between (among) models USLE AND RUSLE.

I INTRODUCCIÓN

Nicaragua tiene un espacio territorial según INETER de 130,373.40 Km². A pesar de la gran extensión de zonas llanas, la vulnerabilidad de Nicaragua frente a los problemas de inestabilidad de laderas puede considerarse en general muy elevada, dado que la mayor parte de la población y las infraestructuras se concentran en zonas quebradas.

En Nicaragua, la erosión hídrica es percibida todos los años durante la época de lluvia, que son de alta intensidad y de corta duración produciendo grandes volúmenes de agua que corren sobre la superficie del suelo en forma de escurrimiento de las partes altas hacia las partes bajas de la pendiente llevando materiales en suspensión aguas abajo, incluso las lluvias moderadas, remueven el suelo desnudo iniciándose así los procesos de denudación o de disecación que pueden originar graves daños.

La erosión es un proceso que ocurre en forma espontánea en la naturaleza y por ello se llama erosión normal, pero el exceso de agua de escurrimiento que se inicia con la formación de capas delgadas, enturbiadas por la tierra y demás materiales que el agua arrastra, puede llegar a adquirir proporciones gigantescas siendo entonces capaz de destruir no solo el suelo sino todo lo que encuentre a su paso.

Debido a que este tipo de erosión se presenta más en la zona del pacifico, nuestro estudio se centra en el municipio de San José de los Remates zona que se caracteriza por tener una topografía irregular y muy accidentada cuyo relieve oscila entre el 50% y el 75% respectivamente y se encuentra amenazada por deslaves debido a las grandes cantidades de cerros y montañas que tiene la región.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la erosión hídrica bajo diferentes sistemas de cobertura vegetal perenne en el municipio de San José de los Remates en dos tipos de ladera en el periodo 2008.

2.2 Objetivos específicos

Determinar las pérdidas reales de suelo en los sistemas de cobertura establecidos.

Estimar la erosión potencial del suelo en condiciones tropicales usando dos formas de predicción (USLE y RUSLE).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Generalidades

El área experimental está ubicada en la finca la Primavera comarca Cerro Alegre municipio de san José de los Remates, departamento de Boaco, cuyas coordenadas son latitud norte 12°36'43" y longitud oeste 85°44'07" a una altura de 1200 msnm, zona que se caracteriza por tener un clima semi-húmedo de sabana tropical con una temperatura entre los 25° - 27° celcius, el rango de la precipitación oscila entre los 1000 mm con una distribución durante todo el año y los suelos son del orden Molisol. El estudio se realizó en la finca La Primavera a 26 km de Boaco y a 8 km de san José de los Remates. Se establecieron seis parcelas de escurrimiento, tres bajo cobertura de Bosque nativo y tres bajo cobertura de Grama natural.

3.2 Diseño Experimental

Se establecieron parcelas de erosión en dos momentos con tres repeticiones y dos tratamientos: Bosque nativo y Grama natural. Cada parcela tiene una dimensión de 50 metros de largo y 15 metros de ancho para un área útil de 750 m² y un área total del tratamiento de 2250 m². Se colocó como depósito recolector un tanque de plástico con una capacidad de 750 litros, esto tomando en cuenta el efecto de la cubierta vegetal y la capacidad de escurrimiento que se pudieran presentar. Las parcelas bajo cobertura de Bosque, con una pendiente dispuesta de sur a norte y tres bajo cobertura de Grama , pendientes dispuestas de este a oeste (ver anexo 8.1) ambas con pendientes promedio que oscilan entre 22 a 34 % respectivamente.

3.3 Manejo del ensayo y metodología.

El estudio se realizó de acuerdo a las condiciones geográficas del lugar tanto naturales, climáticas y edáficas en los tratamientos, tomando como principio evitar perturbar la flora y el suelo al momento de la instalación de las parcelas con el propósito de lograr obtener información confiable en base a los eventos que se presentarán en la zona. Durante el proceso se realizaron dos fases: la fase de campo, y fase de laboratorio.

3.3.1 Fase de campo.

Se delimitó el área de estudio, la cual se encuentran ubicada en praderas con pendientes pronunciadas, se procedió a la instalación de canales de plástico de 6 pulgadas de ancho y con una longitud de 15 m ubicado en la parte baja de la pendiente de cada parcela cuya función es recolectar la alícuota (suelo más agua) y transportarlo a un tanque de almacenamiento con capacidad de 750 litros. La parcela fue delimitada con una barrera (muro) de plástico de 25 cm. de ancho de los cuales fueron enterrados 10 cm. con el objetivo de evitar la salida o entrada de escurrimiento o sedimentos de tal forma que se evitara cualquier error experimental en la recolección de la información.

La recolección de las muestras (alícuota) e información tanto de sedimentos y agua fueron efectuadas después de cada evento lluvioso de tal forma que se identificara el efecto de cada tormenta sobre el movimiento de suelo en cada parcela. Para ello se registraba la altura (h) que alcanzaba la alícuota en cada tanque de almacenamiento, la recolección de esta consistió en remover la alícuota hasta obtener una mezcla homogénea de la cual se extraía un litro de agua más sedimentos de cada tanque, cada muestra recolectada era debidamente registrada para ser llevada al laboratorio para sus respectivos análisis.

3.3.2 Fase de laboratorio.

Se realizaron los análisis físicos de la alícuota como: volumen de agua, peso del suelo seco, análisis granulométrico de los sedimentos, utilizando para ellos los métodos del laboratorio de suelos y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria.

La cantidad de lluvia precipitada se obtuvo de los datos pluviográficos obtenidos de la estación propia, de marca presintrumental con un margen de error de 0.1 ± 0.1 mm ubicado a 100 m del área de bosque y a 1 Km del área de grama.

3.4 Datos tomados:

3.4.1 Altimetría: Se realizó un levantamiento altimétrico haciendo uso del nivel de ingeniero marca Kern Swiss, modelo GKO con un margen de error ± 7 mm, con el cual se establecieron cuadrículas de 25 m^2 en todo el campo con el propósito de reflejar la micro topografía de cada una de las parcelas en estudio. Se definió el Banco de nivel con un GPSMAP 76C marca Garmin con un margen de error ± 3 metros. El banco de nivel fue georeferenciado a fin de conocer las elevaciones en cada uno de los vértice de las cuadrículas en todo el campo. Con los resultados obtenidos se creó un banco de dato el cual fue procesado mediante el programa SURFER versión 7.1 el cual nos muestra las condiciones del relieve en cada una de las áreas en estudio(ver anexo 8.11).

3.4.2 Muestreo de suelo: Se caracterizó cada parcela en tres secciones; parte alta, media y baja. De cada una de las partes se extrajeron tres submuestras a una profundidad de 0 – 20 cm. haciendo uso del barreno de espiral, las tres submuestras se homogenizaron, y se extrajo una muestra de 1 Kg. el cual fue trasladada al laboratorio donde se analizó las propiedades químico y físico de suelo.

Tabla 1. Análisis físico y químico de suelo.

| Parámetros | Método | Descrito por | Código de laboratorio |
|---|----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| % de humedad | Suelo secado al aire | Proceso utilizado en LABSA | LABSA-FS-P-07 |
| Textura | Pipeta Robinsón | de (kilmer y Alexander, 1949) | LABSA-FS-P-03 |
| Materia orgánica | walkley-black | (walkley-black, 1934) | LABSA-QS-P-02 |
| Nitrógeno total | digestión kjeldahl | (Bremner y Mulvaney, 1982) | LABSA-QS-P-05 |
| Fósforo disponible | Olsen modificado | (Thien y Myers, 1992) | LABSA-QS-P-09 |
| Potasio disponible | Olsen modificado | (Thien y Myers, 1992) | LABSA-QS-P-10 |
| Micro nutriente (hierro, cobre, manganeso y zinc) | Olsen modificado | (Thien y Myers, 1992) | LABSA-QS-P-11 |
| Nutrientes esenciales (K, Ca, Mg, Na) | Walkley-Black | (Nelson y Sommers, 1996) | LABSA-QS-P-03 |

3.5 Clasificación taxonómica:

Se realizaron calicatas con dimensiones de 1m x 1.5m x 1.20m con el propósito de efectuar la descripción de los horizontes de diagnóstico en cada área de estudio en base a la topo secuencia presentada y lograr reconocer propiedades físicas de cada horizonte y limitación de cada suelo, a su vez se extrajeron muestras de cada horizonte para conocer las propiedades físicas – químicas y granulometría del suelo y sub suelo y sus limitaciones para dicha descripción. (Referencia tesis de Misael Herrera 2006)

La finalidad de la descripción de perfil de suelo es obtener información que permita reconocer las características del suelo y poderlas comparar en el tiempo en el mismo sitio en tiempos distintos para reconocer los efectos de degradación a que la naturaleza o el manejo del hombre a sometido el suelo. Para ello utilizamos como herramienta la descripción de perfiles de suelos (FAO, 1977). Así como, el uso de la Clave Taxonómica de Suelo (USDA, 2006) nos permitió clasificar el orden de suelo donde se encuentran asentados los ensayos en la finca La Primavera. Como se demuestra en las fotografías 3 y 4 con sus respectivas propiedades físicas – químicas. (Ver anexo 8.2)

3.6 Ecuación universal de pérdida de suelo original y revisada (USLE/RUSLE)

3.6.1 Ecuación Universal de Pérdida de suelo (USLE)

Cuantifica la erosión como el producto de seis factores de la erosión. Se diseñó como una herramienta de trabajo de los conservacionistas, donde se buscaba que cada factor pudiera representarse por un solo número que fuera predicho utilizando datos meteorológicos de suelos o de investigación de erosión locales y que no tuvieran restricciones geográficas. Esta ecuación se expresa así:

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

A = Pérdida de suelo calculada por unidad de área. Se obtiene multiplicando todos los factores.

R = Factor lluvia. Es el número de unidades del índice de erosión (Unidades EI) en el periodo considerado. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una lluvia específica.

K = Factor erosionabilidad del suelo. La tasa de erosión por unidad de Índice de erosión para un suelo específico, en una parcela con barbecho continuo con 9 % de pendiente y una longitud de 22.1 m.

L = Factor longitud de la pendiente. Es la relación entre el suelo perdido con una longitud de 22.1 m con el mismo tipo de suelo y grado de pendiente.

S = Factor grado de la pendiente. Es la relación entre el suelo perdido con grado de pendiente de 9 % con el mismo tipo de suelo y longitud de pendiente

C = Factor manejo del cultivo. Es la relación entre el suelo perdido con cultivo y manejo específico y aquel de una condición con barbecho continuo en el que el factor K es evaluado.

P = Factor practicas de control de la erosión. Es la relación entre el suelo perdido con surcos al contorno, cultivos en fajas o terrazas y aquel con hileras rectas a favor de la pendiente.

3.6.2 La RUSLE

Está diseñada para determinar las pérdidas potenciales en un lugar determinado. Según Wischmeier y Smith citado por Núñez (2001), la ecuación es un diseño estadístico de regresión múltiple para cinco factores que los investigadores definieron como responsables del proceso de erosión hídrica: clima, suelo, pendiente, cobertura vegetal y prácticas de manejo.

$$A = R \times K \times L.S \times C \times P$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en (t/ha/año)

R = Factor erosividad de las lluvias en (MJ/ha*mm/hr)

K = Factor erodabilidad del suelo en (t/ha.MJ*ha/mm*hr)

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

Erosividad de la lluvia(R): Determinado por la cantidad, duración e intensidad de cada tormenta y se calcula para un periodo dado. Erosividad de la lluvia es la capacidad que tiene cada evento de causar erosión o dicho de otra manera es la agresividad de la lluvia y que es capaz de desprender, transportar y depositar sedimentos.

Para determinar la erosividad de la lluvia en el área de estudio se utilizó una estación meteorológica que registraba las precipitaciones en un intervalo de 5 min, obteniendo la precipitación caída en todo el año. Posteriormente se procedió a realizar los cálculos de intensidad de la lluvia por intervalos de 30, 20 y 10 min.

La energía cinética de cada tormenta se calculó con la fórmula propuesta por Wischmeier y Smith citado por Núñez (2001):

$$e = 0.119 + (0.0873 * \log_{10} I)$$

Donde:

I = Intensidad de la lluvia en milímetros (mm)

e = Energía cinética parcial (MJ/ha.mm)

Log10 = Logaritmo en base 10.

$$R = \sum E_c * I_{30}$$

$\sum E_c$ = Energía cinética por evento

I_{30} = intensidad máxima por evento

Erodabilidad del suelo (K): Indica la susceptibilidad del suelo a ser erodado por propiedades intrínsecas ligadas a la textura (porcentaje de arena fina, porcentaje de limo + arena), contenido de materia orgánica, permeabilidad y su estructura. Es la resistencia que ofrece el suelo a ser erodado.

El factor de erodabilidad del suelo se calcula con el nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999) (ver anexo 8.5)

Para determinar el valor de erodabilidad del suelo se tomaron muestras de suelos a una profundidad de (0 – 20) cm, en la parte alta, media y baja de cada una de las parcelas de erosión y se procedió al análisis de laboratorio, se realizaron los análisis de (arena fina, arena muy fina, arena gruesa, limo y arcilla, Materia orgánica, estructura del suelo a nivel de campo y la permeabilidad. Una vez obtenido cada uno de los valores se utiliza el nomograma.

El factor K depende de cinco parámetros:

- ❖ El porcentaje de limo, con diámetros entre 0.002 – 0.05 mm, más el porcentaje de arena muy fina de 0.05 – 0.10 mm de diámetro.
- ❖ El porcentaje de arena gruesa de 0.10 - 2.0 mm de diámetro.
- ❖ El porcentaje de materia orgánica (%).
- ❖ La estructura del suelo, está caracterizada en los siguientes términos:
 - a. Granular muy fina.
 - b. Granular fina.
 - c. Granular media o gruesa.
- ❖ Se agregan las estructuras en bloque y laminar. Se incluye en este tipo la condición masiva, que es, en realidad, ausencia de estructura o de desarrollo estructural en el suelo o perfil estudiado.

La permeabilidad de suelo:

- ❖ Rápida.
- ❖ Moderada a rápida.
- ❖ Moderada.
- ❖ Lenta a moderada.
- ❖ Lenta.
- ❖ Muy lenta.

Longitud de la pendiente (L): Es uno de los factores más importantes, se asume que a mayor ángulo de inclinación y longitud mayor será la erosión del suelo. Un aumento de la pendiente provoca incremento en la escorrentía y la energía cinética del agua causa mayor erosión. Para el presente análisis se utilizó la longitud de las parcelas de erosión y se procedió a utilizar la ecuación propuesta por Wischmeier en la RUSLE.

$$L = (\lambda / 22.13)^m$$

Donde:

L = Factor de longitud de pendiente

λ = Longitud de la pendiente m

m = Exponente de la longitud de la pendiente

22.13 = Longitud de parcela unitaria RUSLE

La longitud de pendiente λ , es la proyección horizontal, no la distancia paralela a la superficie del suelo.

El exponente de longitud de pendiente **m**, determina la relación entre erosión en surcos (causada por flujo) y erosión entresurcos (causado por impacto de gotas de lluvia), puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$m = \beta / (1 + \beta)$$

$$\beta = \left\{ \frac{(\text{sen } \theta / 0.0896)}{[3.0(\text{sen } \theta^{0.8}) + 0.56]} \right\} * r \quad \text{donde } r \text{ es una constante de cultivo}$$

Inclinación de la pendiente (S)

El factor de inclinación de la pendiente refleja la influencia de la gradiente de la pendiente en la erosión. El potencial de erosión se incrementa con la inclinación de la pendiente.

