



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación del proceso de erosión en laderas bajo
diferente sistema de cobertura vegetal en el
municipio de Boaco 2008**

AUTORES

Br. Karla Francisca Olivas Mejía

Br. Janny Luxy Torrez Robles

ASESORES

Ing. Gerardo Murillo Malespín

Ing. Víctor Calderón Picado

**Sometido a la consideración del excelentísimo tribunal examinador como requisito
parcial para optar al título de ingeniería agrícola para el desarrollo sostenible.**

**Managua, Nicaragua
Marzo, 2010**



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL

AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación del proceso de erosión en laderas bajo
diferente sistema de cobertura vegetal en el
municipio de Boaco 2008**

AUTORES

Br. Karla Francisca Olivas Mejía

Br. Janny Luxy Torrez Robles

ASESORES

Ing. Gerardo Murillo Malespín

Ing. Víctor Calderón Picado

Sometido a la consideración del excelentísimo tribunal examinador como requisito parcial para optar al título de ingeniería agrícola para el desarrollo sostenible.

Managua, Nicaragua

Marzo, 2010

DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso por ser la luz en mi camino a la Virgen María por guiarme espiritualmente en cada momento y darme fortaleza para lograr la culminación de mis estudios.

A mis abuelos Carlos Alberto Mejía y Juana Ubalda Matute Pérez que siempre estuvieron presentes apoyándome.

A ti abuelita que físicamente hoy no estas conmigo pero siempre estarás en mi corazón y en mi mente y que sin tu valioso apoyo este logro no hubiese sido posible.

Descansa en paz.

A mi tía Imara del Socorro Mejía Matute por darme cariño, apoyo incondicional durante mi carrera, motivo por el cual me sirvió de inspiración a seguir mi meta.

A mis padres Ana Luisa Mejía Matute y José Ramón Olivas Carrasco por su comprensión y sacrificio en el tiempo de duración de mis estudios, a sus consejos y oraciones que me permitieron hoy en día seguir adelante en la culminación de mi carrera.

Karla Francisca Olivas Mejía

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me distes la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mi mamá Nidia Robles quien confió en mí; comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ella. Porque gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar la más grande de mis metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

Janny Luxy Torrez Robles

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria, una Institución formadora del capital humano por haberme brindado esta oportunidad.

A mis asesores Gerardo Ulises Murillo Malespín y Víctor Calderón Picado por su gran apoyo y dedicación.

A todas aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado brindándome consejos y estar pendientes en cada momento de mi formación profesional.

A mi compañera de trabajo Janny Luxy Torrez por el tiempo de estudio.

Gracias a todos y todas.

Karla Francisca Olivas Mejía

AGRADECIMIENTOS

Gracias Ing. Gerardo Murillo e Ing. Víctor Calderón por apoyarme durante la realización de este trabajo y darme la oportunidad de crecer como profesional.

Ing. Adriana Sánchez porque eres de esa clase de personas que todo lo comprende y das lo mejor de si misma sin esperar nada a cambio, porque sabes escuchar y brindar ayuda cuando es necesario.

Gracias Aracelly Molina por apoyarme en todo momento para que este día llegara y a ti, Pedro López por haberme ayudado y hacer que los tiempos difíciles no fueran tan malos con tu buen humor.

Janny Luxy Torrez Robles

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3.1 Ubicación y fecha del estudio.....	3
3.1.1 Información de la zona.....	3
3.2 Información del área experimental.....	3
3.2.1 Geografía.....	3
3.3 Diseño metodológico.....	3
3.4 Manejo del ensayo.....	4
3.4.1 Etapa de campo.....	4
3.4.2 Etapa de laboratorio.....	5
3.4.3 Etapa de documentación.....	5
3.5 Datos evaluados.....	5
3.5.1 Levantamiento altimétrico.....	5
3.5.2 Propiedades físicas y químicas de suelo.....	5
3.6 Ecuación universal de pérdidas de suelo original y revisada USLE/RUSLE....	7
3.6.1 USLE.....	7
3.6.2 RUSLE.....	8

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1. Proceso de erosión.....	11
4.1.1. Pérdida de suelo y escurrimiento.....	11
4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo.....	12
4.3. Proceso de erosión hídrica en el municipio de Boaco.....	12
4.4. Factor erodabilidad del suelo K.....	25
4.5. Factor longitud y gradiente de la pendiente L y S.....	28
4.6. Factor de cobertura vegetal C.....	29
4.7. Factor del método de control de erosión P.....	30
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. LITERATURA CITADA.....	33
VIII. ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Ciclo de siembra, 2008.....	4
2. Métodos para el análisis químico y físico de las muestras de suelo.....	6
3. Características externas del suelo y la pendiente en el área de estudio.....	13
4. Pérdidas de suelo reales y potencial anual para cada tratamiento, finca la bombilla Boaco, 2008.....	24
5. Índice de erodabilidad para el ciclo de primera	25
6. Índice de erodabilidad para el ciclo de postrera	26
7. Factor longitud y gradiente de la pendiente, con la ecuación USLE.....	27
8. Factor longitud y gradiente de la pendiente, con la ecuación RUSLE.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Precipitación mensual en el municipio de Boaco 2008.....	12
2. Tratamiento con cobertura vegetal de pasto <i>Hyparrhenia rufa</i> en la finca la bombilla, Boaco, 2008.....	14
3. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> - maíz <i>Zea mays</i> L. en la finca la bombilla, Boaco, 2008.....	16
4. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol- maíz- pasto <i>Phaseolus vulgaris</i> - <i>Zea mays</i> L - <i>Hyparrhenia rufa</i> en la finca la Bombilla Boaco, 2008.....	18
5. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> - maíz <i>Zea mays</i> L. en la finca la bombilla, Boaco, 2008.....	20
6. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol - pasto <i>Phaseolus vulgaris</i> - <i>Hyparrhenia rufa</i>	22
7. Cobertura vegetal de pasto - frijol- maíz,(La bombilla Boaco, 2008).....	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Nomograma de erodabilidad del suelo.....	34
2. Perfiles de las parcelas.....	35
3. Resultado de los análisis físicos de suelo de las parcelas de erosión, Boaco 2008.....	36
4. Resultado de los análisis químicos de suelo de las parcelas de erosión, Boaco 2008....	37
5. Descripción de perfil de suelo en el área experimental.....	38
6. Determinación pérdida de suelo y escurrimiento superficial de la parcela 3.....	39
7. Parcela 1 con cobertura vegetal de pasto USLE/RUSLE.....	40
8. Parcela 2 con cobertura vegetal de pasto USLE/RUSLE.....	42
9. Parcela 6 con cobertura vegetal de pasto USLE/RUSLE.....	44
10. Parcela 9 con cobertura vegetal de pasto USLE/RUSLE.....	45
11. Parcela 3 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	46
12. Parcela 4 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	47
13. Parcela 5 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	48
14. Parcela 7 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	49
15. Parcela 8 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	50
16. Parcela 9 con cobertura vegetal de frijol USLE/RUSLE.....	51
17. Parcela 3 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	52
18. Parcela 4 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	53
19. Parcela 5 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	54
20. Parcela 6 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	55
21. Parcela 7 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	56
22. Parcela 8 con cobertura vegetal de maíz USLE/RUSLE.....	57
23. Factor de método de control de la erosión “ P ”.....	58
24. Análisis del coeficiente de correlación.....	58

RESUMEN

El proceso de erosión es uno de los procesos de degradación de suelos más importantes en muchos países. En Nicaragua ha sido estudiado sistemáticamente en los últimos años en el departamento de Boaco, municipio de Boaco mediante el uso de parcelas de escurrimiento. Las parcelas se encontraron ubicadas en rango de pendientes 20 a 44 % en un suelo Typic Argiustol, se establecieron 9 parcelas con un manejo de rotación de cultivo única con cubiertas vegetal con tres y seis repeticiones; pasto (*Hyparrhenia rufa*), maíz (*Zea mays* L), y frijol (*Phaseolus vulgaris*). La estimación de las pérdidas observadas fue comparada con los modelos de la ecuación universal de pérdida de suelo y la ecuación universal revisada (USLE y RUSLE). Los resultados obtenidos determinan que la cubierta vegetal de pasto para el ciclo de primera fue la que presentó el menor promedio de pérdida de suelo y escurrimiento superficial con 5.93 t/ha y 122.71 m³/ha seguido de frijol con 9.06 t/ha y 296.72 m³/ha, para el ciclo de postrera quien presentó el menor promedio de pérdida de suelo y escurrimiento fue el cultivo de maíz con 5.30 t/ha y 240.98 m³/ha, seguido de pasto con 6.03 t/ha y 270.01 m³/ha. La cubierta vegetal de pasto tanto para el ciclo de primera como para postrera se encontraba establecido en tres parcelas en comparación con los demás tratamientos que estaban en seis parcelas, es por eso que vemos para el ciclo de postrera que es el pasto que presenta el mayor promedio de pérdida de suelo.

ABSTRACT

The process of erosion is one of the processes most important land degradation in many countries. In Nicaragua has been studied systematically in recent years in the department of Boaco Boaco municipality using erosion plots. The plots were found on range of remaining challenges 20 to 44% in soil Typic Argiustol, 9 plots were established with a crop rotation management to cover only three repetitions; grass (*Hyparrhenia rufa*), maize (*Zea mays L*), and bean (*Phaseolus vulgaris*). The estimated loss was observed compared with the models of equation universal soil loss equation and revised universal (USLE and RUSLE). The results determine that the vegetation cover of grass for the first season was the one with the lowest average soil loss and runoff with 5.93 t / ha and 122.71 m³ / ha followed by beans with 9.06 t / ha and 296.72 m³ / ha during the second season who presented the lowest average soil loss and runoff was the cultivation of maize 5.30 t / ha and 240.98 m³ / ha, followed by pasture with 6.03 t / ha and 270.01 m³ / ha. The grass cover both the first season to season was established in three plots compared with treatments that were demos in six plots, which is why we see for the second season which is the grass that has the highest average soil loss.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el conocimiento de la erosión hídrica es la información más importante y afecta aproximadamente 1,093 millones de hectáreas (56 %) del área total afectada por degradación de suelo inducida por el hombre. Según la FAO (2002).

En la estimación de este proceso degradativo, en términos de pérdida de suelo, se han desarrollado y diseñado una serie de procedimientos y modelos. El modelo de mayor aplicación es el que utiliza la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE), la cual considera en su análisis que el proceso erosivo de un área es el resultado de la interacción de factores naturales (lluvia, suelo y topografía) y del impacto de factores influenciados por el hombre directamente (uso y manejo de la tierra).

La aplicación de la USLE (Ecuación Universal de Perdida de Suelo) fue publicada en la década de 1960 y se ha desarrollado para las tierras con cultivo (Wischmeier y Smith, 1965). Más tarde se extendió para otros usos de la tierra (Wischmeier y Smith, 1978, Dissmeyer y Foster, 1980). La RUSLE (Ecuación universal de pérdida de suelo revisada) fue lanzada a mediados del 2003 (Renard et al, 1997, USDAARS - NSL 2003). Se aplica a cualquier uso de la tierra con minerales expuestos del suelo.