Para pendientes con longitudes mayores a 5 m se deben usar las siguientes ecuaciones:

$$S = (16.8 * \text{sen } \theta) - 0.5 \quad \text{cuando } S \geq 9 \%$$

Donde:

S = Factor de inclinación de pendiente

S = Inclinación de pendiente [%]

θ = Angulo de pendiente [°]

Cobertura vegetal (C): Está en función del manejo que se realiza en las parcelas de estudio, además reduce el impacto de las gotas de lluvia y la tasa de erosión. Depende también del porcentaje de cubierta vegetal presente en el suelo. La cubierta vegetal en las parcelas de grama y bosque es de 100%.

Prácticas de conservación de suelos (P): tanto en las parcelas de grama como en bosque no se presenta ninguna práctica de conservación debido a que no han sido perturbadas por el hombre. (Ver anexo 8.3)

Pérdidas potenciales “A”

Las pérdidas potenciales son producto de tres eventos erosivos en Junio, dos en Julio, cuatro en Agosto, dos en Septiembre y cuatro en Octubre resultando más bajos que por la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.(ver anexo 8.13-8.14)

3.7 Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos a lo largo del año 2008 con el propósito de identificar la importancia de cada uno de los factores que intervienen en el proceso de erosión como cobertura, pendiente, curvatura del perfil, así como un análisis estadístico en la comparación de los modelos de las USLE Y RUSLE y las pérdidas reales. (Ver tabla 7)

3.8 Descripción de los tratamientos:

Tratamiento 1 (T1) se estableció el experimento bajo cobertura natural de grama común aski-motza.

Tratamiento 2 (T2) se estableció el experimento con bosque nativo en el cual predominan las siguientes especies Guácimo de ternero Guásuma ulmifolia, Quebracho Lysiloma auritum, Jiñocuago, Bursera simaruba

Pochote Bombacopsis quinata, Madroño Calycophyllum candidissimum, Madero Negro Gliricidia spium, Acacia Acacia penanntula, Laurel Cordia alliadora, Cedro Real Cedrela odorata, Eucalipto Eucalyptus camaldulensis, Chaperno Lonchocarpus parviflorus, Flor Amarillo Lasianthaea fruticosa Coyot, (Ramírez V, 2005).

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Precipitación anual San José 2008.

Las mayores precipitaciones registradas fueron en Junio con 300.4 mm, la menor en Abril 29 mm, entre los meses más lluviosos de Mayo hasta Octubre con un promedio de 172.2 mm y los meses con menor precipitación fue Noviembre hasta Abril con un promedio de 40.9 mm. La precipitación anual de 1278.6 mm y las precipitaciones promedio mensual 106.56 mm (Figura a.1).

Se registraron 285 eventos anual, con rangos que oscilan entre 0.2-0.8 mm que corresponde al 42.11% de los eventos, entre 1-12.6 mm el 48.77% y más de 12.7 mm un total de 9.12% de eventos registrado.

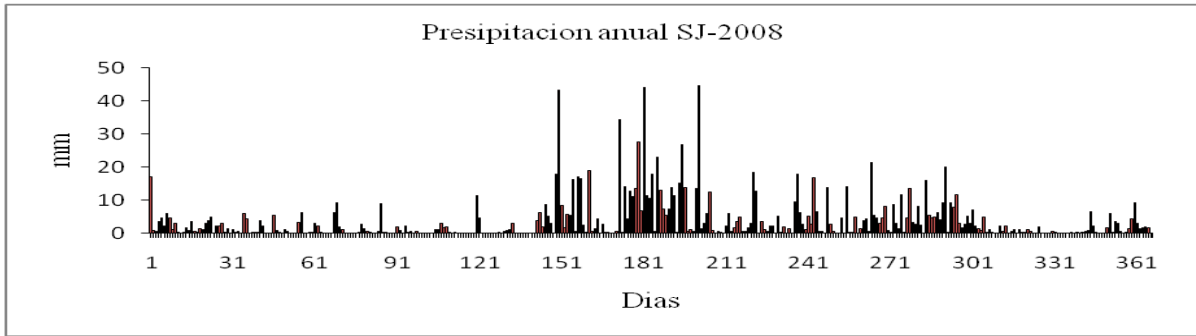
4.2 Características y propiedades del suelo

La parcela de erosión con cobertura de grama se encuentra instalada en suelo del orden ultisol. Algunas características internas y externas del suelo demuestran que estamos con un suelo arcillo limosa de estructura granular media a gruesa moderada. Con gran capacidad de retención de agua, consistencia en húmedo es friable a firme y mojado poco adherente y poco plástico. Fuente Misael Herrera 2006 (Ver anexo 8.2 foto 2)

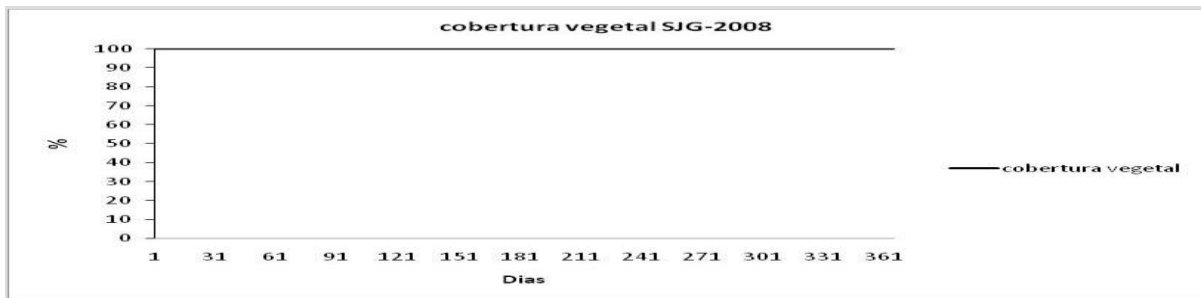
Las parcelas de erosión con cobertura de bosque están establecidas en suelos de orden Molisol las características interna y externa del suelo demuestran que estamos en presencia de un suelo arcillo limoso con estructura granular fina, media y gruesa y abundancia de raíces finas y media. Fuente Misael Herrera 2006 (foto 4)

4.3 Longitud y perfil de las pendientes de las parcelas

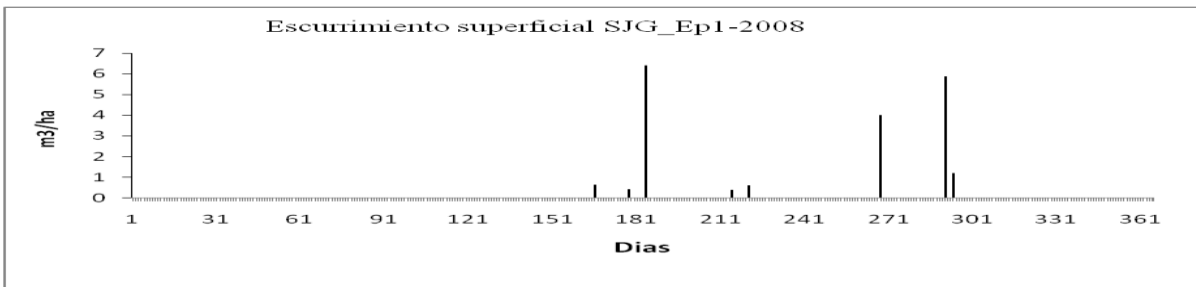
El análisis altimétrico realizado en cada parcela de erosión nos permitió reconocer algunas características externa, como; en el tratamiento 1 la parte superior de las parcelas 1 y 2 son cóncavas y la 3 es inclinada con una pendiente promedio del 22.2 %, sin embargo en el tratamiento 2 las tres son similares con una pendiente promedio de 33.54%. Fuente Misael Herrera 2006 (ver anexo 8.12)



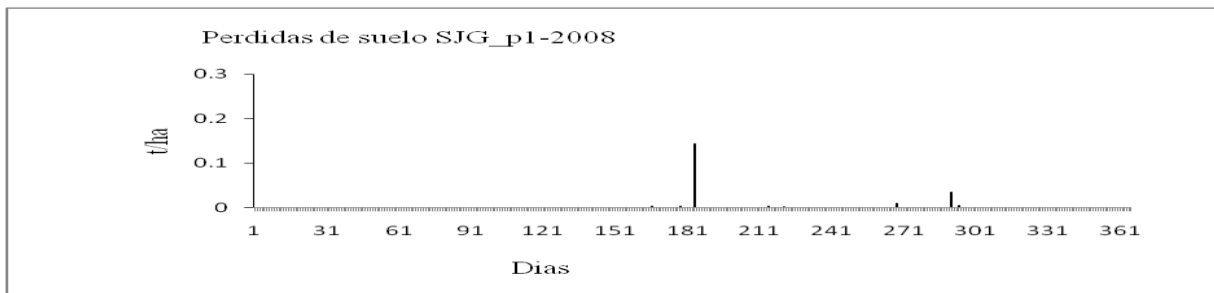
a.1



a.2

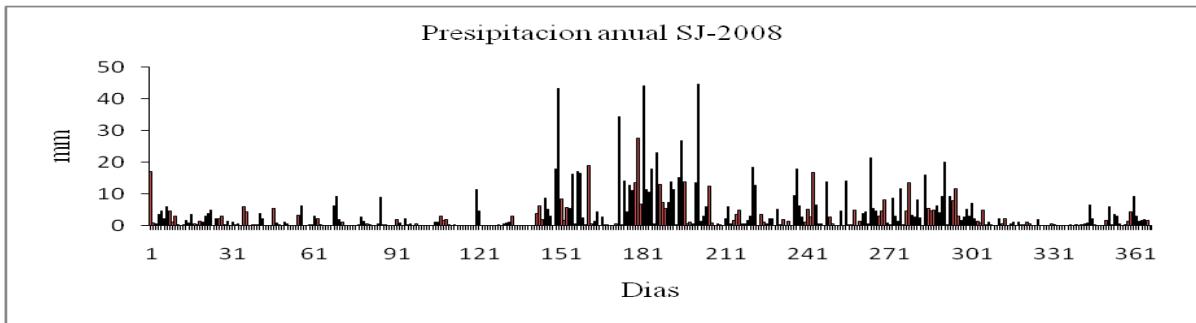


a.3

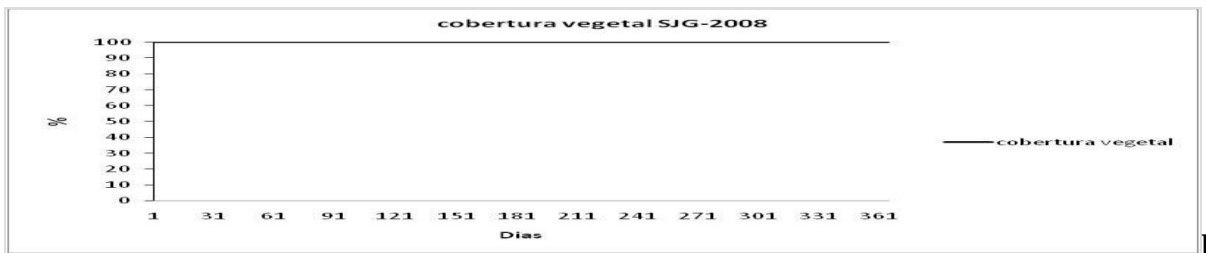


a.4

Figura 1. Tratamiento con cobertura Vegetal Grama natural en la finca la Primavera San José de los Remates 2008.

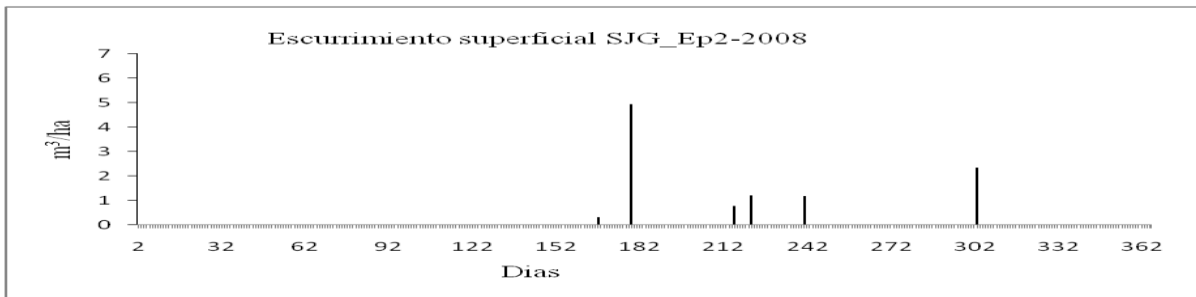


b.1

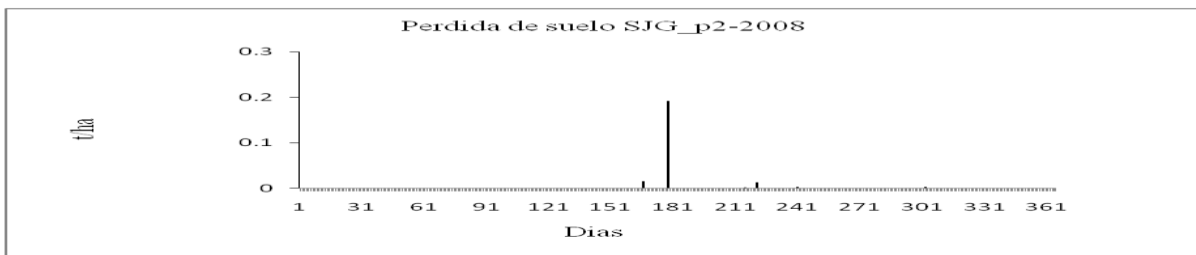


b

.2

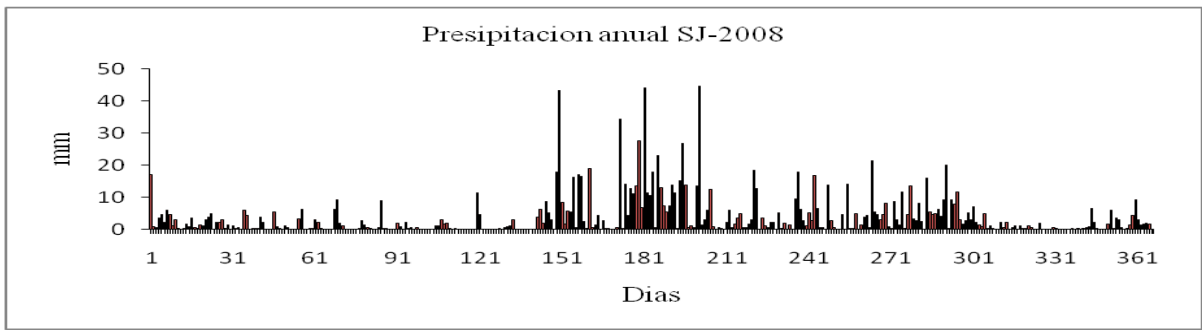


b.3

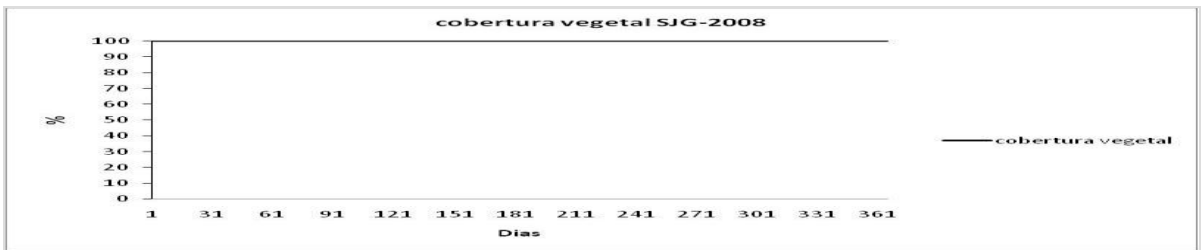


b.4

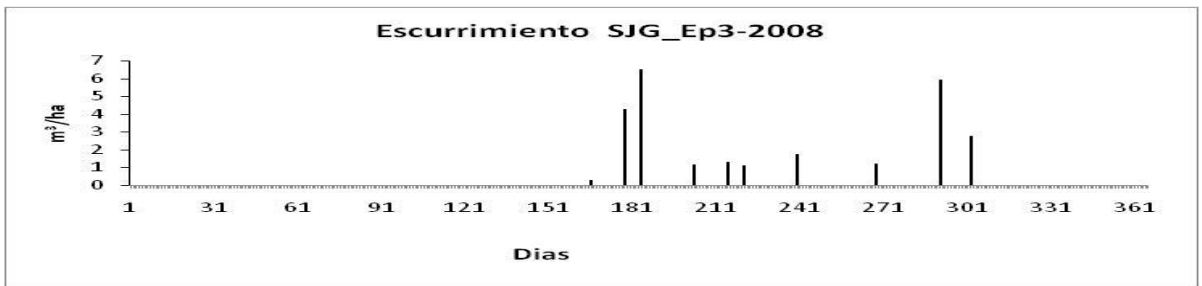
Figura 2. Tratamiento con cobertura Vegetal Grama natural en la finca la Primavera San José de los Remates 2008.



c.1



c.2



c.3



c.4

Figura 3. Tratamiento con cobertura Vegetal Grama natural en la finca la Primavera San José de los Remates 2008.