En Nicaragua se han realizado varios estudios en la zona pacífico, pero muy pocas investigaciones se han desarrollado en el resto del país, la zona central se caracteriza por poseer un material superficial que se erosiona en grandes cantidades durante las lluvias torrenciales. La capacidad de los cauces muchas veces es insuficiente, por lo que, a menudo, las ciudades y poblados sufren inundaciones. Las zonas más afectadas por problemas de inestabilidad de laderas son la cadena volcánica y las regiones montañosas del norte y centro de Nicaragua. (INETER 2005).

El objetivo de este trabajo es estimar las tasas de erosión en la zona central del país, en el municipio de Boaco, mediante el uso de parcelas de escurrimiento, así como su estimación mediante el uso de dos modelos matemáticos como USLE y RUSLE. Ya que son una herramienta central y determinante en la medición de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria, dado que la propia pérdida de la masa de suelo reduce el potencial productivo de los suelos y de las unidades productivas.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las pérdidas de suelo por erosión hídrica del suelo bajo diferente sistema de cobertura vegetal (frijol, maíz y pasto), mediante el uso de parcelas de escurrimiento, en el municipio de Boaco durante la época lluviosa del 2008.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar las pérdidas de suelo mediante la utilización de dos modelos matemáticos (USLE y RUSLE).

Analizar el efecto de la intensidad de la lluvia en el proceso de erosión hídrica del suelo y los factores que afectan el escurrimiento superficial.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y fechas del estudio

3.1.1. Información de la zona

a. Geografía. El municipio de Boaco esta ubicado a 89km. de Managua entre las coordenadas 12° 28' de latitud norte y 85° 40' de longitud oeste, tiene una elevación entre 300 – 500 msnm.

b. Clima. El clima es variado, con la clasificación de Koppen (A) es considerado como trópico húmedo de sabana de vegetación, de bosque a tropical de selva, llegando a tener temperaturas entre 27 y 30 °C en época de verano, logrando alcanzar una temperatura mínima de 18 °C en el mes de diciembre. Las precipitaciones pluviales oscilan entre 1,200 y 2,000 mm al año.

c. Suelo. El lugar de estudio presenta suelos de orden molisol; sub orden Ustol; gran grupo Argiustol; sub. Grupo Typic Argiustol. Es un suelo desarrollado sobre un horizonte Molico, con presencia de cutáneo (partículas de arcilla iluvial) en el horizonte Argílico. (Méndez N. et al 2007). (Ver anexo 8.5).

3.2. Información del área experimental

3.2.1. Geografía

El área experimental se ubica al oeste de la ciudad de Boaco, en el barrio la bombilla que limita con la parte rural de la ciudad entre las coordenadas 12° 28' 1.667" de latitud norte y 85° 40' 13.33" de longitud oeste y presenta una pendiente entre 20 y 44 %, sus elevaciones están entre 345 y 374 msnm.

Dicha área experimental ha estado siendo evaluada desde el 2006, 2007 y 2008 como parte de un programa de investigación de mediano plazo y tiene planificado en el tiempo la evaluación y comportamiento de determinados factores que responden a la redistribución de las partículas del suelo y el impacto del escurrimiento en el proceso de erosión de suelo.

Nuestra investigación esta dividida en tres etapas; campo, laboratorio y documentación, iniciando la primera y segunda etapa en el mes de mayo del 2008 culminando en el mes de enero de 2009, y la tercera etapa iniciamos en febrero del 2009 culminando en el mes de diciembre del mismo año.

3.3. Diseño metodológico

Se utilizó la metodología de parcelas de escurrimiento, realizando un análisis descriptivo de los resultados obtenidos del estudio dispuestos de la siguiente manera:

Se establecieron 3 tratamientos distribuidos en 9 parcelas de escurrimiento, el primer tratamiento correspondió a pasto (*Hyparrhenia rufa*) con 3 repeticiones, el segundo tratamiento frijol (*Phaseolus vulgaris*) y el tercer tratamiento maíz (*Zea mays* L.) con 6 repeticiones, así como rotación única en las parcelas con cobertura vegetal anual.

Cuadro 1. Ciclo de siembra, 2008

Tratamiento	Parcelas	Ciclo de primera	Ciclo de postera
T1	1,2,6,9	Pasto	Pasto
T2	3,4,5	Frijol	
	7,8,9	Frijol	
T3	3,4,5		Maíz
	6,7,8		Maíz

3.4. Manejo del ensayo

El experimento se realizó en condiciones naturales, dividido en tres etapas; campo, laboratorio y etapa de escritorio.

3.4.1. Etapa de campo

Parcelas de escurrimiento

Las parcelas de escurrimiento se reestablecieron en los últimos días del mes de mayo del 2008, cada parcela media 50m de largo en dirección a la pendiente dominante del terreno y 15m de ancho perpendicular a la pendiente del mismo, obteniendo un total de área útil de 750m², el contorno de la parcela se demarcó con plástico enterrado 15cm, con el fin de evitar la entrada o salida de escurrimiento y sedimentos. Al pie de cada parcela se colocó un canal de plástico pvc recolector de forma rectangular, cuyas dimensiones son de 6 pulgadas de ancho con una longitud de 15m de largo, que conecta a dos tanques plásticos los que al final reciben los sedimentos en cada evento lluvioso.

La recolección de muestras se realizó después de cada evento lluvioso extrayendo del tanque una muestra de alícuota (agua + suelo) equivalente a 1litro de sedimentos totalmente codificado con su parcela, fecha y número de tanque. Cada muestra fue identificada en correspondencia a la fecha del evento lluvioso, parcela y tanque de procedencia.

Cobertura vegetal y Manejo

Para medir el porcentaje de cobertura vegetal en los cultivos establecidos (frijol, maíz y pasto) se utilizó un marco de 1m² que en su diseño contaba con unas rejillas que formaban cuadrículas de 100cm² y en cada uno de sus vértices se tomaba como punto de observación, obteniendo para cada muestreo un total de 100 observaciones por metro cuadrado.

a. Pasto: se estableció pasto jaragua, en las parcelas (1,2,6 y 9), donde las parcelas 1 y 2 fueron establecidas para el ciclo de primera y postrera, en cambio la parcela 6 se estableció en el ciclo de primera y la parcela 9 fue establecida para el ciclo de postrera, no se realizaron labores culturales en este tratamiento.

b. Frijol: se estableció en el ciclo de primera un total de seis parcelas de erosión (3, 4, 5, 7, 8,9) la variedad sembrada fue INTA ROJO, la fertilización consistió en una sola dosis de fertilizante completo triple 15 a los 7 Dds, se le aplicaron tres fumigaciones con cipermetrina a los 1-13-26 Dds, se deshierbo dos veces a los 11-30 Dds. La cosecha se realizó en la segunda semana de agosto.

c. Maíz: se estableció en el ciclo de postrera un total de seis parcelas de erosión (3,4,5,6,7,8,) Con la variedad NB6, la fertilización consistió en una sola aplicación de completo triple 15 a los 22 Dds, se aplicaron dos fumigaciones de cipermetrina a los 1,2 Dds, se deshierbo a los 15-30 Dds. La cosecha se realizó en la primera semana de diciembre.

3.4.2. Etapa de laboratorio

En esta etapa se realizaron los análisis físicos y químicos de las muestras recolectadas como: el volumen de agua, peso de suelo seco, gramos de suelo de los sedimentos para determinar cantidad de suelo (g), separación de partículas de suelo en porcentaje (arena, limo y arcilla), humedad (%), y análisis químicos para determinar contenido de macro nutrientes, materia orgánica (%), CIC, y pH.

3.4.3. Etapa de documentación

Se analizó la información obtenida a través de los cálculos, consultándose bibliografías afines al tema, y se redactó el escrito del documento, última etapa de nuestra tesis.

3.5. Datos evaluados

3.5.1 Levantamiento del relieve

En el año 2007 fue realizado un levantamiento del relieve en el área de estudio (Méndez N. et al), donde se obtuvieron datos del porcentaje y forma de las pendientes. Estos datos fueron tomados para nuestro estudio.

3.5.2. Propiedades físicas y químicas del suelo

Se procedió a extraer muestras de suelo en tres momentos diferentes: al inicio del ciclo de primera, al final del ciclo de primera e inicio del ciclo de postrera (cañícula) y al final del ciclo de postrera, con un barreno de espiral a una profundidad de 0 – 20cm. Extrayendo 3 muestras por parcela, en la parte alta, media y baja. El número de parcelas es 9 para un total de 27 muestras que luego fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria (UNA) donde se le realizaron análisis físicos y químicos del suelo los cuales tenemos:

Cuadro 2. Métodos para el análisis químico y físico de las muestras de suelo

Análisis	Método	Descrito por
% de humedad	Suelo secado en el horno	Proceso utilizado en LABSA
Textura	Pipeta de Robinsón	(kilmer y Alexander, 1949)
Materia orgánica	Walkley-back	(walkley-black, 1934)
Nitrógeno total	digestión kjeldahl	(Bremner y Mulvaney, (1982)
Fósforo disponible	Olsen modificado	(Thien y Myers, 1992)
Potasio disponible	Olsen modificado	(Thien y Myers, 1992)
Micro nutriente (hierro, cobre, manganeso y zinc)	Olsen modificado	(Thien y Myers, 1992)
Nutrientes esenciales (K, Ca, Mg, Na)	Walkley-Back	(Nelson y Sommers, 1996)
Bases intercambiables	Extracción en acetato de amonio 1N, pH 7	(IGAC, 1973)
Capacidad de intercambio Catiónico	Extracción en acetato de amonio 1N, pH 7	(IGAC, 1973)

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

3.6.1. USLE

Cuantifica la erosión potencial 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. [t/ha/año].

R = Factor lluvia (Erosividad). Es el número de unidades del índice de erosión (Unidades EI) en el período considerado. El índice de erosión es una medida de la fuerza erosiva de una lluvia específica. [MJ/ha*mm/hr].

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 22.13m. [t/ha.MJ*ha/mm*hr].

L = Factor longitud de la pendiente. Es la relación entre el suelo perdido en un suelo con cierta longitud en el campo y aquel de una longitud de 22.13m con el mismo tipo de suelo y grado de pendiente. Metros.

S = Factor grado de la pendiente. Es la relación entre el suelo perdido en un suelo con cierto grado de pendiente en el campo y aquel de una pendiente de 9 % con el mismo tipo de suelo y longitud de pendiente. Adimensional.

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

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

3.6.2. 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.

Es la ecuación más aceptada en la actualidad, y esta predice las pérdidas de suelo debido a procesos erosivos, especialmente de origen hídrica. La RUSLE también está adaptada para la estimación de pérdidas de suelo en otros países, según se explica a lo largo de la descripción de los elementos de la ecuación (Kirkby y Morgan, 1984). Y se define matemáticamente de la siguiente forma:

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

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 practicas 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 período 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 el cálculo de la erosividad de la lluvia en el área de estudio se utilizó una estación meteorológica la que registraba las precipitaciones cada 10 y 5 minutos, y la temperatura del ambiente, obteniendo como resultado la precipitación caída en todo el año. Posteriormente se procedió a realizar los cálculos de intensidad de la lluvia por intervalo de 30, minutos.

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 para cada lectura en la estación (5 y 10 minutos)

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.

El factor de erodabilidad del suelo se calcula con la ecuación del nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999). Ver anexo 8.1. Y con la ecuación 100K de la RUSLE.

$$100K = 2.1 * (M^{1.14} / 10\ 000) * [(12-a) + 3.25 (b-2) + 2.5(c-3)]$$

Donde:

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

M=Limo + arena muy fina

a= MO

b= Clase de estructura

c= Permeabilidad

En cuanto a la obtención del valor de erodabilidad del suelo se tomaron muestras de suelos a una profundidad de 0 – 20cm, tanto en la parte alta, media y baja de cada una de las parcelas de escurrimiento y se procedió a realizar su análisis a nivel de laboratorio, la obtención de los factores de textura (arena muy fina, $\phi \geq 0.075$ - 0.10mm; arena gruesa, $\phi \geq 0.10$ – 2.0mm; limo $\phi \geq 0.002$ -0.005mm), materia orgánica, estructura del suelo a nivel de campo y la permeabilidad.

El factor K depende de cinco parámetros:

- El porcentaje de limo, con diámetros entre 0.002 – 0.05mm, más el porcentaje de arena muy fina de 0.05 – 0.10mm. El porcentaje de arena gruesa de 0.10 - 2.0mm
- El porcentaje de materia orgánica (%).
- La estructura del suelo, esta caracterizada en los siguientes términos: granular muy fina, granular fina, granular media o gruesa.
- 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 y longitud de pendiente mayor será la erosión del suelo. Un aumento del ángulo 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 escurrimiento 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 [metros]

m = Exponente de la longitud de la pendiente

22.13 = Longitud de parcela unitaria RUSLE

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:

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

$$\beta = \{(\sin \theta / 0.0896) / (3.0 (\sin \theta)^{0.8} + 0.56)\} * r$$

r = Coeficiente igual a: 0.5; en tierras forestales o pastizales; 1.0 en terrenos agrícolas; y 2.0 en sitios de construcción.

Inclinación de la pendiente (S)

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

$$S = 10.8 * \sin \theta + 0.03 \quad \text{Cuando } P < 9 \%$$

$$S = 16.8 * \sin \theta - 0.5 \quad \text{Cuando } P > 9 \%$$

S = Factor de inclinación de pendiente

θ = Ángulo de pendiente [°]

P = Pendiente (%)

Cobertura vegetal (C): está en función del manejo que se realiza en los cultivos, además reduce la tasa de erosión al reducir el impacto de las gotas de lluvia. Depende también del porcentaje de cubierta vegetal que la planta tiene.

Para el estudio lo calculamos a través de un marco que tenía una dimensión de 1m² obteniendo así el porcentaje de plantas que se encontraban en dicha parcela, y posteriormente haciendo una relación con el área total de la parcela.

Prácticas de conservación de suelos (P): se estableció la práctica de conservación al espeque, perpendicular a la pendiente, como cultivo en contorno tanto para el cultivo del frijol como maíz y para el pasto (cultivo permanente) ningún método. Por lo tanto tomamos los valores propuesto por Wischmeier y Smith 1984.

Análisis de los Datos

Pérdidas de suelo y escurrimiento superficial

La recolección de muestras de suelo y agua fue realizada después de cada evento presentado en el área de estudio, tomando una muestra de un litro de alícuota y que posteriormente fue llevada al laboratorio debidamente registrada, para conocer el peso del suelo removido y la cantidad de agua escurrida en cada parcela de estudio: la información de campo obtenida de cada evento en relación a la parcela fueron; localización, altura del volumen de agua más suelo dentro del tanque recolector, fecha de recolección, parcela, tanque de procedencia de la muestra (pequeño o grande), luego la muestra una vez pesada es introducida al horno a una temperatura de 105 ° C y dos días después se sacaba y se procedía a pesarla.(ver anexo 8.6).

En el LABSA luego de procesar la muestra se obtuvo la cantidad de sedimento existente en la muestra, y toda muestra mayor de 10g se procedió a realizar el estudio granulométrico (textura) de los sedimentos removidos por el método de la pipeta de Robinsón, con el fin de determinar cual de las partículas de suelo se estaba perdiendo en mayores cantidades y conocer su textura.

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 interviene en el proceso de erosión como cobertura, pendiente, curvatura del perfil, así como un análisis de coeficiente de correlación en la comparación de los modelos USLE y RUSLE comparando las pérdidas observadas. Ver anexo 8.40

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Proceso de erosión

4.1.1. Pérdidas de suelo y escurrimiento

La cubierta vegetal de pasto para el ciclo de primera fue la que presentó la menor pérdida de suelo y escurrimiento superficial con 17.8 t/ha y 259.24m³/ha seguido de frijol con 54.39 t/ha y 948.38 m³/ha, para el ciclo de postrera quien presentó la menor pérdida de suelo y escurrimiento superficial fue el cultivo de pasto con 18.11 t/ha y 526.43 m³/ha seguido de Maíz con 31.83 t/ha y 1082.76 m³/ha.

4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo

Análisis Físico

El análisis granulométrico de las fracciones del suelo demuestra que la arcilla es la más predominante en el sitio de estudio con un 44.28 % seguido de limo con 33.5 % y arena con 22.21 % la clase textural según el triángulo textural es un suelo con textura arcillosa. (Ver anexo 8.3).

Análisis químico

El análisis realizado nos demuestra que cada uno de los elementos minerales se encuentran concentrado en la parte alta y media del suelo de cada parcela, por lo que este presenta un pH ligeramente ácido con una capacidad de intercambio catiónico alto y una saturación de base; debido a la abundancia de arcilla que contiene el suelo, este goza de moderada fertilidad, (ver anexo 8.4).

4.3. Proceso de erosión hídrica en el municipio de Boaco

La lámina de precipitación acumulada durante el año fue de 1925mm, distribuida en 219 días lluviosos en el año. La mayor concentración de eventos de alta intensidad se presentó entre los meses de mayo a diciembre, donde precipitó una lámina de 1824.2mm que corresponde a un 90 % de los eventos precipitados durante el año.

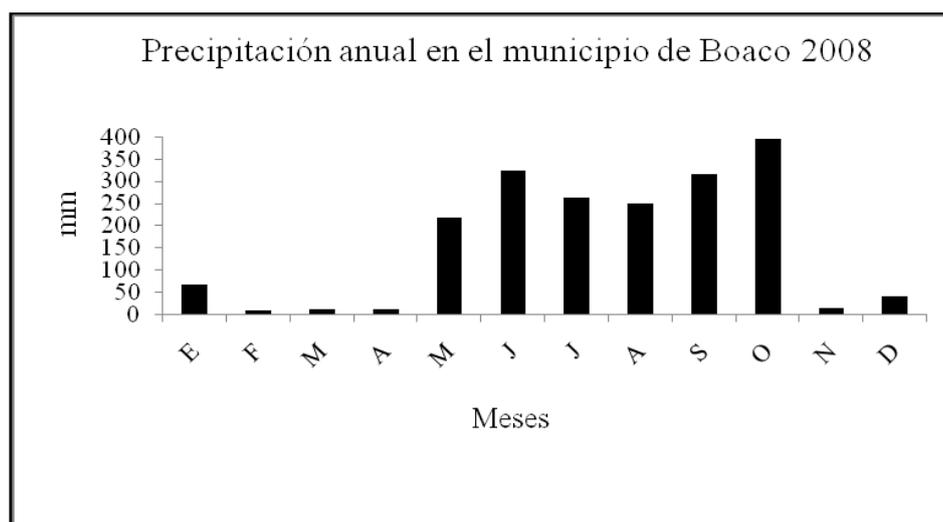


Figura 1. Precipitación anual en el municipio de Boaco 2008.

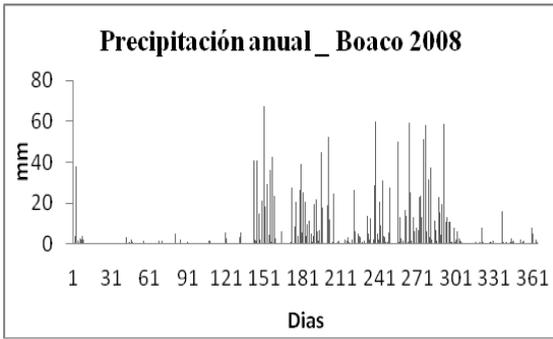
Durante el 2008 se presentaron un total de 219 días húmedos y 146 días secos, la precipitación mensual acumulada fueron las siguientes: (mayo 218.4mm), junio (322.6mm), julio (264mm), agosto (250.6mm), septiembre (315.6mm), octubre (395.6mm), noviembre (14.8mm) y diciembre (42.6mm). (gráfica 1)

Las precipitaciones mensuales acumuladas superior a los 300 mm registrados fueron en los meses de junio, septiembre y octubre, y las menores a los 300 mm en mayo, julio, agosto noviembre y diciembre.

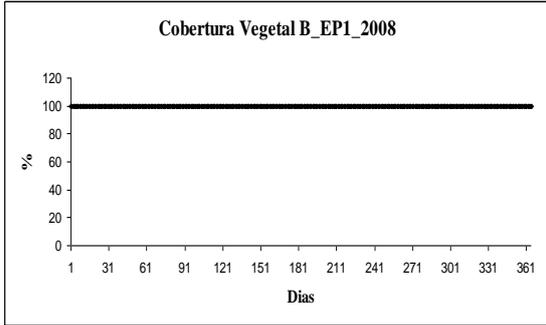
Los tratamientos se establecieron en parcelas de escurrimiento de las cuales su pendiente, perfil y textura del suelo son variables.