4.4 Proceso de erosión de suelo en las áreas experimentales en SAN JOSE DE LOS REMATES

4.4.1 Análisis de escurrimiento y pérdida de suelo.

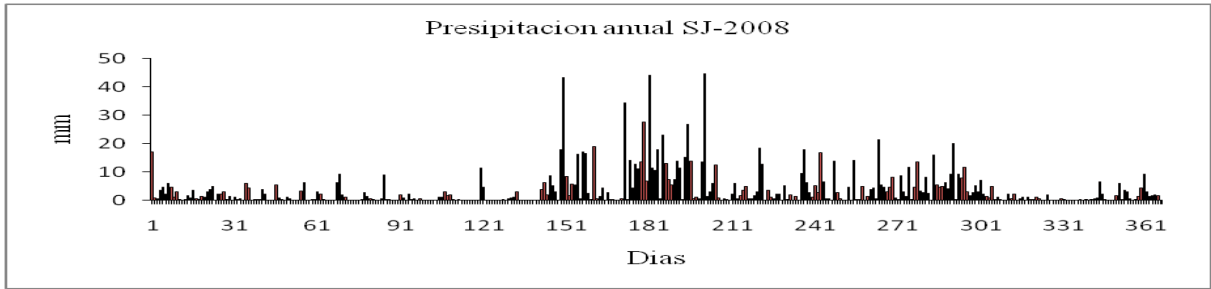
El proceso de erosión es un fenómeno que involucra una serie de factores como; clima, propiedades del suelo, pendiente, longitud, curvatura de la pendiente y cobertura vegetal, así como, el manejo de la cobertura vegetal, cada cambio en cada uno de estos factores influye directamente en el escurrimiento superficial del agua y su fuerza erosiva.

a. Parcelas de erosión con cobertura vegetal de grama.

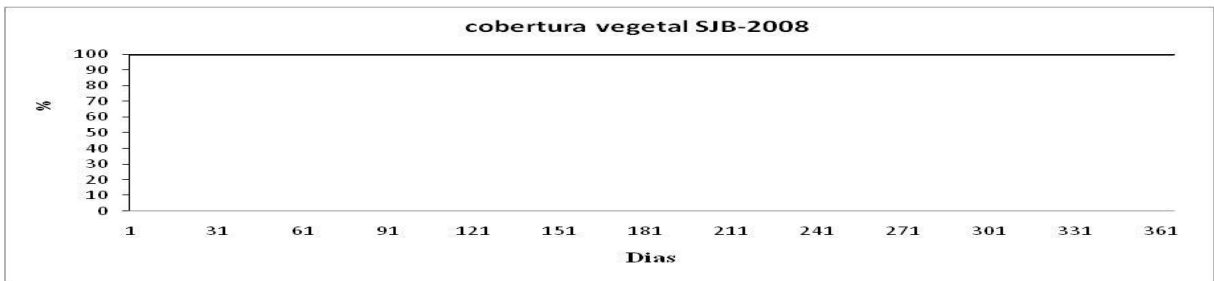
En la parcela 1 de grama se presentaron 8 eventos erosivos, el mayor produjo un escurrimiento de $6.39 \text{ m}^3/\text{ha}$ y una remoción de suelo $0.14 \text{ t}/\text{ha}$, y el menor escurrimiento fue de $0.37 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $0.002 \text{ ton}/\text{ha}$. (Ver figura 1) existiendo una relación directamente proporcional entre el escurrimiento y las pérdidas de suelos con un R^2 de 0.58. (Ver anexo 8.6)

En la parcela 2 de grama se presentaron 6 eventos erosivos, el mayor produjo un escurrimiento de $4.36 \text{ m}^3/\text{ha}$ y una remoción de suelo $0.17 \text{ t}/\text{ha}$, y el menor escurrimiento fue de $0.29 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $0.001 \text{ t}/\text{ha}$. (Ver figura 2), existiendo una relación directamente proporcional entre el escurrimiento y las pérdidas de suelos con un R^2 de 0.72 (Ver anexo 8.6)

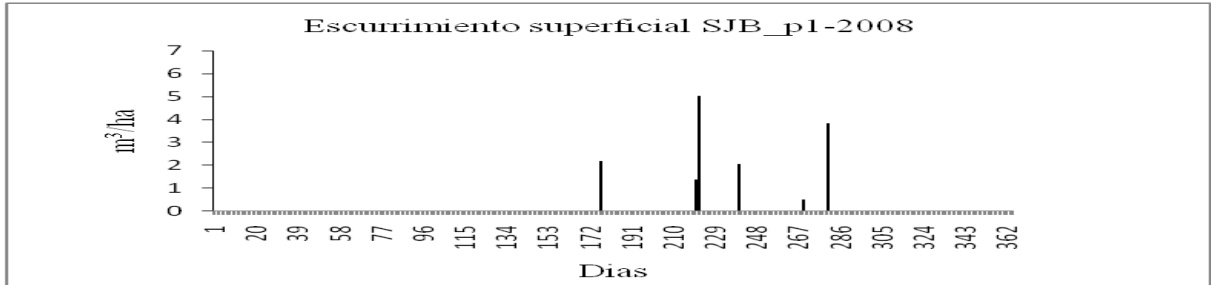
En la parcela 3 de grama se presentaron 10 eventos erosivos el mayor creó un escurrimiento $6.53 \text{ m}^3/\text{ha}$ y una remoción de suelo de $0.17 \text{ t}/\text{ha}$, el menor con $0.295 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $0.002 \text{ t}/\text{ha}$ (ver figura 3), observándose una correlación R^2 de 0.59. (Ver anexo 8.6)



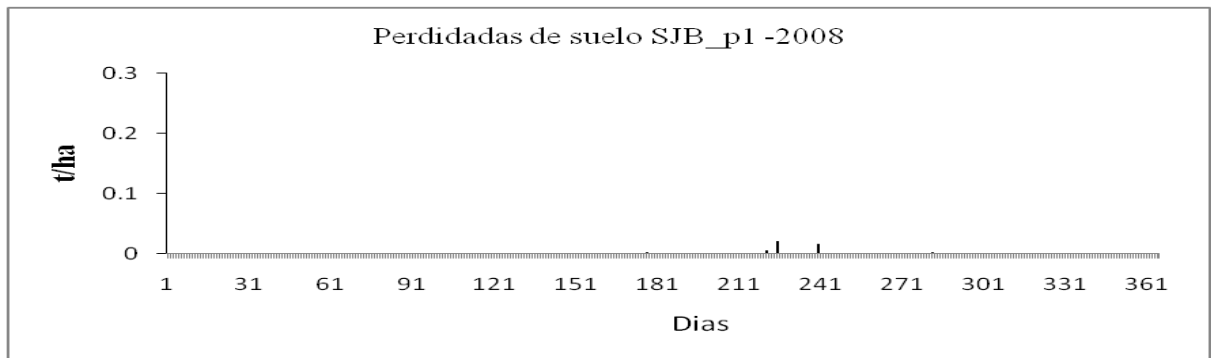
d.1



d.2



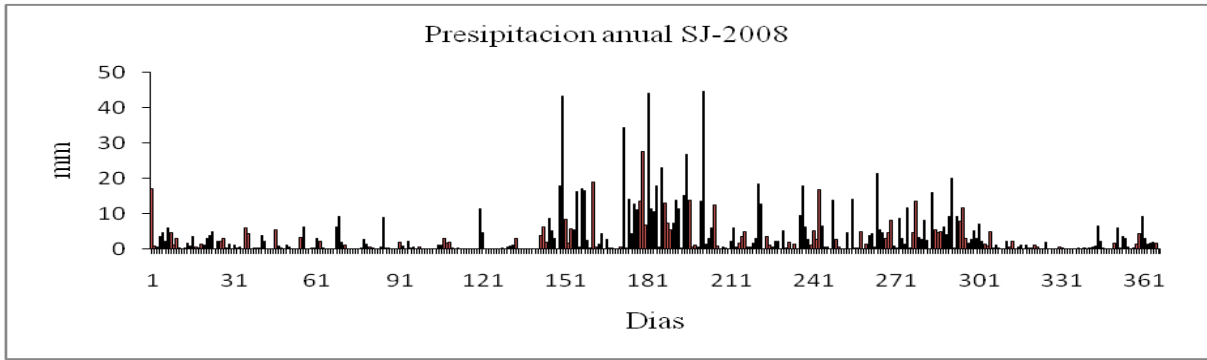
d.3



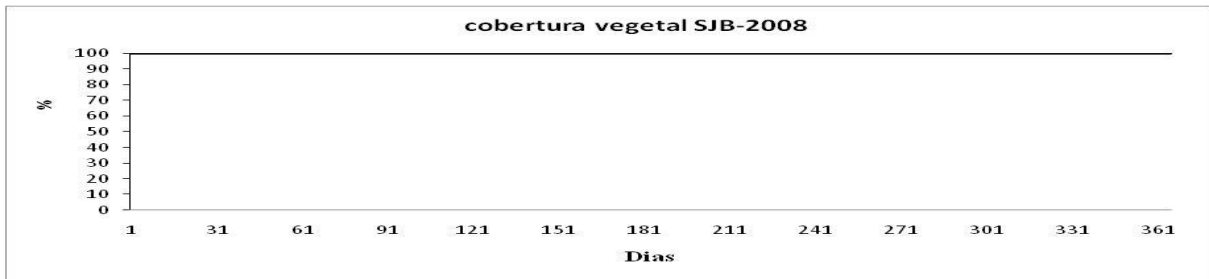
d.4

Figura 4. Tratamiento con cobertura Vegetal Bosque nativo en la finca la Primavera

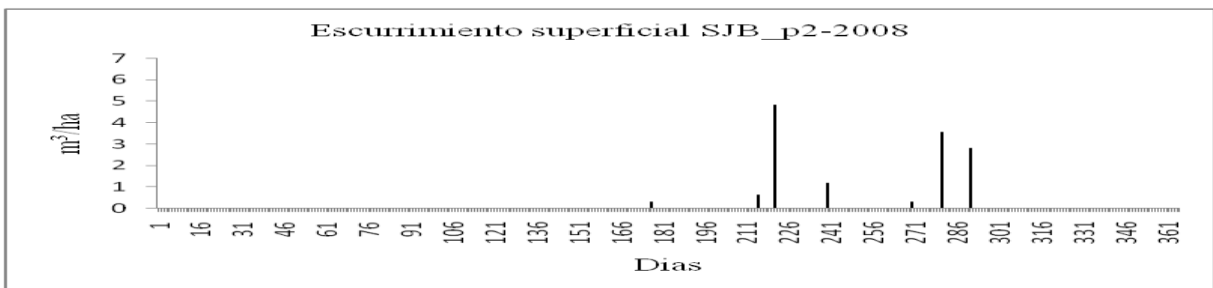
San José de los Remates 2008.



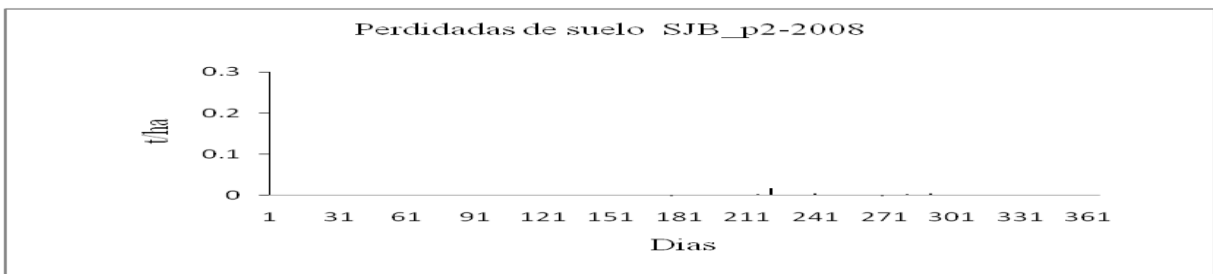
e.
1



e.2



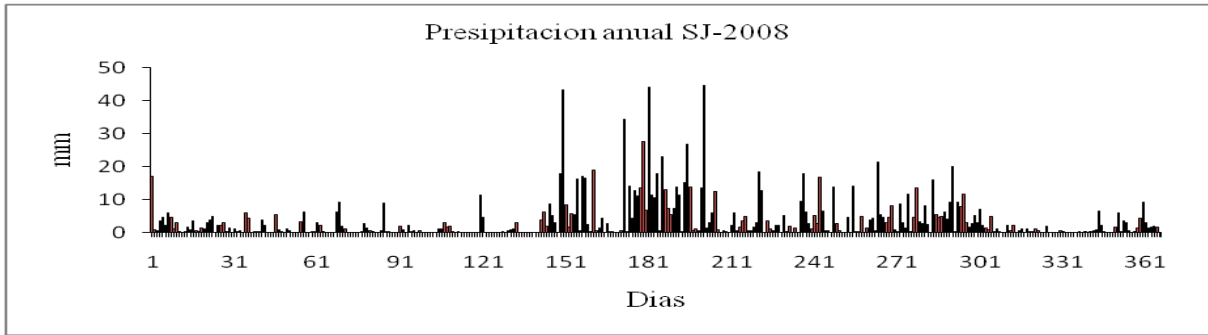
e.3



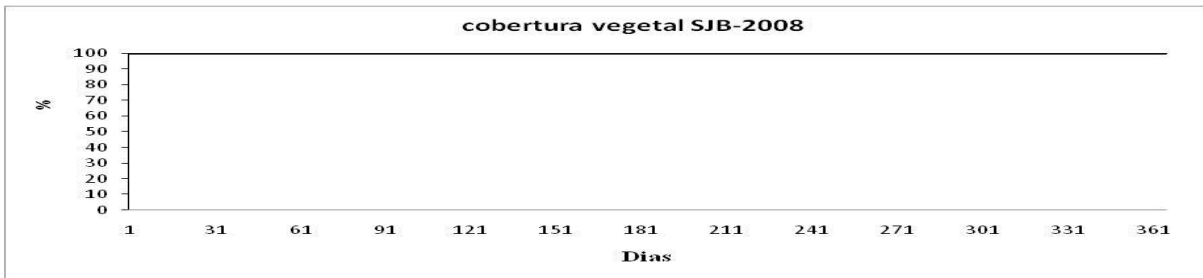
e.4

Figura 5. Tratamiento con cobertura Vegetal Bosque nativo en la finca la primavera

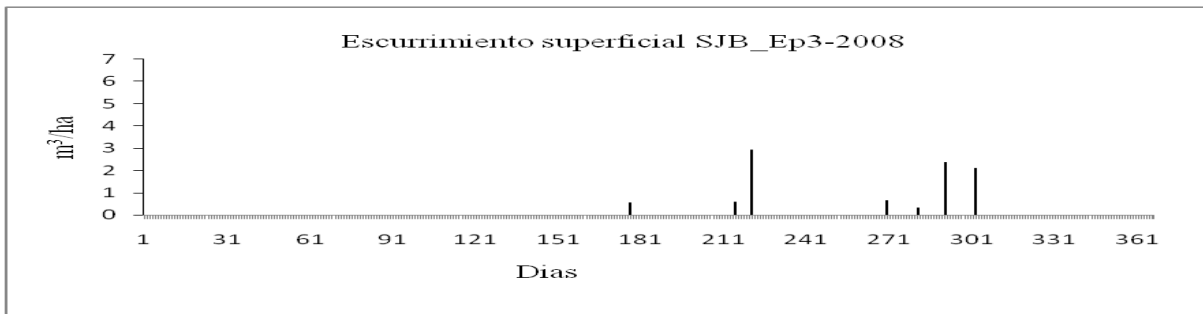
San José de los Remates 2008.