Cuadro 3. Características externas del suelo y la pendiente en el área de estudio

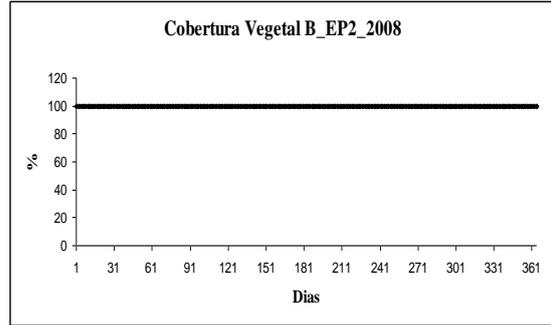
Parcelas	Pendiente %	Perfil	Textura
1 - 2	44 - 41	Cóncavo y convexo	Arcillosa
3 - 4	38 -36	Convexa y curvatura uniforme	Arcilloso y franco arcillosa
5 - 6	32 -21	Cóncava	Arcillosa
7 - 8	20 -22	Cóncava	Arcillosa
9	25	Cóncava	Arcillosa



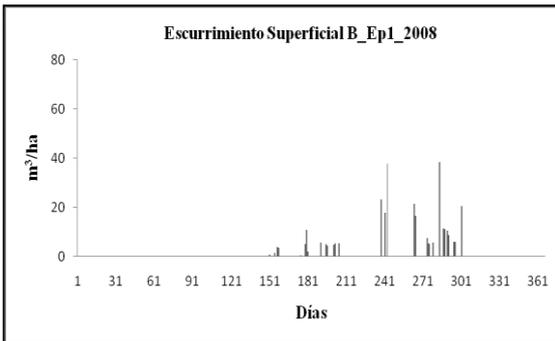
a.1



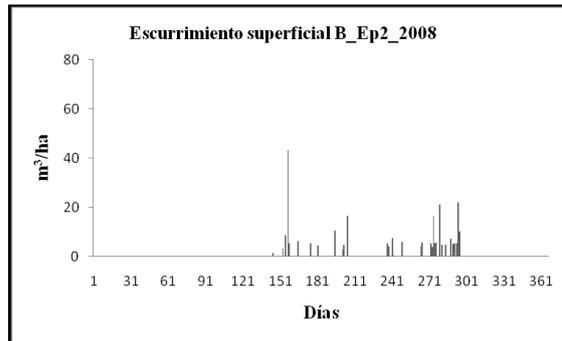
a.2



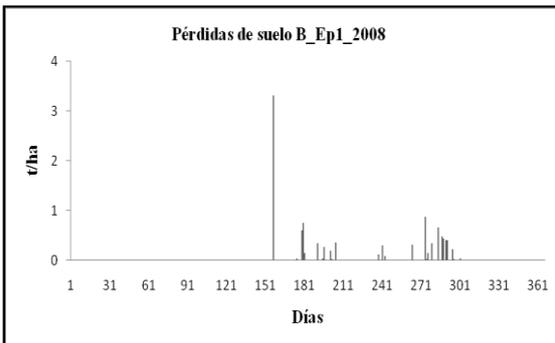
a.3



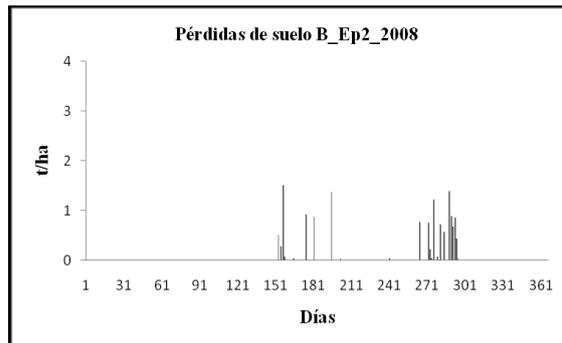
a.4



a.5



a.6



a.7

Figura 2. Tratamiento con Cobertura Vegetal de pasto (*Hyparrhenia rufa*) en la finca la bombilla, Boaco 2008.

La parcela 1 establecida con pasto presentó mayor escurrimiento superficial en diferentes fechas, comprendido del 10 de octubre, día 241 (gráfica a, 4) con 38.40 m³/ha, y su menor escurrimiento fue el 30 de mayo con 0.90 m³/ha Presentando la mayor pérdida de suelo el 5 de junio día 153 (gráfica a, 6) con 3.31 t/ha. Y la menor pérdida fue el 28 de junio con 0.75 t/ha.

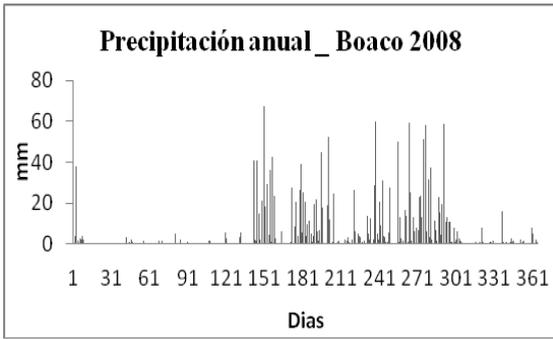
La parcela 2 también establecida con pasto presenta mayor escurrimiento superficial el 5 de junio, día 153 (gráfica a, 5) con 43.13 m³/ha. Siendo el menor escurrimiento el 29 de agosto con 0,61 m³/ha. Su mayor pérdida de suelo se presentó el 5 de junio, día 156 (gráfica a, 7) con 1.51 t/ha siendo su menor pérdida de suelo el 01 de octubre con 0.1 t/ha.

El mayor escurrimiento presentado en la parcela 1 con 38.40 m³/ha no corresponde a la mayor pérdida de suelo con 3.31 t/ha presentada en esta parcela, ya que la precipitación caída provocó un mínimo escurrimiento superficial (gráfica a, 4) debido a que los días anteriores no hubieron precipitaciones y el suelo se encontraba seco y el agua se infiltró, pero el mínimo escurrimiento arrastra las partículas de suelo.

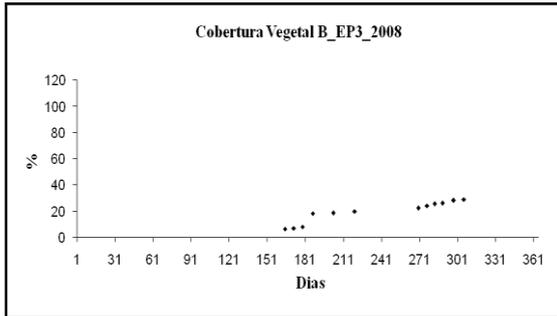
Los mayores escurrimientos presentados en la parcela 2 con 43.13 m³/ha fueron producto de lluvias consecutivas, provocando una saturación hídrica en el suelo, no presentando así mayores pérdidas de suelo con 1.51 t/ha, debido a que el pasto evita el arrastre de partículas.

En las parcelas anteriores es necesario analizar dos fenómenos ocurridos, la parcela 1 presentó su mayor pérdida de suelo cuando hubo una lámina de agua muy alta, pero el escurrimiento fue mínimo en comparación con la parcela 2 que presentó su mayor escurrimiento cuando la parcela 1 presentó mayor pérdida de suelo, pero su mayor pérdida de suelo ocurre mucho después.

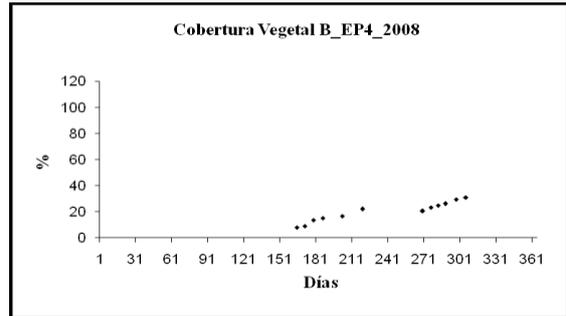
En este caso se debe de hacer referencia al perfil de la pendiente en ambas parcelas, mientras que en la parcela 1 los últimos 10 metros de longitud son uniformes, la parcela 2 en los últimos 10 metros presenta una gradiente de pendiente con un perfil convexo, lo que favorece el escurrimiento superficial.



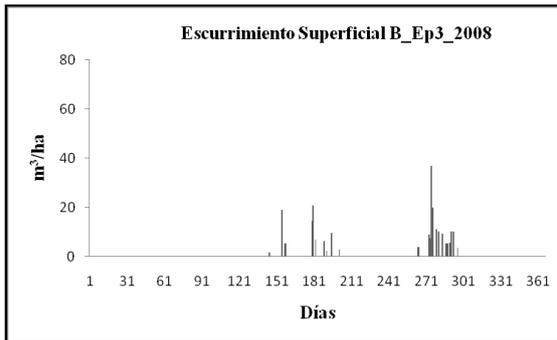
b.1



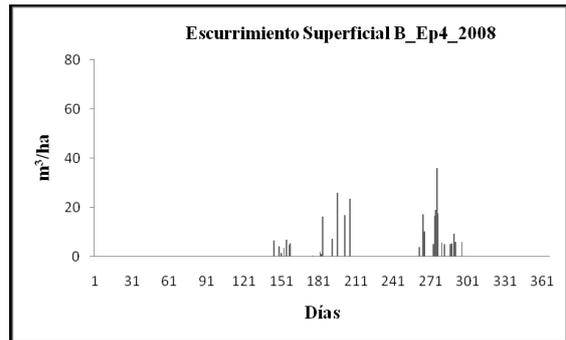
b.2



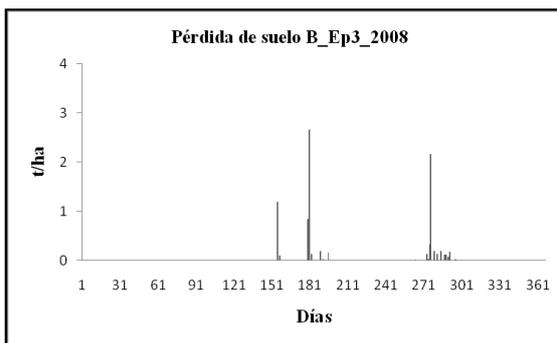
b.3



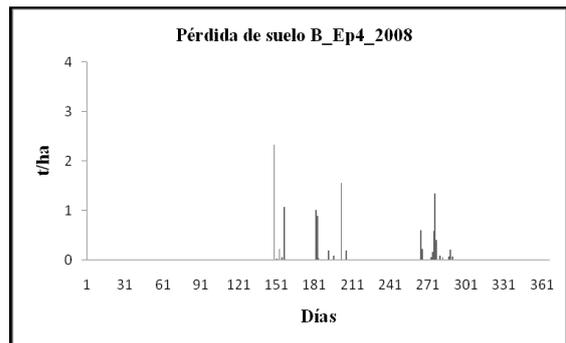
b.4



b.5



b.6



b.7

Figura 3. Tratamiento con Cobertura Vegetal de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) - maíz (*Zea mays* L.) en la finca la bombilla, Boaco 2008.

El mayor escurrimiento superficial en la parcela 3 se presentó el 01 de octubre, día 275 (gráfica b.4), con $36.83 \text{ m}^3/\text{ha}$ siendo el menor escurrimiento el 24 de mayo con $1.85 \text{ m}^3/\text{ha}$ y de igual manera la parcela 4 presentó su mayor escurrimiento el 1 de octubre día 275 con 36

$.07 \text{ m}^3/\text{ha}$ (gráfica b.5), Con una lámina de agua acumulada de 50.8 mm .

Cuando se presentaron los mayores escurrimientos superficiales con $36.83 \text{ m}^3/\text{ha}$ estas parcelas se encontraban establecidas con cubierta vegetal de Maíz, siendo este un mayor protector de suelo que el frijol, debido al porcentaje de cobertura presentado en ambos.

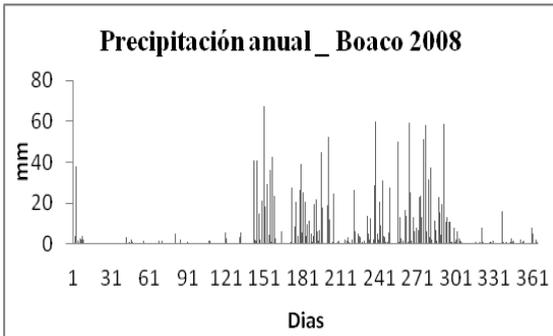
Las mayores pérdidas de suelo en la parcela 3 se presentaron a finales del mes de junio día 180 (gráfica b.6) con $2.67 \text{ t}/\text{ha}$, siendo la menor pérdida de suelo el 06 de junio con $0.01 \text{ t}/\text{ha}$ y la parcela 4 a inicio del mes de julio, día 153 (gráfica b.7), con $2.39 \text{ t}/\text{ha}$, y una menor pérdida de suelo el 23 de junio con $0.01 \text{ t}/\text{ha}$.

Estas parcelas presentaron las mayores pérdidas de suelo con $2.67 \text{ t}/\text{ha}$ y $2.39 \text{ t}/\text{ha}$ cuando ambas estuvieron establecidas con cubierta vegetal de frijol, ya que la parcela 3 y 4 presentaron sus mayores pérdida cuando se encontraba establecida con frijol, esto se debe a los factores que afectan a estas parcelas, cuando presentan menor cubierta vegetal.

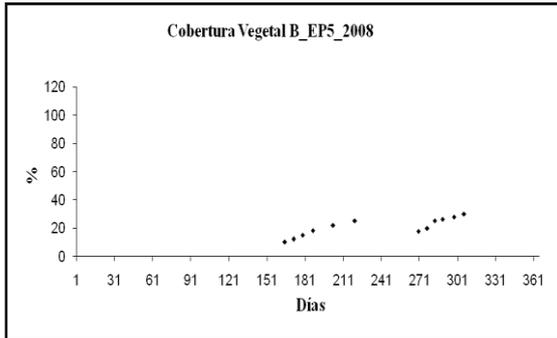
Pero los mayores escurrimientos no se comportaron de la misma manera, ya que ocurrieron cuando estaban establecidas con maíz y este presentó mayor porcentaje de cobertura.

En estas parcelas los factores que afectaron las mayores pérdidas de suelo fueron, la lámina de agua acumulada, pendiente, textura y cobertura vegetal.

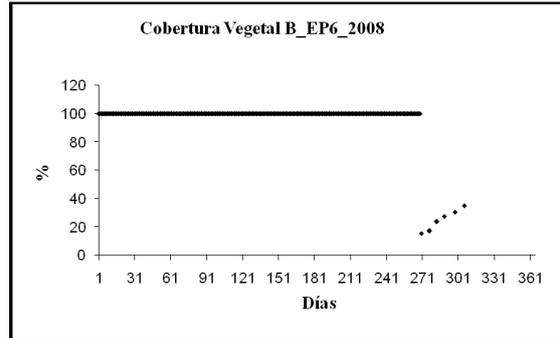
El agua acumulada en el suelo provocó un escurrimiento superficial en ambas parcelas debido al exceso de agua precipitada en días anteriores, provocando una saturación hídrica del suelo y por consiguiente un escurrimiento superficial.



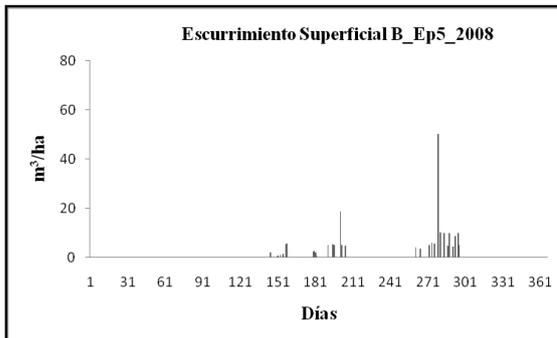
c.1



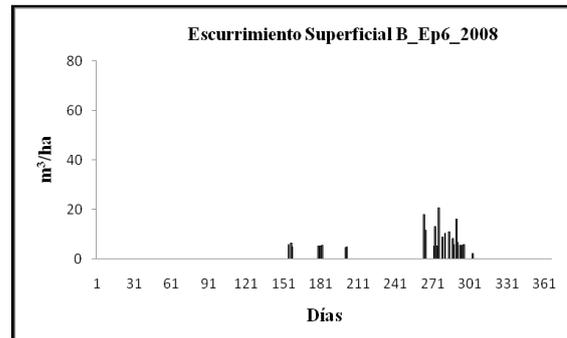
c.2



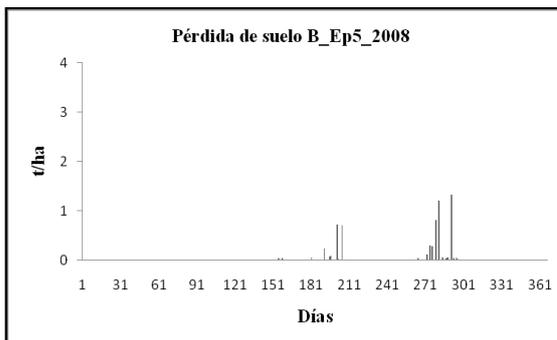
c.3



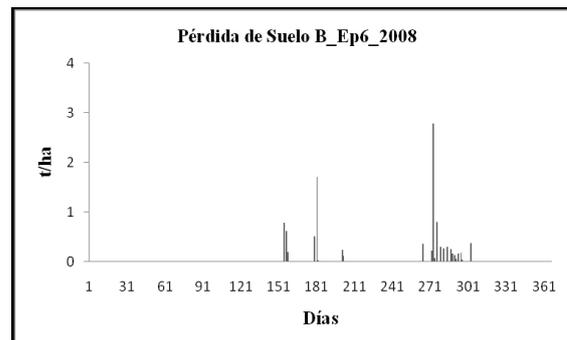
c.4



c.5



c.6



c.7

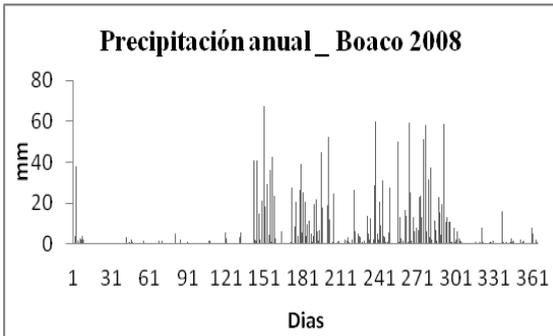
Figura 4. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol-maiz-pasto (*Phaseolus vulgaris* – *Zea mays* L.- *Hyparrhenia rufa*) en la finca la bombilla, Boaco 2008.

La parcela 5 presentó su mayor escurrimiento superficial el 5 de octubre día 276 (gráfica c.4) con 50.32 m³/ha siendo el menor escurrimiento el 30 de junio con 0.57 m³/ha y la parcela 6 el 2 de octubre día 276 (gráfica c.5) con 21 m³/ha y el menor escurrimiento con 2.37 m³/ha el día 29 de octubre.

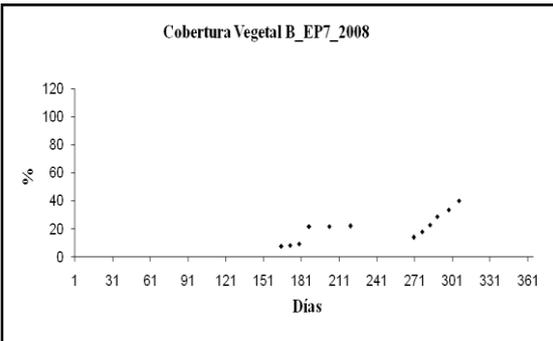
Estas parcelas presentan las mayores pérdidas de suelo, el 7 de octubre día 291 (gráfica c.6) con 1.20 t/ha y 2 de octubre día 273 (gráfica c.7) con 3 t/ha, las menores pérdidas se presentaron el 13 de octubre (gráfica c.6) con 0.04 t/ha y el 01 de octubre con 0.02 t/ha (gráfica c.7).

Las parcelas presentaron sus mayores escurrimientos superficiales cuando se encontraban establecidas con cubierta vegetal de maíz, que fueron donde ocurrieron las mayores láminas de agua acumuladas.

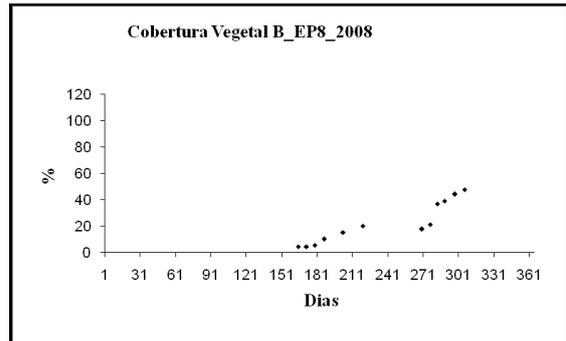
Los escurrimientos y las mayores pérdidas de suelo se presentaron en la cubierta vegetal de maíz (parcela 5) y pasto (parcela 6), esto se debe a dos fenómenos, el primero es debido a las láminas de agua acumulada que días anteriores fueron mínimas o nulas, provocando que el suelo este seco y que al caer una lámina mayor a las anteriores esta se infiltra, pero que hay escurrimiento mínimo y arrastra las partículas de suelo.