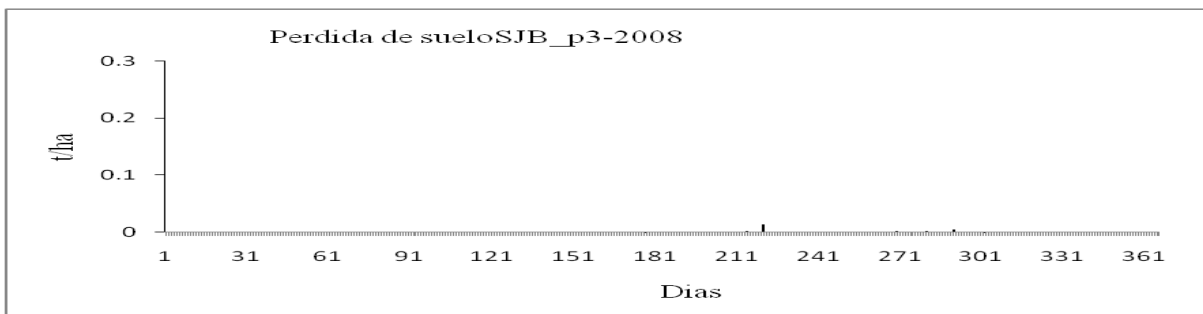
f.1



f.2



f.3



f.4

Figura 6. Tratamiento con cobertura Vegetal Bosque nativo en la finca la Primavera San José de los Remates 2008.

b. Parcela de erosión con cobertura de bosque.

En la parcela 1 se registraron 6 eventos erosivos el mayor provocó un escurrimiento de 5.03 m³/ha y una remoción de suelo de 0.019 t/ha, y el menor con 0.487 m³/ha y 0.0007 t/ha. (Ver figura 4), existiendo una relación directamente proporcional entre el escurrimiento y las pérdidas de suelos con un R² de 0.68. (Ver anexo 8.6)

En la parcela 2 se presentaron 7 eventos erosivos el mayor creó un escurrimientos de 4.81 m³/ha y una remoción de suelo de 0.016 t/ha, y el menor con 0.286m³/ha y 0.0005t/ha (ver figura 5), existiendo también una relación directamente proporcional entre el escurrimiento y la pérdida de suelo R² de 0.60. (Ver anexo 8.6)

En la parcela 3 se registraron 8 eventos erosivos el mayor provocó un escurrimiento de 2.93 m³/ha y una remoción de suelo 0.012 t/ha, y el menor con 0.33 m³/ha y 0.0019 t/ha (Ver figura 6) con una relación directamente proporcional entre el escurrimiento y la pérdida de suelo R² de 0.58. (Ver anexo 8.6)

Resumen

| Tratamiento | Cobertura | Parcelas | Eventos erosivos | Escorrimento m ³ /ha | | Pérdida de suelo t/ha | | Pendiente % | | |
|-------------|-----------------|----------|------------------|---------------------------------|-------|-----------------------|--------|-------------|-------|------|
| | | | | mayor | menor | mayor | menor | alta | media | baja |
| 1 | Gramina natural | 1 | 8 | 6.39 | 0.37 | 0.14 | 0.002 | cóncava | | |
| | | 2 | 6 | 4.63 | 0.29 | 0.17 | 0.001 | | 22.2 | |
| | | 3 | 10 | 6.53 | 0.30 | 0.17 | 0.002 | inclinada | | |
| 2 | Bosque nativo | 1 | 6 | 5.03 | 0.487 | 0.019 | 0.0007 | 33.54 | | |
| | | 2 | 7 | 4.81 | 0.286 | 0.016 | 0.005 | | | |
| | | 3 | 8 | 2.93 | 0.33 | 0.012 | 0.0019 | | | |

4.6 Análisis de las parcelas grama y bosque.

Uno de los factores que evita las pérdidas severas de suelo en grama es la cobertura vegetal, junto al sistema radicular evitando el impacto directo de las gotas de agua y disminuyendo el escurrimiento de las pocas partículas disgregadas. En grama se presentó una remoción de suelo promedio de 0.213 t/ha, la mayor en la parcela 3 debido a la inclinación de la pendiente con relación a las parcelas 1 y 2 que presentan parte cóncava. (Ver anexo 8.8).

La cobertura vegetal bosque presenta un promedio de 0.032 t/ha. Los factores influyentes en bosque son el follaje de los árboles y el soto bosque que disminuyen la velocidad de las gotas de agua y evitan el impacto directo con el suelo. La cobertura superficial de residuos de bosque y el incremento en los niveles de materia orgánica en los primeros centímetros del suelo producen el aumento de la tasa de infiltración y de la capacidad de almacenamiento de agua reduciendo la escorrentía (ECAAF 1999).

5.0 Precipitación anual San José de los Remates 2008

Se registró un total de 285 eventos durante 2008. Enero presentó el mayor número de eventos con 41, el menor en Abril 13 eventos. Pero es en el mes de junio donde se registran las mayores precipitaciones 300.4 mm para un total de 26 eventos.

| Valores mensuales para los meses | | | | | |
|----------------------------------|-------|--------|-----------------|------|--------|
| Más lluviosos | mm | mm/h | Menos lluviosos | mm | mm/h |
| Mayo | 103.8 | 77.84 | Enero | 81.2 | 130.05 |
| Junio | 300.4 | 143.45 | Febrero | 34.6 | 50.59 |
| Julio | 211.6 | 75.93 | Marzo | 39.4 | 74.87 |
| Agosto | 131.2 | 176.13 | Abril | 29 | 58.91 |
| Septiembre | 111 | 126.71 | Noviembre | 12.6 | 107.20 |
| Octubre | 175.2 | 130.78 | Diciembre | 48.6 | 65.45 |

En todo el año se registraron 26 eventos mayores a 12.7 mm (el mayor 84.2 mm) que es el valor mínimo a partir del cual una lluvia puede ser erosiva Wischmeier y Smith (1958)

Eventos mayores a 12.7mm (9.12%)

Eventos (0.2- 0.8) mm (42.11%)

Eventos (1- 12.6) mm (48.77%)

Durante el periodo de estudio se analizaron 15 eventos, se presentó la mayor erosividad en el evento 132 correspondiente al mes de Junio con 376.94 MJ mm/ha hr como promedio de las tres intensidades. (Ver anexo 8.15)

Tabla 2

Pérdida de suelo reales y potencial para las parcelas(grama y bosque) en la finca Primavera, 2008

| Tratamiento | parcelas | Pérdida de suelo reales t/ha | Pérdida de suelo potenciales (USLE) t/ha | Pérdida de suelo potenciales (RUSLE) t/ha |
|-----------------|----------|---------------------------------|--|---|
| Gramas | 1 | 0.194 | 0.904 | 0.528 |
| | 2 | 0.208 | 0.311 | 0.171 |
| | 3 | 0.236 | 1.416 | 1.414 |
| Total | | 0.638 | 2.631 | 2.11 |
| Promedio | | 0.213 | 0.877 | 0.703 |
| Bosque | 1 | 0.048 | 0.095 | 0.036 |
| | 2 | 0.028 | 0.087 | 0.035 |
| | 3 | 0.022 | 0.090 | 0.029 |
| total | | 0.098 | 0.273 | 0.100 |
| Promedio | | 0.032 | 0.091 | 0.033 |

Tanto la USLE como la RUSLE sobrestiman las pérdidas reales. Los valores estimados a través del modelo RUSLE son más similares a las pérdidas reales.

4.7 Análisis de varianza de pérdidas reales de suelo y potenciales RUSLE y USLE.

Tabla 3

| fuentes de varianza | S.C | G.L | C.M | FC | F5% |
|---------------------|--------|-----|-------|---------------------|------|
| Modelos | 118.66 | 2 | 59.33 | 2.39 ^{n.s} | 3.15 |
| Tratamiento | 127.18 | 5 | 25.44 | 1.02 ^{n.s} | 4.65 |
| Error | 248.69 | 10 | 24.86 | | |
| Total | 494.53 | | | | |

El análisis estadístico demuestra con un 95% de confianza que no existe diferencia significativa entre los modelos RUSLE y USLE en relación a las pérdidas de suelo.

V. CONCLUSION

Los valores totales para Grama natural fueron de 0.638 t/ha y para Bosque nativo de 0.098 t/ha demostrando que el grado de degradación del suelo está muy por debajo a lo establecido por Wischmeier.

Se demuestra que la cubierta vegetal tanto de Bosque nativo como de Grama natural logra disipar la energía cinética de la gota de lluvia protegiendo adecuadamente al suelo.

Los modelos de estimación original y revisado USLE y RUSLE sobre estiman las pérdidas reales determinadas a través de las parcelas de escurrimiento por tanto no se adaptan a la zona tropical.

VI. RECOMENDACIONES

Buscar nuevos métodos de estudios de procesos de erosión de suelos, que pongan de manifiesto el efecto de la actividad agrícola en tierras de laderas.

Seguir validando las ecuaciones del modelo RUSLE para obtener resultados confiables sobre este modelo de predicción.

Mejorar las condiciones de suelo a través de obras de conservación como barreras muertas que eviten el arrastre de las partículas de suelo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- CIEFAP (Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino-Patagónico) 2005. Caracterización de los suelos bajo bosque de *Austrocedrus chilensis* a través de un gradiente climático y topográfico en Chubut, Argentina. (en línea). Consultado el 30 de octubre. 2007. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071792002005000200017&script=sci_abstract.
- F.A.O. (1977). Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma Italia. 70 p.
- F.A.O. (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 86 p.
- Guido, L. J. 1997. Evaluación de los factores de la E. U. P. S en la micro cuenca "D" sur del lago de Managua. Tesis de grado Ing. Agrónomo Facultad de Agronomía. UNA, Managua. 81 p
- Karlin, M, S.; Coirini, R.; Rollan, A.; Bachmeier O. (2005). Caracterización de le variabilidad del ambiente edáfico en dos localidades del interfluvio, Teuco-Bermejito, Provincia del Chaco (Argentina). (en línea).consultado el 7 de febrero 2008.Disponible en http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-32134942_ITM
- Kirkby M. J. y Morgan. R.P.C.1984; Erosión de suelos.1ra edición, impreso en México.375 p.
- Manerring, J.V. (1981). The use of soil loss tolerances as strategy for soil conservation. En Morgan (ed) soil conservation: problems and prospects. Wiley. Chich. Eng, 337-349 p
- Morales M.J 1996. Conservación de suelos y agua Managua nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, escuela de producción vegetal trabajo especial tomo 1; 157 p.
- Morgan R.P.C. 1997; Erosión y Conservación de Suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.Barcelona.Mexico.343 p.

Pecorari C. y Alassia M. J. (1998). Efecto del estado hídrico inicial sobre la compactación de los suelos. Información Técnica para Productores, Argentina. (en línea). Consultado 30 de noviembre 2007. Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p108.htm

Ramírez P, V, C.2005. Estudio de Impacto Ambiental y Social Telecomunicaciones (en línea). Consultado el 28 de septiembre.2007. Disponible en http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/12/01/000012009_20051201102047/Rendered/PDF/E12540v10NI0rev0LCR1EA1P0899891V1.pdf

Ramos T, C, L. 2001. Modelamiento ambiental para análisis de Susceptibilidad erosiva en la cuenca media y alta del río cañete y determinación del mapa de erosión. (en línea). Consultado 11 de enero 2008. Disponible en <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cramost/MODELO%20DE%20EROSION%20HIDRICA%20-%20SIG.pdf>

Roose, E.1977. Soil Erosión and carbón Dynamics in África Occidental.352.

RUSLE (1999) Modelo de la Ecuación Universal de Perdida de Suelos Revisado (en línea). Consultado 28 de Febrero 2008. Disponible en <http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/MedioAmbiente/Suelos/Rusle.htm>

Sadeghian; S, Rivera J. M; y Gómez, 1998. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. (en línea). Consultado el 7 de febrero 2008. Disponible en <http://virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/Siavosh6.htm>

Schertz, D.L. (1983). The basis for soil loss tolerance. J. Soil wáter cons: 38 (1): 10-14 p

Tesis de Elyin Misael Herrera Castro y Denis Herrera. Evaluación de Los factores de La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Municipio San José De Los Remates (2006)

USDA. (2006). Keys to soil Taxonomy By Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Thenth Edition. 331 p.

USLE .Wischmeier y Smith (1978). Manual de conservación de suelo 534 departamento de agricultura. RUSLE (Lane 1988) 184 p.

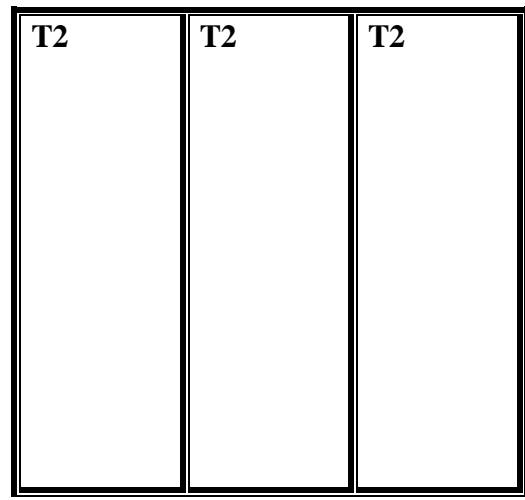
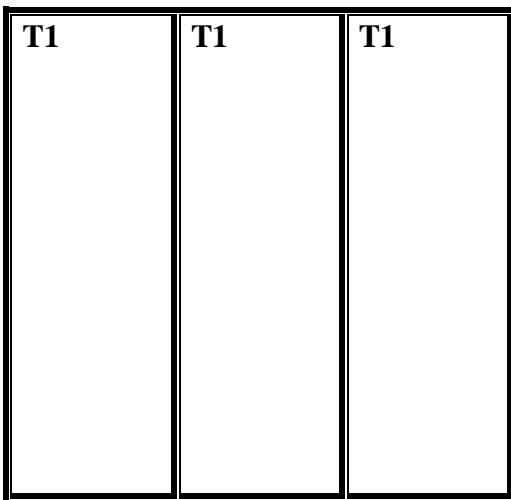
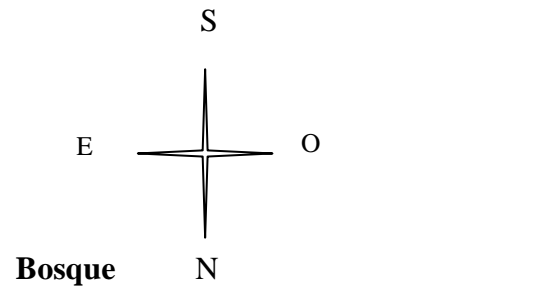
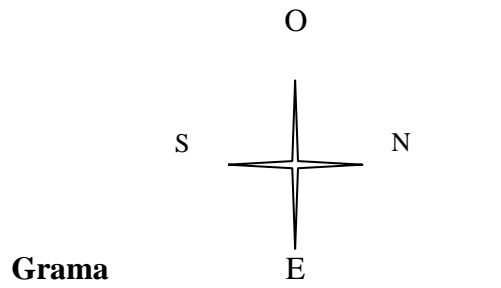
Vázquez G, R y Gallardo D, L, A. 1983. Influencia de cuatro especies nativas sobre las propiedades físicas de un suelo forestal del parque Chequeño Húmedo, Argentina. (en línea). Consultado 3 de diciembre 2007. Disponible en http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_023.pdf

Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses.

Agriculture Handbook 537. U. S. Department of Agriculture, Washington, D.C.58

VIII. ANEXOS

Anexo 8.1 distribución de los tratamientos

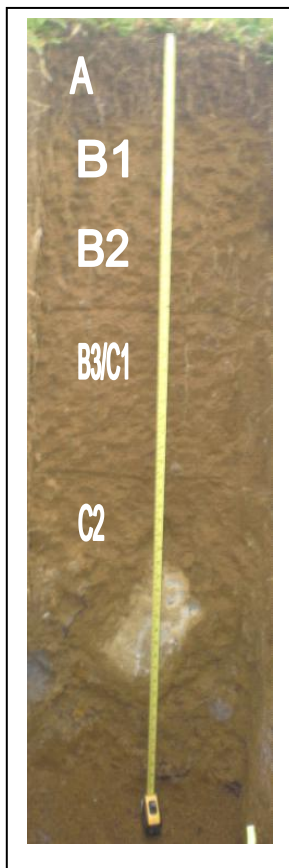


T1: Tratamiento 1

T2: Tratamiento 2

Anexo 8.2

Foto 3. Descripción del perfil de suelo del tratamiento 1 con cobertura de grama en la finca La Primavera en el Municipio de San José de los Remates, 2006



A 0-13 cm. El color en seco es 10YR 3/3, posee una textura arcillo limosa (AL) con estructura granular de media a gruesa moderada. La consistencia en húmedo es friable a firme y en mojado es poco adherente y poco plástico. Presenta un límite entre horizonte abrupto y ondulado, la mayoría de los poros son finos y medios. Hay abundancia de raíces finas.

Bt₁ 13-43 cm. El color en húmedo es 10YR3/4, de textura arcillosa (A) con estructura de bloques sub angulares gruesos, medios y finos. La consistencia en húmedo es friable y plástica y adherente en mojado. El límite entre horizontes es claro y uniforme, los poros finos son abundantes con la presencia de cutáneas. Hay presencia moderada de raíces finas. Hay presencia de lombrices.

Bt₂ 43 -73 cm. El color en húmedo es 10 YR 4/4 con una textura arcillosa(A), la estructura es de bloques sub angulares gruesos, medios y finos. La consistencia en húmedo es firme y en mojado es adherente y plástica. El límite entre horizonte se presenta claro y uniforme los poros muy finos y finos son abundantes. Hay pocas raíces finas.

Bt₃/C₁ 73-113 cm. Más del 50 % del volumen del suelo es de color 10YR5/6 en húmedo con una textura franco (F). La estructura es de bloques sub angulares gruesos, medios y finos moderados. De consistencia friable en húmedo y plástico y adherente en mojado. El límite entre horizontes es abrupto y uniforme con poros abundantes finos y muy finos con pocos cutanes apreciable. Las raíces son pocas y finas.

Menos del 50 % de toba dacítica meteorizada (C₁) muy parecida al talpetate pero de color claro que se puede disgregar en el suelo.

C₂ 113-138 cm. El color es 10YR 5/6 o 10YR 6/1 de textura franco arenoso (Fag) con estructura masiva, el límite entre horizontes es abrupto y ondulado los poros en su mayoría son finos y medios.

Propiedades físicas y químicas de cada horizonte diagnostico del tratamiento 1

| H | Espesor (cm) | Color | | % M.O | % S.B | pH | Textura | Estructura | % Arena Total | % Limo | % Arcilla | CIC | P ₂ O ₅ | P (ppm) |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|--------|----------|----------|-----|------------------|-------------|---------------------|-----------|--------------|------|-------------------------------|------------|
| | | Seco | Húmedo | | | | | | | | | | | |
| A | 0-13 | 10YR3/3 | | 4.75 | 26.5 | 5.4 | Arc.Limoso | Gran. g y m | 12.87 | 41.35 | 45.77 | 29.4 | 4.08 | 1.78 |
| B ₁ | 13-43 | 10YR3/4 | | 3.8 | 22.65 | 5.3 | Franco limoso | Bs g m y f | 20.99 | 51 | 27.98 | 15.8 | 0.87 | 0.38 |
| B ₂ | 43-73 | 10YR4/4 | | 1.12 | 11.7 | 5 | Arcilloso | Bs g m y f | 19.26 | 37.9 | 42.82 | 13.5 | 0.14 | 0.06 |
| B ₃ /C ₁ | 73-113 | 10YR4/6 | | 0.5 | 6.51 | 5.1 | Franco | Bs g m y f | 31.7 | 45.63 | 22.65 | 12.9 | 2.4 | 1.05 |
| C ₂ | 113-138 | 10YR5/6 10YR6/1 | | | | | | masiva | | | | | 0 | |

Arc.: Arcilla
 H: Horizontes
 pH: potencial del hidrogeno
 %S.B: Porcentaje de saturación de
 Bases

%M.O: Porcentaje de materia Orgánica
 P: Fósforo disponible en partes por Millón
 CIC: Capacidad de Intercambio Cationico

Gran. G y m: Granular grueso y medios.
 Bs g m y f: Bloques Sub angulares medios y finos
 P₂O₅: Penta Fosfato

Foto 4. Descripción del perfil de suelo del tratamiento 2 con cobertura de bosque en la finca la primavera en el Municipio de San José de los Remates, 2006



A1 0-22 cm. 7.5YR 2.5/2 en húmedo. De textura arcillo limosa (AL), con estructura granular fina y media, bloque sub angulares finos, medios y gruesos. La consistencia en húmedo es friable e adherente y plástica en mojado. El límite entre horizontes es abrupto y uniforme. Los poros son abundantemente finos y frecuentes medios. Las raíces son abundantemente finas, muy finas y medias.

AB/A₂ 22-50 cm. 7.5 YR 2.5/3 textura arcillosa (A) con estructura de bloques sub angulares gruesos, medios y finos. La consistencia en húmedo es friable y en mojado es plástica y adherente. El límite entre horizontes es claro y uniforme, con abundantes poros, finos y muy finos. Pocas raíces finas.

Bt₁/A₃ 50-80 cm. 7.5 YR 3/3 en húmedo. Textura arcillosa (A) con estructura de bloques sub angulares gruesos, medios y finos moderados. La consistencia en húmedo es friable y en mojado es plástica y adherente. El límite entre horizontes es claro y uniforme, con abundantes poros, finos y muy finos. Pocas raíces finas. Presencia de cutáneos.

Bt₂ 80-127 cm. 7.5 YR 3/4 en húmedo. Textura arcillosa (A) con estructura de bloques sub angulares gruesos, medios y finos moderados. La consistencia es firme en húmedo y muy adherente y plástica en mojado. Hay abundantes poros finos y muy finos. Presencia de cutáneos.

Propiedades físicas y químicas de cada horizonte diagnostico del tratamiento 2

| H | Espesor | Color | | % M.O | % S.B | pH | Textura | Estructura | % Arena Total | % Limo | % Arcilla | CIC | P ₂ O ₅ | P (ppm) |
|--------|---------|-------|-------------|-------|-------|-----|------------|---------------|---------------|--------|-----------|------|-------------------------------|---------|
| | (cm) | Seco | Húmedo | | | | | | | | | | | |
| A1 | 0-22 | | 7.5YR 2.5/2 | 10.29 | 63.73 | 5.8 | Arc L (AL) | Gran.f y m | 11.55 | 41.19 | 47.25 | 51.2 | 7.69 | 3.36 |
| AB/A2 | 22-50 | | 7.5YR 2.5/3 | 1.01 | 74.95 | 6.1 | Arcilloso | B s g m y f | 14.08 | 45.62 | 40.28 | 24.4 | 0 | |
| Bt1/A3 | 50-80 | | 7.5YR 3/3 | 0.51 | 75.73 | 6 | Arcilloso | B s g m y f m | 14.18 | 37.42 | 48.33 | 26.5 | 4.97 | 2.17 |
| Bt2 | 80-127 | | 7.5YR 3/4 | 0.41 | 69.48 | 6 | Arcilloso | B s g m y f m | 14.32 | 34.79 | 50.87 | 32.8 | 0 | |

Arc.: Arcilla
 H: Horizontes
 pH: potencial del
 Hidrogeno
 %S.B: Porcentaje de
 Saturación de bases

%M.O: Porcentaje de materia
 Orgánica
 P₂O₅: Penta Fosfato
 P: Fósforo
 disponible en partes
 por millón

Arc. L: Arcillo Limoso
 Gran. f y m: Granular fino y
 medio
 Bs g m y f: Bloques sub
 angulares medios y finos.
 Bs g m y f m : Bloques sub
 angulares gruesos, medios y
 finos moderados.

Anexo 8.3 Factor de método de control de la erosión, “P”

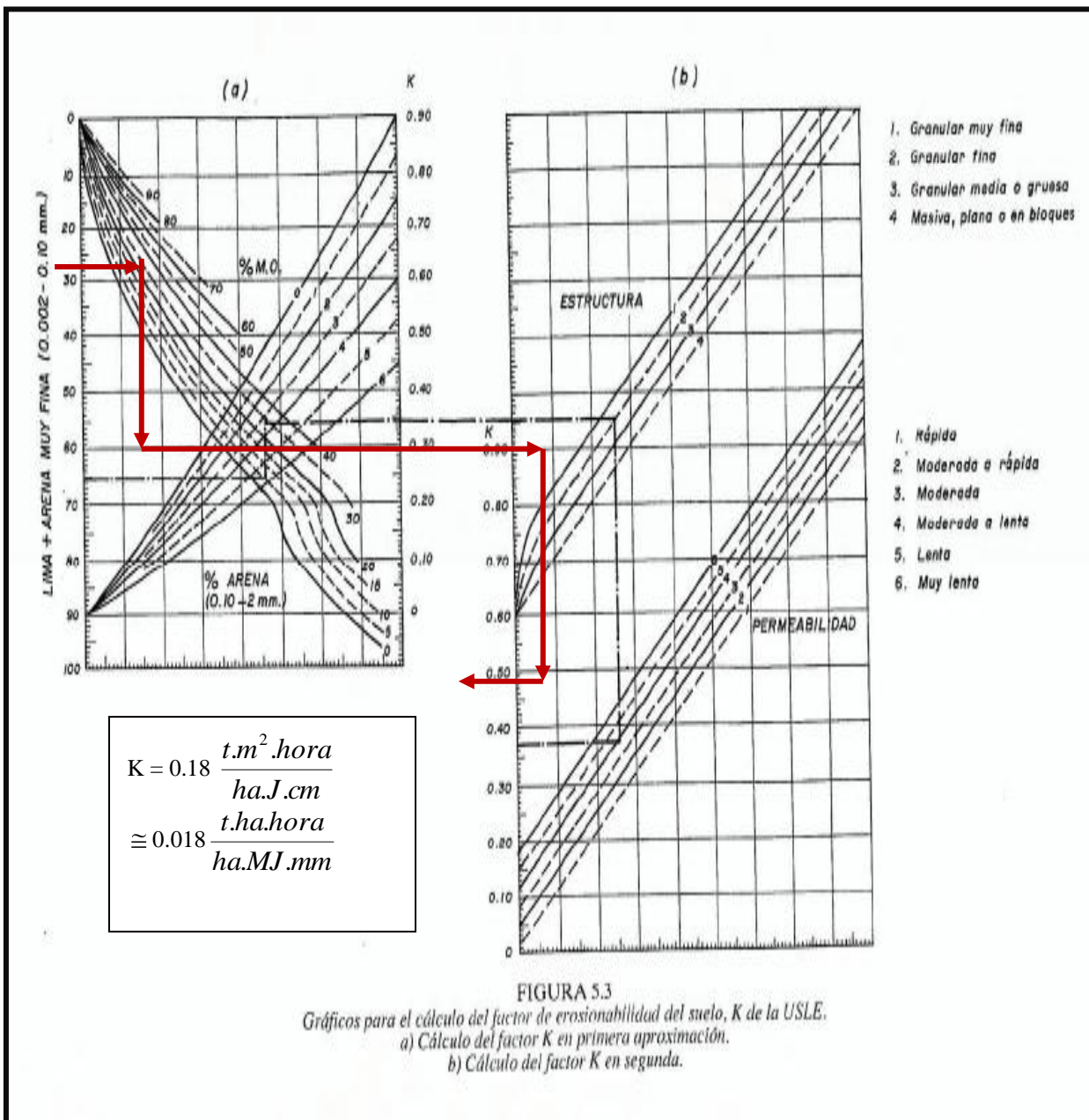
| Practica de conservación | Factor P |
|---|-------------|
| Cultivo a nivel s = 0 - 1° | 0.60 |
| Cultivo a nivel s = 2 - 5° | 0.50 |
| Cultivo a nivel s = 6 - 7° | 0.60 |
| Cultivo a nivel s = 8 - 9° | 0.70 |
| Cultivo a nivel s = 10 - 11° | 0.80 |
| Cultivo a nivel s = 12 - 14° | 0.90 |
| Bancales a nivel | 0.14 |
| Bancales a contra pendiente | 0.05 |
| Bancales a contra pendiente. Siguiendo la pendiente | 0.35 |
| Bancales a nivel con referencia de agua | 0.01 |
| Caballones enlazados | 0.10 - 0.20 |

Fuente: Ramos T, C, L. 2001.