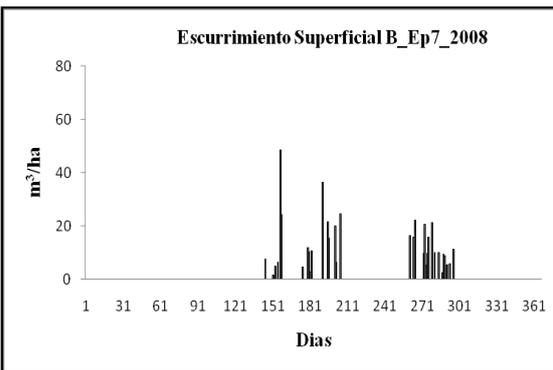
d.1



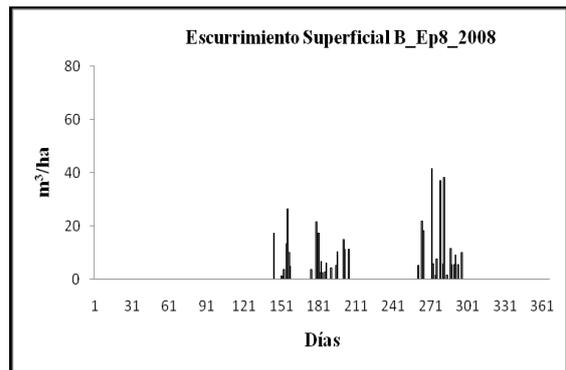
d.2



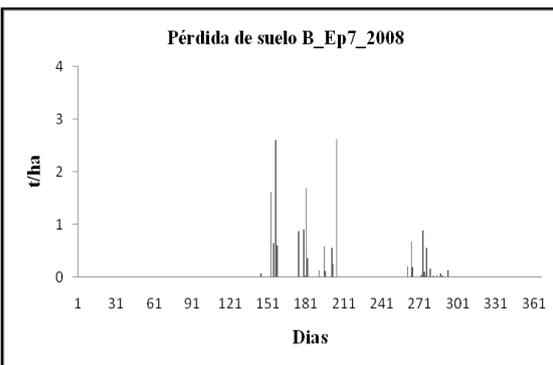
d.3



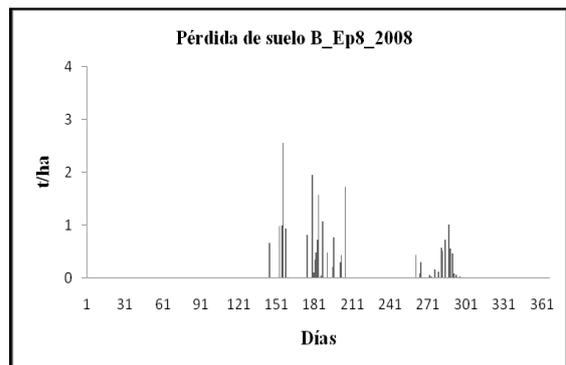
d.4



d.5



d.6



d.7

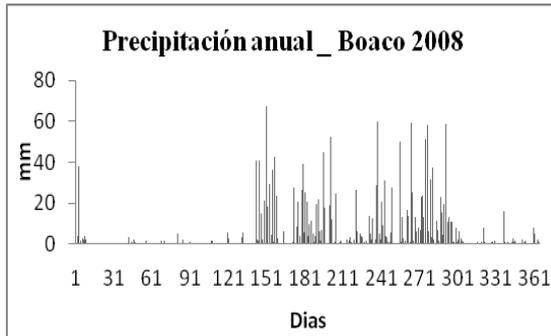
Figura 5. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol (*Phaseolus vulgaris*) - maíz (*Zea mays* L.) en la finca la bombilla, Boaco 2008.

Las parcelas 7 y 8 presentaron sus mayores escurrimientos superficiales el 5 de junio con $49 \text{ m}^3/\text{ha}$ día 157 (gráfica d.4) y el 28 de septiembre con $41.67 \text{ m}^3/\text{ha}$ día 272 (gráfica d.5), sus menores escurrimientos se presentaron el 23 de junio con $4.72 \text{ m}^3/\text{ha}$ para la parcela 7 y el 30 de mayo con $1.36 \text{ m}^3/\text{ha}$, para la parcela 8.

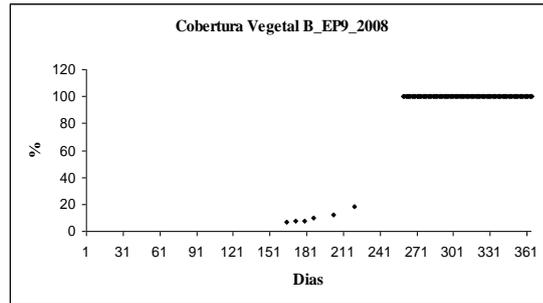
Las mayores pérdidas de suelo se presentaron a inicio del mismo mes de junio, día 157 donde la parcela 7 perdió un total de 2.61 t/ha , (gráfica d.6) y en la parcela 8 (gráfica d.7) se perdieron 2.55 t/ha , las menores pérdidas se presentaron el 9 de julio con 0.14 t/ha , siendo la menor pérdida el 05 de junio con 0.01 t/ha , para la parcela 8.

Los mayores escurrimientos superficiales y las mayores pérdidas de suelo para la parcela 7 se registraron en el mismo mes, cuando se encontraba establecida con cubierta vegetal de frijol.

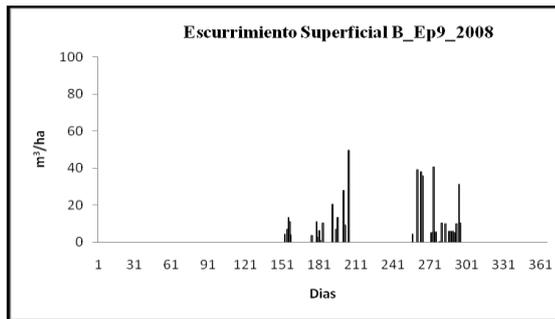
La parcela 8 presenta su mayor pérdida de suelo cuando se encontraba establecida con cubierta vegetal de frijol y su mayor escurrimiento cuando se encontraba establecida con maíz, su mayor pérdida se da por que la cubierta vegetal que cubría esta parcela era muy poca y la precipitación fue alta y es por eso que se pierde mayor suelo, en cambio cuando ocurre su mayor escurrimiento también se presentó una alta precipitación pero que la cubierta vegetal era mayor y esta evitó mayor arrastre de partículas de suelo.



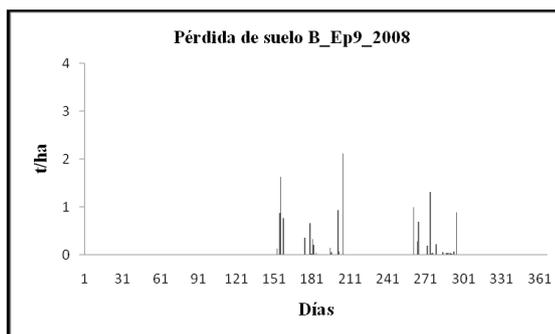
e.1



e.2



e.3



e.4

Figura 6. Tratamiento con cobertura vegetal de frijol - pasto (*Phaseolus vulgaris* - *Hyparrhenia rufa*) en la finca la bombilla, Boaco 2008.

Para esta parcela los mayores escurrimientos se presentaron el 23 de julio, día 205 (gráfica e.3) con 50 m³/ha siendo el menor escurrimiento el 30 de junio con 0.99 m³/ha y el 20 de septiembre, día 264 (gráfica e.3) con 38 m³/ha y el menor escurrimiento se presentó el 05 de octubre con 0.40 m³/ha, la lámina de agua acumulada fue de 24.2 mm y 59.4 mm respectivamente.

Se presentaron las mayores pérdidas de suelo el 23 de julio, día 205 (gráfica e4) con 2.11 t/ha y el 30 de septiembre con 1.32 t/ha. Las menores pérdidas se dieron el 10 de julio con 0.006 t/ha y 28 de junio con 0.02 t/ha.

Esta parcela se encontraba establecida con cubierta vegetal de frijol (gráfica e.2) cuando ocurrieron los mayores escurrimientos y pérdida de suelo, tiene una pendiente de 25 %. Y una textura arcillosa.

El tratamiento 2 con cubierta vegetal de frijol establecido para el ciclo de primera presentó las mayores pérdidas de suelo con 54.39 t/ha, seguido por el pasto el cual la parcela uno y dos estuvieron establecidas durante los dos ciclos, la parcela seis solamente estuvo establecida para el ciclo de primera y la parcela nueve se estableció para el ciclo de postrera llegando a obtener una pérdida de suelo total de 35.91 t/ha y por último el tratamiento 3 que corresponde a la cobertura vegetal de maíz con 31.83 t/ha, cabe destacar que la parcela uno y dos con una cubierta vegetal de pasto estuvieron establecidas tanto para el ciclo de primera y postrera por lo que se realizaron los análisis separándolas por ciclo y obtuvieron las menores pérdidas de suelo en comparación con los demás tratamientos.

Desde el punto de vista de erosión o pérdida de suelo, los resultados que se obtuvieron durante el proceso de estudio suman un total de 122.13 t/ha entre todos los tratamientos, comprendido en un periodo de seis meses en época de lluvia tiempo que duró dicho estudio. A demás podemos decir que la precipitación acumulada y el porcentaje de cubierta vegetal influyen como principal factor en la remoción de partículas ya que obtuvimos las mayores pérdidas de suelo en los primeros días después de la siembra donde el cultivo establecido presenta menor cobertura y ocurrieron las mayores láminas de agua acumulada.

Consideramos importante señalar que la cantidad de muestras recolectadas durante el proceso fueron variables para los diferentes tratamientos siendo así el pasto ocupa el mayor porcentaje de datos tomados (33 %), seguido por el tratamiento frijol (24 %), y en último lugar el maíz (20 %).

Cuadro 4. Pérdida de suelo reales y potencial anual para cada tratamiento finca la bombilla Boaco, 2008.

Tratamiento	Ciclo Primera	Ciclo Postrera	Pérdida de suelo reales t/ha	Pérdida de suelo USLE t/ha	Pérdida de suelo RUSLE t/ha
Pasto	P1	P1	10.58	41.28	17.63
	P2	P2	14.44	36.77	16.54
	P6		5.89	4.14	3.77
		P9	5.00	10.79	7.43
Total			35.91	92.98	45.37
Frijol	P3		5.37	262.751	141.114
	P4		7.71	229.694	127.582
	P5		2.06	226.293	143.151
	P7		13.71	151.875	132.925
	P8		17.14	174.760	163.976
	P9		8.40	149.989	118.165
Total			54.39	1195.362	826.913
Maíz		P3	3.77	598.9	321.6
		P4	8.69	559.43	310.63
		P5	4.39	325.82	206.06
		P6	6.51	233.41	224.60
		P7	3.26	233.40	204.22
Total		P8	5.21	262.72	246.51
			31.83	2213.68	1513.62

El cuadro 4 muestra que las pérdidas de suelo reales en comparación con los dos modelos USLE/RUSLE son menores. Para el tratamiento pasto las pérdidas de suelo reales con el modelo USLE/RUSLE se sobreestiman.

Para los tratamientos frijol y maíz ambos modelos USLE y RUSLE sobreestiman las pérdidas de suelo reales.

El tratamiento que presentó mayor pérdida de suelo real fue el tratamiento 2 frijol, sin embargo en ambos modelos presenta las menores pérdidas en comparación con el tratamiento 3 maíz, esto se debe a que ambos tratamientos estaban establecidos en diferentes ciclos y las precipitaciones fueron mayores en el tratamiento 3, como resultado presentaron distinta erosividad, así como también diferente cobertura vegetal. (Ver anexos 8.7 – 8.38).

El análisis de correlación entre los modelos USLE, RUSLE y los datos de la pérdida real no se encontró ningún nivel de asociación entre los modelos de predicción y la tasa erosión cuantificada en campo, sin embargo un alto grado de asociación $Pr \geq F \leq 0.0001$ se observó entre los dos modelos de predicción a pesar de tener tasas de erosión diferentes, pero con patrones muy similares.