Anexo 8.4 Valor de cobertura vegetal C

| Cultivo | Factor C |
|--|----------|
| Suelo desnudo | 1 |
| Bosque, matorral denso o cultivo con capa gruesa de materia orgánica | 0.001 |
| Sabana, pradera en buenas condiciones | 0.01 |
| Sabana o pradera sobre pastoreadas | 0.1 |

Fuente Rosee, 1977



USLE .Wischmeier y Smith (1978).Manual de conservación de suelo 534 departamento de agricultura. RUSLE (Lane 1988)

8.5.1 Categorías de pérdida de suelo.

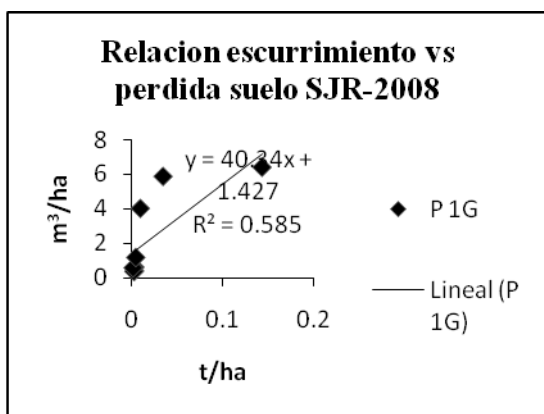
| Categorías. | Pérdidas de suelo | |
|------------------|-------------------|------------|
| | t/ha/a. | mm/ha. |
| Ninguna a ligera | < 10 | < 0.6 |
| Moderada | 10 - 50 | 0.6 – 3.3 |
| Alta | 50 - 200 | 3.3 – 13.3 |
| Muy alta | > 200 | > 13.3 |

Fuente: FAO, 1980.

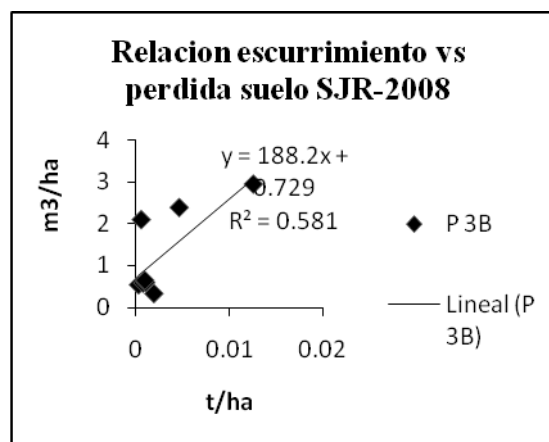
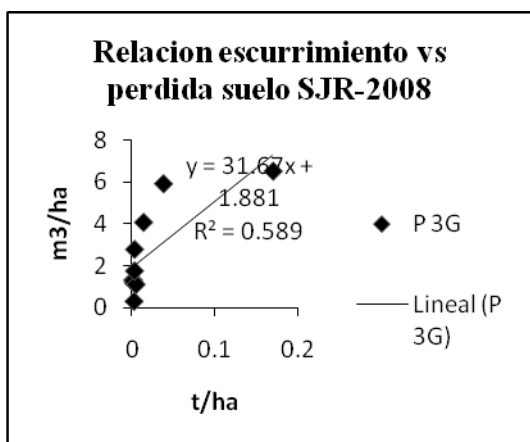
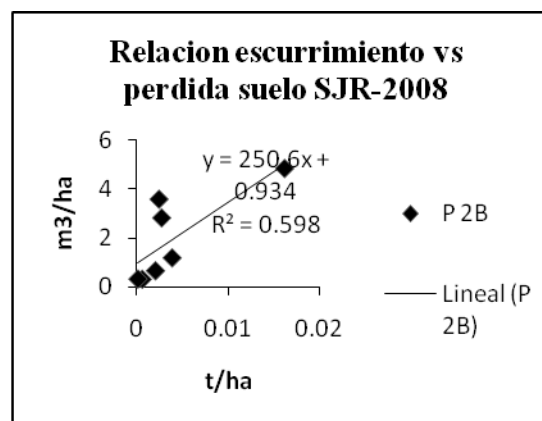
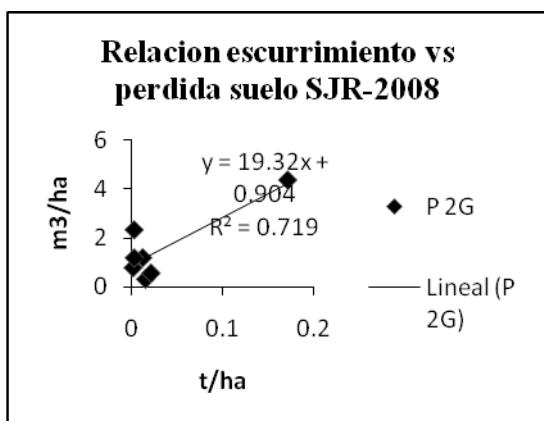
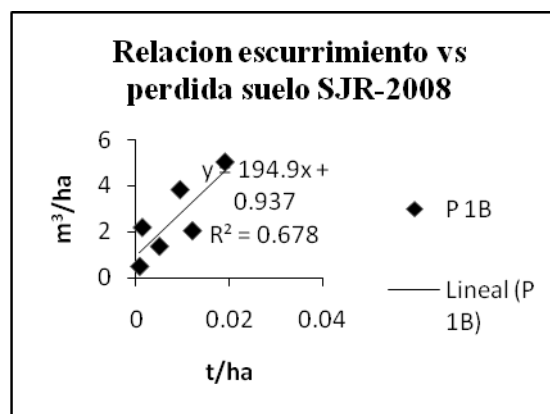
Anexo 8.6

Correlación pérdida de suelo vs escurrimiento

Tratamiento 1



Tratamiento 2



El valor R^2 nos indica que existe una correlación directamente proporcional entre el escurrimiento y las pérdidas de suelo es decir a mayor escurrimiento mayor pérdida de suelo

Anexo 8.7

Pérdida de suelo anuales en la Finca la primavera, Municipio de San José de los remate. 2008

| Trat. 1 | Gramma | Pérdida de suelo (t/ha) |
|----------------|----------------------|--------------------------------|
| | Parcela 1 | 0.194 |
| | Parcela 2 | 0.208 |
| | Parcela 3 | 0.236 |
| | Pérdida total | 0.638 |
| Trat. 2 | Bosque | |
| | Parcela 1 | 0.048 |
| | Parcela 2 | 0.028 |
| | Parcela 3 | 0.022 |
| | Pérdida total | 0.098 |

Anexo 8.8 Parcelas de erosión con cobertura vegetal de grama y bosque natural

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimiento m ³ /ha |
|----------|--------------------------|----------------------------------|
| 14/06/08 | 0.0028953 | 0.61611953 |
| 26/06/08 | 0.00260577 | 0.40138489 |
| 02/07/08 | 0.14283473 | 6.39185412 |
| 02/08/08 | 0.00381214 | 0.36987439 |
| 08/08/08 | 0.00106161 | 0.58610494 |
| 24/09/08 | 0.00208461 | 4.01705303 |
| 17/10/08 | 0.10712605 | 5.86225576 |
| 20/10/08 | 0.00015442 | 1.18170646 |
| | Σ 0.1509512 | Σ 15.038103 |

Parcela 1.a

Parcela 1

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimien to m ³ /ha |
|----------|--------------------------|-----------------------------------|
| 25/06/08 | 0.00135114 | 2.1858006 |
| 08/08/08 | 0.00501851 | 1.3615593 |
| 09/08/08 | 0.01910893 | 5.0386766 |
| 27/08/08 | 0.01210232 | 2.0401964 |
| 26/09/08 | 0.00077208 | 0.4864090 |
| 07/10/08 | 0.00945795 | 3.8331735 |
| | Σ 0.0478109 | Σ 14.94581 |

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimiento m ³ /ha |
|----------|--------------------------|----------------------------------|
| 14/06/08 | 0.01447649 | 0.29503092 |
| 26/06/08 | 0.02055662 | 0.54460566 |
| 26/06/08 | 0.17140167 | 4.36147775 |
| 02/08/08 | 0.00075278 | 0.76858596 |
| 08/08/08 | 0.01138817 | 1.17684235 |
| 27/08/08 | 0.00212322 | 1.16873552 |
| 28/10/08 | 0.0019302 | 2.31913415 |
| | Σ 0.20815266 | Σ 10.3393814 |

Parcela 2.a

Parcela 2.

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimiento m ³ /ha |
|----------|--------------------------|----------------------------------|
| 25/06/08 | 0.000579058 | 0.28605485 |
| 02/08/08 | 0.002026984 | 0.6327087 |
| 08/08/08 | 0.016218115 | 4.81291876 |
| 27/08/08 | 0.003861989 | 1.15859680 |
| 26/09/08 | 0.000096563 | 0.29572439 |
| 07/10/08 | 0.00241441 | 3.55594305 |
| 17/10/08 | 0.002704513 | 2.79376145 |
| | Σ 0.02790163 | Σ 13.535708 |

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimiento m ³ /ha |
|----------|--------------------------|----------------------------------|
| 14/06/08 | 0.00212322 | 0.29425884 |
| 26/06/08 | 0.00077208 | 1.32218634 |
| 02/07/08 | 0,16985752 | 6.53526791 |
| 21/07/08 | 0.00135114 | 1.18359805 |
| 02/08/08 | 0.00115812 | 1.29342638 |
| 08/08/08 | 0.00443946 | 1.10754821 |
| 27/08/08 | 0.00260577 | 1.75310328 |
| 24/09/08 | 0.01351139 | 4.08314305 |
| 17/10/08 | 0.03763888 | 5.93174292 |

Parcela 3.a

parcela 3.

| | | |
|----------|--------------------|--------------------|
| 28/10/08 | 0.00265402 | 2.78619406 |
| | $\Sigma 0.2361116$ | $\Sigma 26.290469$ |

| Fecha | Perdidas de suelo (t/ha) | Escurrimiento m ³ /ha |
|----------|--------------------------|----------------------------------|
| 25/06/08 | 0.00028953 | 0.54682415 |
| 27/08/08 | 0.00077218 | 0.58454369 |
| 02/08/08 | 0.00106190 | 0.59949104 |
| 08/08/08 | 0.01255147 | 2.9341464 |
| 26/09/08 | 0.00096563 | 0.65044882 |
| 07/10/08 | 0.00193153 | 0.33647218 |
| 17/10/08 | 0.00463631 | 2.37842559 |
| 28/10/08 | 0.00057962 | 2.09126319 |
| | $\Sigma 0.0222085$ | $\Sigma 8.0303518$ |

Anexo 8.9

Valores de erodabilidad “K” (ton ha h /ha MJ mm) para las diferentes parcelas de los tratamientos Bosque y Grama en la finca La Primavera, 2008

| Parcela | M. O (%) | Limo + Arena muy gruesa | Arena Gruesa | Permeabilidad | Estructura | K Nomograma |
|---------|----------|-------------------------|--------------|---------------|------------|-------------|
| P1G | 5 | 30 | 3.5 | 5 | 3 | 0.050 |
| P2G | 5.4 | 44.4 | 3.2 | 5 | 3 | 0.045 |
| P3G | 5.7 | 42. | 4 | 5 | 3 | 0.054 |
| P1B | 4.6 | 51.7 | 2.3 | 5 | 3 | 0.050 |
| P2B | 4.8 | 46.2 | 2 | 5 | 3 | 0.044 |
| P3B | 5 | 44.5 | 2 | 5 | 3 | 0.045 |

Anexo 8.10

Resultado de análisis granulométrico de suelo

| Código | Identificación | % De Arena Total | % Limo Total | % Arcilla | Clase Textural |
|--------|----------------|------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| 1263 | SJG_P1_Alta | 18.07 | 52.17 | 29.76 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1264 | SJG_P1_Media | 14.94 | 42 | 43.06 | Arcilla Limoso |
| 1265 | SJG_P1_Baja | 25.06 | 38.5 | 36.44 | Franco Arcilloso |
| 1266 | SJG_P2_Alta | 16.04 | 41.82 | 42.14 | Arcilla Limoso |
| 1267 | SJG_P2_Media | 15.72 | 46.85 | 37.43 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1268 | SJG_P2_Baja | 25.43 | 35.72 | 38.85 | Franco Arcilloso |
| 1269 | SJG_P3_Alta | 18.26 | 39.22 | 42.52 | Arcilloso |
| 1270 | SJG_P3_Media | 28.4 | 34.76 | 36.84 | Franco Arcilloso |
| 1271 | SJG_P3_Baja | 16.16 | 42.92 | 40.92 | Arcilla Limoso |
| 1272 | SJF_P1_Alta | 14.02 | 40.86 | 45.12 | Arcilla Limoso |
| 1273 | SJF_P1_Media | 18.3 | 51.19 | 30.51 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1274 | SJF_P1_Baja | 19.28 | 50.01 | 30.71 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1275 | SJF_P2_Alta | 15.71 | 36.07 | 48.22 | Arcilla |
| 1277 | SJF_P2_Media | 15.26 | 53.06 | 31.68 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1276 | SJF_P2_Baja | 15.18 | 38.37 | 46.45 | Arcilla |
| 1278 | SJF_P3_Alta | 26.66 | 31.23 | 46.11 | Arcilla |
| 1279 | SJF_P3_Media | 18.8 | 43.64 | 37.56 | Franco Arcilloso Limoso |
| 1280 | SJF_P3_Baja | 12.46 | 42.4 | 45.14 | Arcilla Limoso |

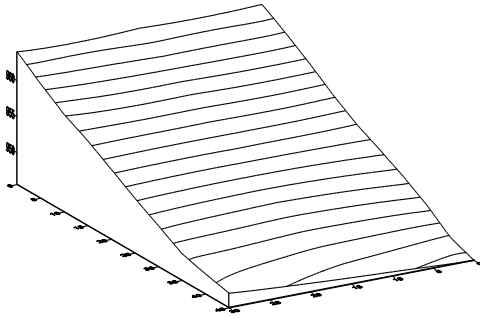
P1:Parcela 1

P2:Parcela 2

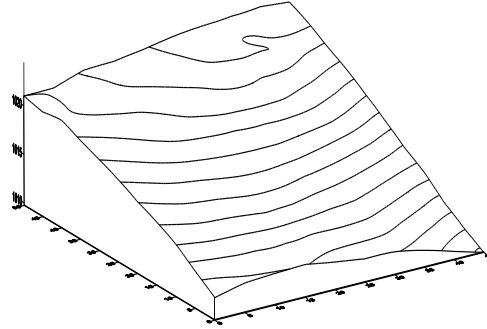
P3:Parcela 3

Anexo 8.11 Relieves de las parcelas obtenidos a través de levantamiento altimétrico y posteriormente se utilizó el programa software SURFER versión 7.1.

a) Relieve de parcelas de bosque



b) Relieve de parcelas de grama



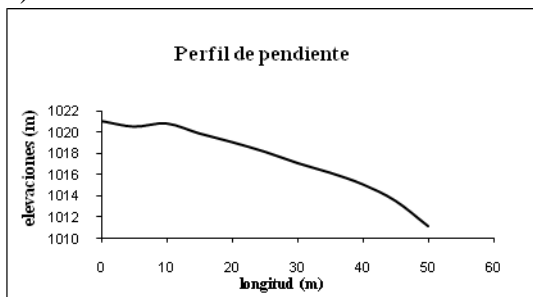
Fuente tesis Misael herrera 2006

Anexo 8.12 Comportamiento del grado de pendiente en el tratamiento 1 y 2 en relación entre las variables físicas del suelo que establecen una relación directa con el escurrimiento superficial, la erodabilidad y las pérdidas de suelos en cuanto a la curvatura de la pendiente