4.4. Factor erodabilidad del suelo “K”

Esta propiedad del suelo está relacionada al efecto integrado de la lluvia, escurrimiento e infiltración. Es una compleja propiedad que se le entiende como la facilidad con la cual el suelo es desprendido por el salpicamiento, durante una lluvia o por flujo superficial. La erodabilidad del suelo es su vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión. Cuando más erodabilidad mayor porcentaje de erosión.

El factor K dependerá de la información de suelo disponible, y de las características del perfil del suelo en la pérdida de suelo. La determinación requiere de valores de la porción de arena muy fina, MO, por otra parte la permeabilidad y estructura que son parámetros muy subjetivos al perfil del suelo.

Cuadro 6. Índice de erodabilidad para el ciclo de primera

Parcela	MO (%)	Limo + Arena		Permeabilidad	Estructura	Nomograma K	Ecuación 100 K
		muy fina	Arena Gruesa				
1	2.76	36.81	4	moderada	prismática	0.036	0.019
2	3.11	46.86	4	moderada	Prismática	0.031	0.025
3	3.87	50.00	4	moderada	Prismática	0.026	0.025
4	3.89	54.91	3	moderada	prismática	0.022	0.028
5	3.14	49.67	3	moderada	prismática	0.025	0.026
6	3.30	42.63	1	moderada	prismática	0.033	0.022
7	2.91	35.67	1	moderada	prismática	0.038	0.018
8	2.82	37.91	3	moderada	Prismática	0.034	0.019
9	2.60	37.37	3	moderada	Prismática	0.037	0.019

El valor de erodabilidad se obtuvo por medio de la ecuación de regresión 100 k llegando a obtener 9 valores de cada tratamiento de las parcelas establecidas y los valores oscilan entre 0.018-0.028 t/ha.MJ*ha/mm*hr y los valores obtenidos por el nomograma oscilan entre 0.022-0.038 t/ha.MJ*ha/mm*hr.

Cuadro 7. Índice de erodabilidad para el ciclo de postrera

Parcela	MO (%)	Limo+		Permeabilidad	Estructura	Nomograma K	Ecuación (100 k)
		Arena muy fina	Arena Gruesa				
1	3.74	41.76	4.28	moderada	prismática	0.035	0.021
2	2.96	40.78	4.40	moderada	prismática	0.034	0.021
3	3.40	41.76	3.76	moderada	prismática	0.035	0.021
4	3.07	43.31	4.69	moderada	prismática	0.033	0.023
5	3.81	43.45	3.64	moderada	Prismática	0.033	0.022
6	2.76	39.17	2.11	moderada	Prismática	0.034	0.020
7	2.99	35.63	1.64	moderada	prismática	0.040	0.018
8	3.59	37.98	2.50	moderada	prismática	0.038	0.018
9	3.14	34.63	5.19	moderada	Prismática	0.042	0.017

El índice de la erodabilidad del suelo para este ciclo los valores oscilan entre 0.017 – 0.023 t/ha.MJ*ha/mm*hr citado por la ecuación y los valores calculados por el nomograma de Wischmeier oscilan en 0.033 – 0.042. t/ha.MJ*ha/mm*hr.

Los valores de erodabilidad permiten conocer la vulnerabilidad o susceptibilidad de los suelos a ser erosionados ante los efectos causantes de la lluvia, las parcelas establecidas con maíz para este ciclo presentan mayor erodabilidad en comparación cuando estuvieron establecidas con frijol para el ciclo de primera, pero el frijol fue el que presentó mayor pérdida de suelo que el maíz, esto se debe en gran parte por la cubierta vegetal de los cultivos y del manejo agronómico que se le dio a cada uno. Además que para este ciclo las parcelas presenta mayor porcentaje de materia orgánica, con respecto al ciclo de primera, esto nos indica que las partículas de suelo, los poros, la textura, estructura y sus agregados sean más adheridos y permite que el suelo sea más resistente a la erosividad.

4.5. Factor longitud y gradiente de la pendiente LS

El proceso de erosión de suelo se encuentra influenciado en gran parte por la intensidad de la lluvia y la erosividad de los eventos, además de la resistencia que pueda tener el suelo para la infiltración, la cobertura vegetal que se encuentra cubriendo el suelo.

Pero sobre todo tiene una gran importancia la longitud y gradiente de la pendiente siendo este último indicador de gran importancia en condiciones de ladera y el área de estudio se encuentra dentro de la clasificación agro - ecológica como una clase 5, el perfil de la pendiente puede influir de manera directa en el mayor o menor arrastre de partículas del suelo a lo largo de las pendientes.

Cuadro 8. Factor longitud y gradiente de la pendiente con la ecuación USLE

Parcela	Pendiente (%)	Long. USLE (m)	Long. de parcela (m)	Valor "m"	Factor (L)	Factor (S)	Factor (L*S)
1	44	22.13	50	0.5	1.50	14.63	21.99
2	41	22.13	50	0.5	1.50	12.85	19.30
3	38	22.13	50	0.5	1.50	11.19	16.78
4	36	22.13	50	0.5	1.50	10.13	15.20
5	32	22.13	50	0.5	1.50	8.18	12.27
6	21	22.13	50	0.5	1.50	3.88	5.83
7	20	22.13	50	0.5	1.50	3.57	5.36
8	22	22.13	50	0.5	1.50	4.22	6.32
9	25	22.13	50	0.5	1.50	5.27	7.90

En el cuadro 8, podemos observar los resultados de longitud y gradiente de la pendiente en el modelo USLE que tienden a decrecer desde la parcela uno a la nueve, suponemos que las mayores pérdidas de suelo se presentan por lo general en las parcelas que tienen mayores pendiente y gradientes y que al caer la lluvia tendrán menor tiempo para la infiltración pero recordemos que las parcelas que presentaban mayores pendientes se encontraban cubiertas con pasto y no se produjo mayor arrastre de partículas del suelo. (Ver anexo 8.2).

Cuadro 9. Factor longitud y gradiente de la pendiente con la ecuación RUSLE

Parcela	Dif. de punto alto - bajo	Long. RUSLE (m)	Long. de parcela (m)	Valor "m"	Factor (L)	Factor (S)	Factor (L*S)
1	20.6	22.13	50	0.47	1.47	6.39	9.39
2	18.71	22.13	50	0.52	1.53	5.72	8.75
3	16.87	22.13	50	0.67	1.73	5.21	9.01
4	16	22.13	50	0.67	1.73	4.88	8.44
5	15.21	22.13	50	0.66	1.71	4.54	7.76
6	11.75	22.13	50	0.46	1.45	3.36	4.87
				0.63	1.67	3.36	5.61
7	9.89	22.13	50	0.61	1.64	2.86	4.69
8	11.82	22.13	50	0.64	1.68	3.53	5.93
				0.64	1.68	3.70	6.22
9	12.75	22.13	50	0.47	1.47	3.70	5.44

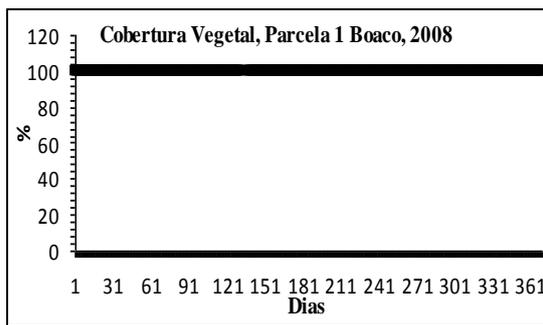
En el cuadro 9, podemos observar los resultados de longitud y gradiente de la pendiente en el modelo RUSLE que varían desde la parcela uno a la nueve.

Para la parcela 6 y 9 presentamos dos valores ya que estas parcelas estuvieron establecidas con diferentes cultivos, la parcela 6 para el ciclo de primera se encontraba establecida con pasto y en el ciclo de postrera con maíz, en cambio la parcela 9 para el ciclo de primera se encontraba establecida con frijol y para el ciclo de postrera con pasto, es por eso que presentamos dos valores de L*S ya que para cada cultivo se toma un valor distinto de r.

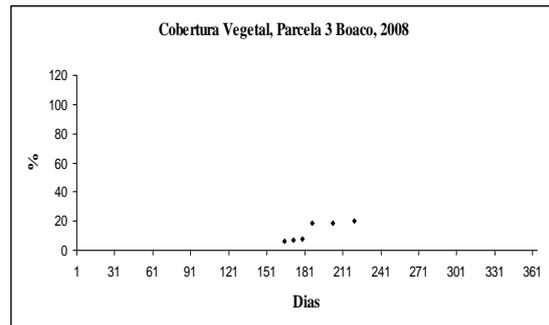
4.6. Factor de cobertura vegetal C

El factor C es usado para reflejar el efecto de la cultivación y prácticas de manejo en las tasas de erosión. Este factor mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos, y otros esquemas de manejo. Para la cubierta vegetal de pasto lo tomamos como un 100 % debido a que el pasto cubría en su totalidad la parcela.

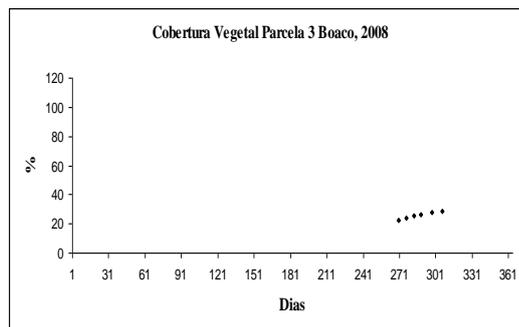
En el caso de maíz y frijol se determinó la cobertura vegetal por el método de la maya de un metro cuadrado contando las plantas que emergieron y la cantidad de hojas desarrolladas.



a.1



a.2



a.3

Figura 7. Cobertura vegetal de pasto – frijol –maíz (La bombilla, Boaco 2008).

Como podemos observar en las gráficas el porcentaje de cobertura del pasto es del 100 % (gráfica a.1) durante todo el período, en el caso del porcentaje en las gráficas de frijol varió en las distintas parcelas: la parcela 3 logro alcanzar una cobertura del 20 % (gráfica a.2) , la parcela 4 (22 %), parcela 5 (25 %), parcela 7 (22 %), parcela 8 (20 %), en cuanto a la cobertura vegetal de maíz también hubieron variaciones de las cuales la parcela 3 (29 %) (gráfica a.3), parcela 4 (31 %) parcela 5 (30 %), parcela 6 (35 %), parcela 7 (40 %), parcela 8 (48 %).

4.7. Factor del método de control de erosión P

Es la proporción de la pérdida de suelo cuando se hace uso de una práctica específica en comparación con las pérdidas de suelo cuando se cultiva en laderas de las colinas. (Kirkby y Morgan, 1984).

Estas prácticas de control (soporte) combate la erosión, puesto que modifica los patrones de flujo y el grado o dirección de superficie de escurrimiento. Para las prácticas de soporte de tierras cultivadas, generalmente incluye contorno, cultivos en faja, terraceo y drenaje subsuperficial.