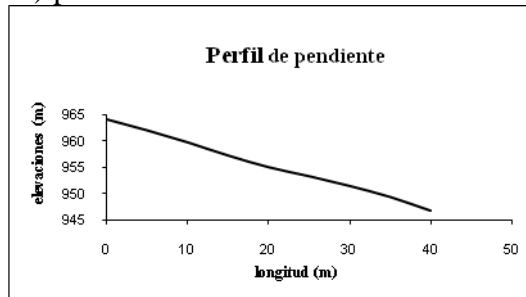
Tratamiento 1

Tratamiento 2

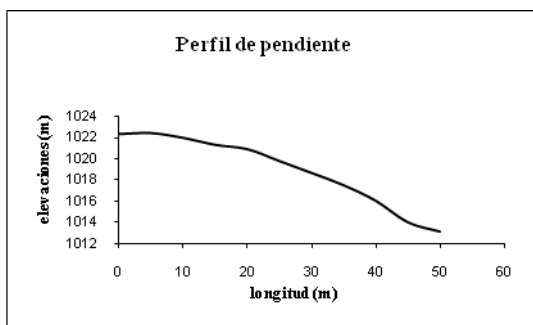
a) Parcela 1



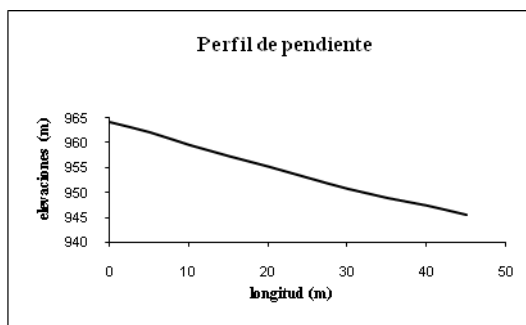
a) parcela 1



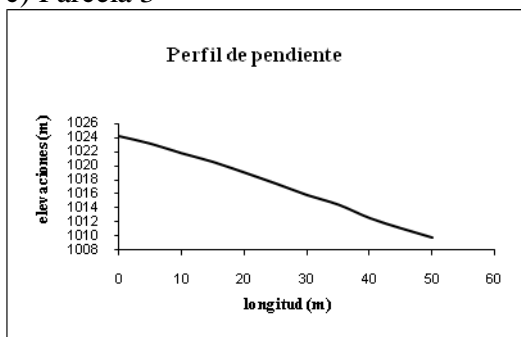
b) Parcela 2



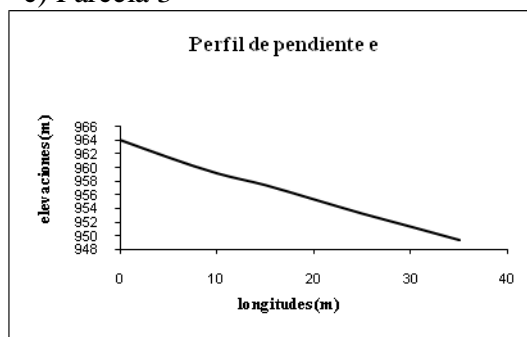
b) Parcela 2



c) Parcela 3



c) Parcela 3



Fuente

tesis

Misael

Herrera

2006

Anexo 8.13 Pérdidas potenciales según modelo RUSLE

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.007 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.011 |
| 09/08/08 | 17.33 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.007 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.001 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.006 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.050 | 7.95 | 0.001 | 0.004 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.036 |

Parcela 1 Bosque

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.007 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.000 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.010 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.001 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.005 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.004 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.044 | 8.70 | 0.001 | 0.007 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.035 |

Parcela 2 Bosque

Parcela 3 Bosque

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|-------|------|-------|--------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0056 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0003 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0080 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0008 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0042 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0029 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0058 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.045 | 6.62 | 0.001 | 0.0004 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.028 |

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|----------|--------|-------|------|------|-------|
| 14/06/08 | 2.45 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.003 |
| 26/06/08 | 18.81 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.026 |
| 02/07/08 | 306.43 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.428 |
| 02/08/08 | 1.97 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.003 |
| 08/08/08 | 1.01 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.001 |

Parcela 1 de Grama

| | | | | | |
|------------------|-------|---------------------------|------|------|----------------|
| 24/09/08 | 3.11 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.004 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.027 |
| Eventos | R | K | L*S | C | A |
| 20/10/08 | 24.73 | 0.035 | 3.99 | 0.01 | 0.035 |
| 14/08/08 | 2.45 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.004 |
| 26/06/08 | 18.81 | Pérdidas totales 0.045 | 3.74 | 0.01 | 2.528 0.032 |
| 26/06/08 | 48.10 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.081 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.002 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.045 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.004 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.045 | 3.74 | 0.01 | 0.002 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.171 |

Parcela 2 Grama

Parcela 3 de Grama

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|--------|-------|------|------|-------|
| 14/06/08 | 2.45 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.009 |
| 26/06/08 | 18.81 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.069 |
| 02/07/08 | 306.43 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 1.128 |
| 21/07/08 | 1.65 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.006 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.004 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.099 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.009 |
| 24/09/08 | 3.11 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.011 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.072 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.054 | 1.60 | 0.01 | 0.005 |
| Pérdidas totales | | | | | 1.414 |

Anexo 8.14 Pérdidas potenciales según el modelo USLE

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|------|--------|-------|-------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.020 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.029 |
| 09/08/08 | 17.33 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.019 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.003 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.015 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.05 | 21.376 | 0.001 | 0.010 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.095 |

Parcela 1 Bosque

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|----------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.018 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.001 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.025 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.002 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.013 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.009 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.044 | 21.376 | 0.001 | 0.018 |

Parcela 2 Bosque

| | |
|------------------|-------|
| Pérdidas totales | 0.087 |
|------------------|-------|

Parcela 3 de Bosque

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 25/06/08 | 18.81 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.018 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.001 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.026 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.002 |
| 26/09/08 | 14.08 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.014 |
| 07/10/08 | 9.57 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.009 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.019 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.045 | 21.376 | 0.001 | 0.001 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.090 |

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|----------|--------|-------|------|------|------|
| 14/06/08 | 2.45 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.01 |
| 26/06/08 | 18.81 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.04 |
| 02/07/08 | 306.43 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.73 |
| 02/08/08 | 1.97 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.00 |
| 08/08/08 | 1.01 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.00 |

Parcela 1 de Grama

| | | | | | |
|------------------|-------|-------|------|------|-------|
| 24/09/08 | 3.11 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.01 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.05 |
| 20/10/08 | 24.73 | 0.035 | 6.83 | 0.01 | 0.06 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.904 |

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|------------------|-------|-------|------|------|-------|
| 14/06/08 | 2.45 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.008 |
| 26/06/08 | 18.81 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.058 |
| 26/06/08 | 48.10 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.148 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.003 |
| 08/08/08 | 26.94 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.083 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.008 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.045 | 6.83 | 0.01 | 0.004 |
| Pérdidas totales | | | | | 0.311 |

Parcela 2 de Grama

| Eventos | R | K | L*S | C | A |
|----------|--------|-------|------|------|-------|
| 14/06/08 | 2.45 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.009 |
| 26/06/08 | 18.81 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.069 |
| 02/07/08 | 306.43 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 1.130 |
| 21/07/08 | 1.65 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.006 |
| 02/08/08 | 1.01 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.004 |

Parcela 3 de grama

| | | | | | |
|------------------|-------|-------|------|------|-------|
| 08/08/08 | 26.94 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.099 |
| 27/08/08 | 2.57 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.009 |
| 24/09/08 | 3.11 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.011 |
| 17/10/08 | 19.45 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.072 |
| 28/10/08 | 1.44 | 0.054 | 6.83 | 0.01 | 0.005 |
| Pérdidas totales | | | | | 1.416 |

| Eventos | Precipitación | tiempo | Intensidad (mm/h) | | | Índice de Erosividad MJ.cm/ha.h | | |
|---------|---------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | mm | min | mmh ⁻¹ 10 | mmh ⁻¹ 20 | mmh ⁻¹ 30 | R= Kec.I ₁₀ | R= Kec.I ₂₀ | R= Kec.I ₃₀ |

Anexo 8.15 Características de la precipitación de San José del año 2008

| | | | | | | | | |
|----|------|-----|------|------|-----|-------|------|------|
| 1 | 10 | 190 | 6 | 5,4 | 5,2 | 9,51 | 8,25 | 7,86 |
| 2 | 10 | 45 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,51 | 0,41 | 0,26 |
| 3 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 4 | 4,2 | 30 | 9,6 | 11,4 | 8,4 | 8,20 | 9,61 | 7,05 |
| 5 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 6 | 0,6 | 10 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,36 | 0,15 | 0,09 |
| 7 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 8 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 9 | 0,4 | 10 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |
| 10 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 11 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 12 | 3,4 | 65 | 2,4 | 3,6 | 1,2 | 1,27 | 1,45 | 0,51 |
| 13 | 1 | 25 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,33 | 0,22 | 0,13 |
| 14 | 3,6 | 45 | 14,4 | 7,2 | 4,8 | 9,93 | 4,00 | 2,59 |
| 15 | 12,2 | 140 | 6 | 4,8 | 3,6 | 12,46 | 9,57 | 6,81 |
| 16 | 0,8 | 10 | 1,2 | 1,8 | 1,2 | 0,15 | 0,19 | 0,11 |
| 17 | 1,6 | 40 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,51 | 0,31 | 0,22 |
| 18 | 1,6 | 40 | 2,4 | 2,4 | 1,6 | 0,53 | 0,48 | 0,28 |
| 19 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 20 | 2,4 | 55 | 3,6 | 2,4 | 0,4 | 1,22 | 0,73 | 0,11 |
| 21 | 2,6 | 65 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 0,81 | 0,57 | 0,49 |
| 22 | 0,8 | 15 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,45 | 0,19 | 0,11 |
| 23 | 0,4 | 10 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 24 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 25 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 26 | 1,4 | 20 | 6 | 3 | 2 | 1,42 | 0,60 | 0,36 |
| 27 | 1 | 20 | 3,6 | 1,8 | 1,6 | 0,54 | 0,22 | 0,20 |
| 28 | 1,6 | 35 | 3,6 | 2,4 | 2 | 0,82 | 0,46 | 0,41 |
| 29 | 1,4 | 30 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,72 | 0,30 | 0,17 |
| 30 | 3,2 | 35 | 8,4 | 7,2 | 6 | 4,94 | 4,07 | 3,47 |
| 31 | 0,4 | 5 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 32 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 33 | 4,6 | 55 | 7,2 | 5,4 | 4,4 | 5,83 | 4,23 | 3,25 |
| 34 | 0,4 | 10 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,29 | 0,12 | 0,07 |
| 35 | 3,8 | 60 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 1,46 | 0,38 | 0,38 |
| 36 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 37 | 2,8 | 45 | 6 | 4,2 | 2,8 | 2,80 | 1,83 | 1,15 |
| 38 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 39 | 1,2 | 30 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,39 | 0,26 | 0,15 |
| 40 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 41 | 1 | 25 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,33 | 0,22 | 0,13 |
| 42 | 0,4 | 5 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 43 | 10 | 205 | 3,6 | 3 | 2,8 | 5,31 | 3,99 | 3,52 |
| 44 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 45 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 46 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 47 | 5 | 85 | 2,4 | 1,2 | 1,6 | 1,83 | 0,87 | 1,10 |
| 48 | 0,8 | 20 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,27 | 0,19 | 0,11 |
| 49 | 1,2 | 25 | 3,6 | 3 | 2 | 0,67 | 0,54 | 0,32 |
| 50 | 4,2 | 55 | 4,8 | 6,6 | 6 | 3,56 | 4,83 | 4,34 |
| 51 | 0,8 | 10 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,45 | 0,19 | 0,11 |
| 52 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 53 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 54 | 1,2 | 35 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,18 | 0,16 | 0,09 |
| 55 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 56 | 9,4 | 165 | 6 | 4,2 | 3,6 | 8,83 | 5,70 | 4,64 |

| | | | | | | | | |
|----|------|-----|------|-----|-----|-------|-------|------|
| 57 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 58 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 59 | 3 | 60 | 4,8 | 3 | 2,4 | 2,13 | 1,21 | 0,97 |
| 60 | 1,8 | 40 | 3,6 | 1,8 | 2 | 0,98 | 0,43 | 0,48 |
| 61 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 62 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 63 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 64 | 6 | 80 | 6 | 4,2 | 3,6 | 6,47 | 4,26 | 3,57 |
| 65 | 10,8 | 160 | 9,6 | 6,6 | 5,2 | 17,56 | 11,24 | 8,76 |
| 66 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 67 | 1 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1,12 | 0,48 | 0,29 |
| 68 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 69 | 2,6 | 30 | 4,8 | 3,6 | 2,8 | 2,21 | 1,52 | 1,13 |
| 70 | 0,2 | 5 | 1,2 | 2,4 | 0,4 | 0,03 | 0,05 | 0,01 |
| 71 | 1,6 | 35 | 3,6 | 0,6 | 2 | 0,82 | 0,13 | 0,39 |
| 72 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 73 | 0,4 | 5 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 74 | 0,4 | 10 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |
| 75 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 76 | 8,4 | 145 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 6,56 | 6,11 | 6,10 |
| 77 | 1,8 | 10 | 10,8 | 5,4 | 3,6 | 4,34 | 1,89 | 1,15 |
| 78 | 0,8 | 20 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,12 | 0,05 | 0,03 |
| 79 | 1,2 | 25 | 3,6 | 1,8 | 1,6 | 0,67 | 0,28 | 0,23 |
| 80 | 1,2 | 15 | 6 | 3 | 2 | 1,27 | 0,54 | 0,32 |
| 81 | 0,6 | 15 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,09 | 0,04 | 0,02 |
| 82 | 0,6 | 15 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,09 | 0,08 | 0,05 |
| 83 | 1 | 20 | 3,6 | 2,4 | 1,6 | 0,54 | 0,34 | 0,20 |
| 84 | 2 | 35 | 4,8 | 3 | 2 | 1,46 | 0,75 | 0,51 |
| 85 | 1,8 | 5 | 10,8 | 5,4 | 3,6 | 4,07 | 1,78 | 1,09 |
| 86 | 1,6 | 40 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,24 | 0,22 | 0,12 |
| 87 | 1,8 | 45 | 2,4 | 1,2 | 1,2 | 0,59 | 0,25 | 0,24 |
| 88 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 89 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 90 | 16 | 150 | 10,8 | 16,8 | 14,8 | 34,28 | 52,61 | 45,82 |
| 91 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 92 | 0,6 | 5 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,36 | 0,15 | 0,09 |
| 93 | 0,6 | 15 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,09 | 0,04 | 0,05 |
| 94 | 1 | 10 | 4,8 | 2,4 | 1,6 | 0,81 | 0,34 | 0,20 |
| 95 | 3,2 | 55 | 2,4 | 4,2 | 3,6 | 1,19 | 1,88 | 0,50 |
| 96 | 3,2 | 75 | 3,6 | 2,4 | 2,4 | 1,62 | 0,96 | 0,99 |
| 97 | 6,6 | 105 | 12 | 10,2 | 8,4 | 13,76 | 11,38 | 9,48 |
| 98 | 1,8 | 40 | 3,6 | 3 | 2,8 | 0,98 | 0,75 | 0,71 |
| 99 | 8,6 | 55 | 13,2 | 3,6 | 14 | 24,08 | 6,40 | 25,12 |
| 100 | 4 | 25 | 18 | 11,4 | 8 | 18,08 | 10,35 | 7,34 |
| 101 | 0,4 | 10 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 102 | 2 | 10 | 12 | 6 | 4 | 5,12 | 2,24 | 1,37 |
| 103 | 0,6 | 10 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,36 | 0,15 | 0,09 |
| 104 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 105 | 69 | 1010 | 2,4 | 27,6 | 24 | 29,57 | 327,72 | 283,73 |
| 106 | 1,6 | 25 | 1,2 | 4,2 | 2,4 | 0,31 | 1,10 | 0,52 |
| 107 | 5,6 | 95 | 3,6 | 4,8 | 3,2 | 3,22 | 3,88 | 2,48 |
| 108 | 5,4 | 80 | 4,8 | 3,6 | 2,4 | 4,37 | 2,78 | 2,07 |
| 109 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 110 | 16 | 120 | 28,8 | 26,4 | 24,8 | 102,21 | 92,40 | 86,82 |
| 111 | 1,4 | 35 | 2,4 | 1,2 | 1,2 | 0,45 | 0,19 | 0,18 |
| 112 | 16,2 | 85 | 33,6 | 25,2 | 19,2 | 119,91 | 88,14 | 64,67 |
| 113 | 17 | 155 | 22,8 | 7,8 | 16 | 75,97 | 25,01 | 51,73 |
| 114 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 115 | 1,6 | 20 | 7,2 | 3,6 | 2,4 | 2,04 | 0,87 | 0,52 |
| 116 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 117 | 19 | 150 | 16,8 | 18,6 | 18 | 65,85 | 71,38 | 66,83 |
| 118 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 119 | 0,8 | 20 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,12 | 0,05 | 0,06 |
| 120 | 0,4 | 10 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,06 | 0,06 | 0,04 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 121 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 122 | 4 | 25 | 15,6 | 11,4 | 8 | 12,85 | 9,38 | 6,33 |
| 123 | 2,6 | 5 | 15,6 | 7,8 | 5,2 | 9,05 | 3,99 | 2,45 |
| 124 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 125 | 0,6 | 15 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,09 | 0,08 | 0,05 |
| 126 | 34,4 | 350 | 46,8 | 31,2 | 22,4 | 296,18 | 204,93 | 144,26 |
| 127 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 128 | 15,8 | 305 | 3,6 | 3 | 2,8 | 8,88 | 6,93 | 6,12 |
| 129 | 15,2 | 260 | 6 | 7,8 | 7,2 | 14,79 | 17,90 | 15,97 |
| 130 | 10,8 | 75 | 19,2 | 11,4 | 9,2 | 43,53 | 24,29 | 18,81 |
| 131 | 47,6 | 690 | 4,8 | 7,2 | 6,4 | 39,19 | 56,68 | 48,10 |
| 132 | 84,2 | 1020 | 28,8 | 24,6 | 21,2 | 456,47 | 367,92 | 306,43 |
| 133 | 0,4 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 134 | 23,6 | 240 | 6 | 4,8 | 3,6 | 28,33 | 21,56 | 15,79 |
| 135 | 12,4 | 155 | 24 | 16,8 | 12 | 56,84 | 37,36 | 26,18 |
| 136 | 33,2 | 625 | 16,8 | 15 | 12,4 | 99,43 | 82,40 | 65,63 |
| 137 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 138 | 11 | 110 | 15,6 | 12,6 | 12 | 33,07 | 26,04 | 24,08 |
| 139 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 140 | 56 | 820 | 13,2 | 9,6 | 7,6 | 128,17 | 88,47 | 67,66 |
| 141 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 142 | 12,8 | 180 | 6 | 12,6 | 10,4 | 13,43 | 27,13 | 21,78 |
| 143 | 45,4 | 475 | 15,6 | 18 | 17,2 | 136,89 | 154,31 | 144,20 |
| 144 | 4,4 | 85 | 6 | 4,2 | 2,8 | 3,92 | 2,58 | 1,56 |
| 145 | 2 | 35 | 6 | 3,6 | 2,4 | 1,94 | 1,05 | 0,63 |
| 146 | 0,6 | 15 | 18 | 12,6 | 9,2 | 53,54 | 33,58 | 24,33 |
| 147 | 0,4 | 5 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 148 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 149 | 2,2 | 25 | 8,4 | 4,2 | 2,8 | 3,19 | 1,40 | 0,84 |
| 150 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 151 | 5,6 | 90 | 10,8 | 7,8 | 5,2 | 9,92 | 6,85 | 4,15 |
| 152 | 0,6 | 15 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,09 | 0,08 | 0,05 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|------|------|--------|--------|-------|
| 153 | 1,6 | 30 | 2,4 | 2,4 | 1,6 | 0,59 | 0,54 | 0,32 |
| 154 | 3,4 | 55 | 7,2 | 3,6 | 2,4 | 3,67 | 1,70 | 1,01 |
| 155 | 4,4 | 40 | 19,2 | 9,6 | 7,2 | 17,10 | 7,54 | 5,51 |
| 156 | 0,6 | 15 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,21 | 0,08 | 0,05 |
| 157 | 0,6 | 15 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,09 | 0,04 | 0,02 |
| 158 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 159 | 1,6 | 30 | 4,8 | 3,6 | 1,6 | 1,17 | 0,87 | 0,32 |
| 160 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 161 | 20,2 | 350 | 20,4 | 11,4 | 8,4 | 72,10 | 37,87 | 26,94 |
| 162 | 12,6 | 175 | 3,6 | 10,2 | 8 | 8,07 | 22,54 | 17,33 |
| 163 | 3 | 70 | 3,6 | 2,4 | 2 | 1,60 | 0,87 | 0,77 |
| 164 | 1 | 25 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,13 | 0,08 |
| 165 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,06 | 0,01 | 0,04 |
| 166 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 167 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 168 | 2 | 45 | 2,4 | 2,4 | 0,8 | 0,59 | 0,54 | 0,08 |
| 169 | 2,2 | 40 | 4,8 | 3,6 | 2,8 | 1,58 | 1,12 | 0,84 |
| 170 | 5 | 5 | 360 | 15 | 10 | 615,90 | 16,63 | 10,32 |
| 171 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 172 | 1,8 | 30 | 6 | 3,6 | 2,4 | 1,79 | 1,03 | 0,62 |
| 173 | 1,4 | 45 | 2,4 | 1,2 | 1,2 | 0,45 | 0,21 | 0,20 |
| 174 | 9,4 | 85 | 21,6 | 16,8 | 12 | 39,88 | 30,65 | 20,66 |
| 175 | 0,6 | 15 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,21 | 0,15 | 0,09 |
| 176 | 17,2 | 135 | 40,8 | 33 | 25,2 | 152,20 | 122,53 | 92,11 |
| 177 | 9,8 | 185 | 3,6 | 3 | 2 | 5,45 | 4,08 | 2,57 |
| 178 | 1,4 | 20 | 6 | 4,2 | 2,8 | 1,42 | 1,02 | 0,62 |
| 179 | 3,6 | 30 | 15,6 | 9,6 | 6,8 | 11,41 | 6,67 | 4,55 |
| 180 | 2,6 | 40 | 3,6 | 4,2 | 4 | 1,51 | 1,70 | 1,62 |
| 181 | 16,8 | 100 | 30 | 19,8 | 16,4 | 109,76 | 70,14 | 57,58 |
| 182 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 183 | 6 | 60 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,98 | 2,78 | 2,65 |
| 184 | 0,8 | 20 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,12 | 0,11 | 0,06 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|
| 185 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 186 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 187 | 13,8 | 95 | 14,4 | 12 | 8,8 | 41,87 | 33,09 | 24,46 |
| 188 | 2,6 | 75 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 0,81 | 0,55 | 0,45 |
| 189 | 0,4 | 10 | 14,4 | 0,6 | 0,4 | 1,00 | 0,02 | 0,01 |
| 190 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 191 | 4,4 | 35 | 6 | 10,8 | 8,4 | 5,27 | 9,22 | 7,19 |
| 192 | 14 | 95 | 10,8 | 15 | 13,6 | 31,47 | 41,43 | 37,78 |
| 193 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 194 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 195 | 4,8 | 80 | 3,6 | 4,8 | 4,4 | 2,85 | 3,77 | 3,37 |
| 196 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 197 | 1 | 20 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,33 | 0,24 | 0,14 |
| 198 | 3,6 | 50 | 7,2 | 3,6 | 3,6 | 4,47 | 2,08 | 1,93 |
| 199 | 4 | 55 | 8,4 | 7,8 | 5,2 | 5,78 | 5,24 | 3,33 |
| 200 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 201 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 202 | 22 | 155 | 14,4 | 15,6 | 15,2 | 65,96 | 69,11 | 66,32 |
| 203 | 4,6 | 90 | 6 | 3 | 3,6 | 3,79 | 2,05 | 2,28 |
| 204 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 205 | 4,2 | 25 | 19,2 | 11,4 | 6 | 17,09 | 9,61 | 4,22 |
| 206 | 3,6 | 45 | 7,2 | 3,6 | 5,2 | 4,26 | 2,13 | 3,11 |
| 207 | 3,8 | 40 | 13,2 | 9 | 6,4 | 9,42 | 6,27 | 4,20 |
| 208 | 8 | 65 | 18 | 13,8 | 11,2 | 28,30 | 18,19 | 14,08 |
| 209 | 0,8 | 20 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,12 | 0,04 | 0,06 |
| 210 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 211 | 8,6 | 60 | 3,6 | 3 | 2,4 | 6,66 | 5,76 | 4,18 |
| 212 | 3 | 40 | 9,6 | 6,6 | 4,8 | 5,08 | 3,36 | 2,30 |
| 213 | 1,4 | 30 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 0,21 | 0,19 | 0,18 |
| 214 | 11,8 | 155 | 14,4 | 13,2 | 11,6 | 28,11 | 26,31 | 22,56 |
| 215 | 3,6 | 75 | 3,6 | 3,6 | 3,2 | 1,94 | 1,73 | 1,59 |
| 216 | 0,8 | 15 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 0,45 | 0,19 | 0,11 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|------|------|--------|-------|-------|
| 217 | 13,4 | 125 | 22,8 | 16,2 | 13,6 | 59,99 | 40,39 | 32,03 |
| 218 | 3,2 | 65 | 6 | 3 | 2 | 2,85 | 1,25 | 0,79 |
| 219 | 2,6 | 40 | 8,4 | 5,4 | 4,4 | 3,79 | 2,27 | 1,92 |
| 220 | 8 | 90 | 14,4 | 9,6 | 7,2 | 20,84 | 13,51 | 9,57 |
| 221 | 2,4 | 40 | 3,6 | 3 | 2,8 | 1,25 | 0,96 | 0,88 |
| 222 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 223 | 18,2 | 175 | 32,4 | 22,2 | 17,6 | 111,47 | 78,23 | 61,28 |
| 224 | 2,8 | 35 | 4,8 | 3 | 3,6 | 2,39 | 1,33 | 1,61 |
| 225 | 4,4 | 75 | 6 | 5,4 | 4,8 | 4,31 | 3,64 | 3,19 |
| 226 | 4,8 | 85 | 7,2 | 4,8 | 4 | 5,71 | 3,64 | 3,06 |
| 227 | 6 | 40 | 13,2 | 7,2 | 4,8 | 16,07 | 8,15 | 4,99 |
| 228 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 229 | 33 | 605 | 6 | 4,8 | 4 | 31,40 | 23,96 | 19,45 |
| 230 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 231 | 9 | 45 | 14,4 | 14,4 | 13,6 | 27,98 | 27,07 | 24,73 |
| 232 | 13,6 | 120 | 10,8 | 9 | 9,2 | 28,43 | 23,17 | 23,32 |
| 233 | 5,8 | 100 | 1,2 | 6,6 | 4,8 | 1,11 | 5,58 | 3,90 |
| 234 | 2 | 45 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,68 | 0,29 | 0,18 |
| 235 | 0,8 | 20 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,12 | 0,05 | 0,03 |
| 236 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 237 | 4 | 70 | 3,6 | 1,8 | 1,2 | 2,27 | 1,00 | 0,63 |
| 238 | 5,2 | 90 | 8,4 | 5,4 | 4,4 | 7,06 | 4,05 | 3,12 |
| 239 | 3,6 | 65 | 7,2 | 4,2 | 2,8 | 4,15 | 2,25 | 1,47 |
| 240 | 6,4 | 75 | 6 | 3,6 | 2 | 6,49 | 3,75 | 1,86 |
| 241 | 2,2 | 35 | 3,6 | 4,8 | 4 | 1,34 | 1,71 | 1,44 |
| 242 | 1,2 | 30 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 0,39 | 0,28 | 0,23 |
| 243 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 244 | 0,6 | 15 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,09 | 0,08 | 0,05 |
| 245 | 4,8 | 65 | 3,6 | 3 | 2,8 | 3,09 | 2,53 | 2,24 |
| 246 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 247 | 1 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1,12 | 0,48 | 0,29 |
| 248 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|-----|-------|------|------|
| 249 | 2,2 | 10 | 12 | 6 | 4 | 5,42 | 2,36 | 1,44 |
| 250 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 251 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 252 | 2 | 20 | 8,4 | 4,2 | 0,8 | 6,14 | 2,63 | 0,45 |
| 253 | 0,4 | 5 | 2,4 | 1,2 | 0,8 | 0,15 | 0,06 | 0,04 |
| 254 | 1 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1,12 | 0,48 | 0,29 |
| 255 | 1 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1,12 | 0,48 | 0,29 |
| 256 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 257 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 258 | 1 | 15 | 3,6 | 3 | 2 | 0,58 | 0,48 | 0,29 |
| 259 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 0,06 | 0,02 | 0,04 |
| 260 | 1,8 | 5 | 10,8 | 5,4 | 3,6 | 4,07 | 1,78 | 1,09 |
| 261 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 262 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 263 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 264 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 265 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 266 | 0,4 | 10 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| 267 | 9,4 | 235 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 2,99 | 1,94 | 1,61 |
| 268 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 269 | 1,6 | 35 | 3,6 | 1,8 | 1,6 | 1,03 | 0,45 | 0,38 |
| 270 | 6 | 75 | 9,6 | 5,4 | 3,6 | 10,58 | 5,32 | 3,27 |
| 271 | 3,6 | 60 | 8,4 | 2,4 | 2 | 4,94 | 1,26 | 0,98 |
| 272 | 3,4 | 85 | 1,2 | 2,4 | 1,6 | 0,56 | 1,06 | 0,66 |
| 273 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 274 | 1 | 25 | 1,2 | 1,2 | 0,8 | 0,09 | 0,14 | 0,08 |
| 275 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 276 | 1 | 20 | 3,6 | 1,8 | 2 | 0,54 | 0,24 | 0,29 |
| 277 | 12,2 | 180 | 4,8 | 4,8 | 3,2 | 10,16 | 8,98 | 5,73 |
| 278 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 279 | 2,6 | 35 | 7,2 | 3,6 | 2,4 | 3,25 | 1,48 | 0,92 |
| 280 | 1,2 | 30 | 2,4 | 1,8 | 1,2 | 0,39 | 0,22 | 0,16 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 281 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 282 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 283 | 2,8 | 65 | 4,8 | 2,4 | 1,6 | 2,29 | 0,97 | 0,57 |
| 284 | 0,2 | 5 | 1,2 | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 285 | 1,4 | 20 | 4,8 | 4,2 | 2,8 | 1,17 | 1,02 | 0,62 |

Anexo 8.16 Parcelas de erosión