En Nicaragua no contamos con ninguna información o algún estudio que nos de datos sobre el control de erosión, por eso para determinar el valor de P citamos la tabla de Kirkby y Morgan, 1984. (Ver anexo 8.39).

V. CONCLUSIONES

- El factor cobertura vegetal “C” para dos de los tratamientos (pasto y maíz), presentaron mayor protección al suelo a ser erosionado, dando como resultados pérdidas de suelo bajas, en comparación con la cubierta vegetal de frijol.
- Las pérdidas de suelo reales y las calculadas por la USLE y RUSLE, presentan datos de 122.13, 3502.002, 2385.903 t/ha, respectivamente, estos valores muestran una evidente diferencia, en tal caso los datos calculados por los dos métodos sobreestiman las pérdidas reales debido a que estas ecuaciones fueron desarrolladas para condiciones ambientales ajenas a las tropicales.
- Las mayores pérdidas de suelo se presentaron cuando las parcelas estuvieron establecidas con cobertura vegetal frijol con 54.39 t/h, debido a que las mayores precipitaciones fueron intensas provocando un escurrimiento superficial el cual arrastro sedimento.

VI. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta los estudios que se realizaron en los años anteriores y compararlos con los actuales para saber cuál es el principal factor que influye en las pérdidas de suelo.
- Establecer los tres tratamientos en el mismo ciclo de siembra con el objetivo de obtener un resultado más confiable.
- Establecer los tratamientos con parcelas testigos, para comparar el efecto que tiene la cobertura vegetal en la disminución del arrastre de las partículas del suelo y escurrimiento superficial.

VII. LITERATURA CITADA

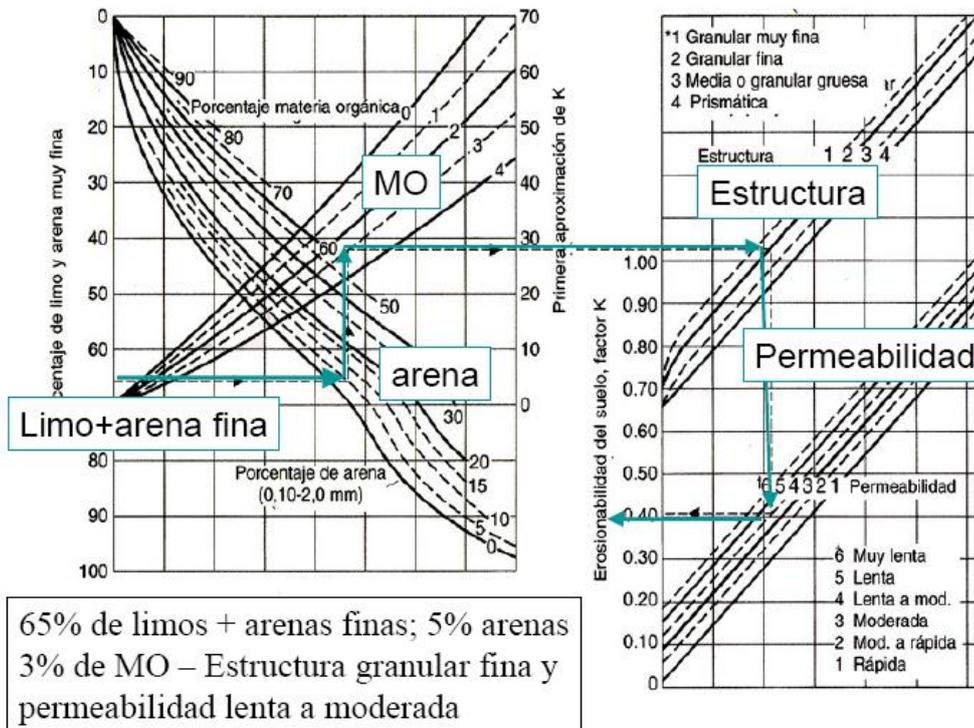
- A.D Simms, C.D. Woodroffe y B.G. Jones. Application of RUSLE for erosion year 2003.
- Boletín de tierras y aguas de la FAO' 8'.Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos 220 pág. CARE – UNA 1994-1996. Informe de investigación parcelas de escurrimiento proyecto.
- Clérici, y García Préchac, F1. Aplicaciones del Modelo USLE Y RUSLE.
- Dr. SS, Kukal, y Dr. H S, sur. A simple and portable Rainfall Simulator for Erosion Studio.
- Eva Colotti Bizzarri. La erosividad.
- FAO. 2002. La erosión del suelo por el agua. Segunda Edición. Roma. Pág. 1 – 23
- GAMEZ, W. 1989. Evaluación de índices de Erodabilidad a través de pérdidas de suelo mediante un Mini-Simulador de lluvia. Tesis de grado. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- George R. Foster, Terrence E. Toy, Kenneth G. Renard.Comparacion de la aplicación de la USLE, RUSLE06c, y RUSLE2 para su aplicación a gran perturbación Terrenos.
- 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 Pág.
- Herrera, E; Herrera, D. Evaluación de los factores de la ecuación universal de pérdida de suelo. Municipio San José de los Remates. Managua, Nicaragua. Enero 2008. Pág.1 y 4.
- INETER 2005. Managua, Nicaragua. Recomendaciones Técnicas para su Elaboración. Mapas de Amenazas por Erosión Hídrica. Consultado 20 de enero 2010. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/desliza/amenaza.htm>
- Jairo Morales Mendoza. Conservación de suelos y agua. 128 Pág.
- KIRKBY, M.J. Y R.P.C, MORGAN. 1984. Erosión de Suelos. México, Editorial Limusa, S.A. p. 41 – 70.
- M .j: Kirkby, R. P. C. Morgan. Erosión de suelo 375 pág. Capitulo 2. Estimación de la pérdida de suelo. 35-81 pág. Méndez, N; Espinoza, S. Evaluación de la erosión hídrica en tres sistemas de cultivos vegetales en el municipio de Boaco. Managua, Nicaragua Noviembre 2008. 56 Pág.

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 pág.

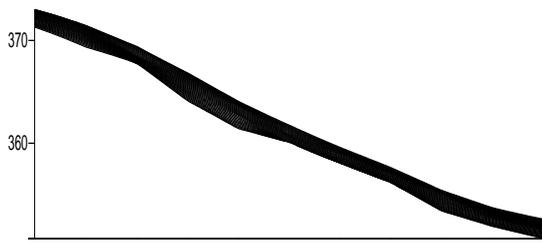
Reynaldo B. Mendoza C', Managua junio 1997. Evaluación de barreras vivas de *Gliricida sepium jacq* sobre perdidas de suelo, agua y rendimientos de maíz y frijol en tres sitios de la cuenca el pital.

VIII. ANEXO

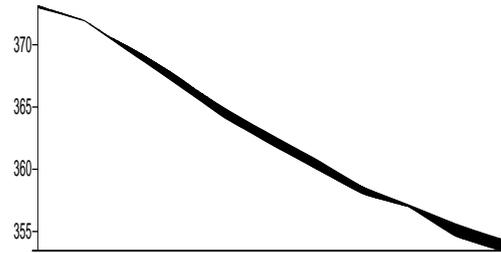
Anexo 7.1 Nomograma de erodabilidad del suelo



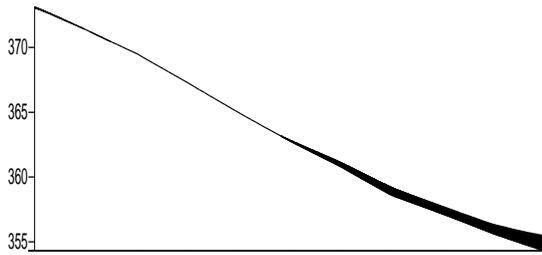
Anexo 8.2 Perfiles de las parcelas



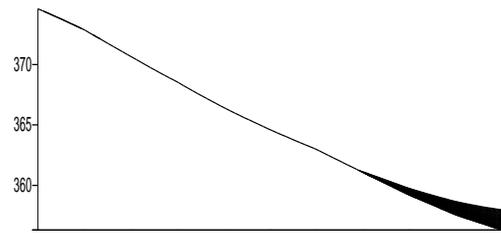
Parcela 1



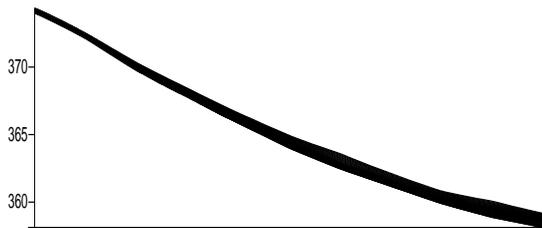
Parcela 2



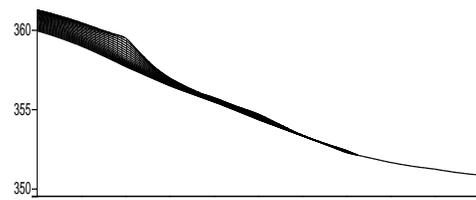
Parcela 3



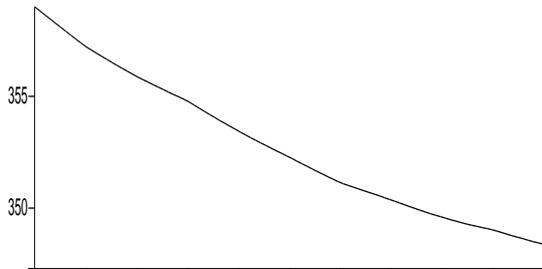
Parcela 4



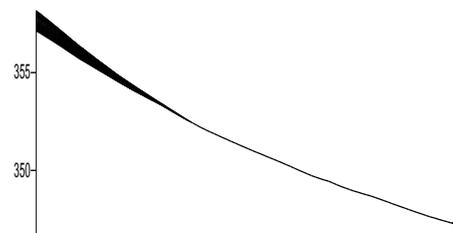
Parcela 5



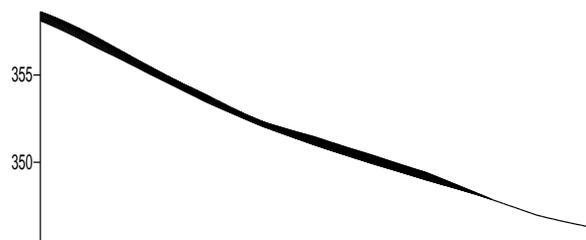
Parcela 6



Parcela 7



Parcela 8



Parcela 9

**Anexo 8.3 Resultado de los análisis físicos de suelo de las parcelas de escurrimiento,
Boaco 2008.**

Localización	% Arena total	% Limo	% Arcilla	Clase textural
B-P1-A	47.93	26.58	25.48	Franco
B-P1-M	26.07	33.61	40.29	Arcilla
B-P1-B	14.90	30.10	54.98	Arcilla
B-P2-A	32.25	31.34	36.38	Franco Arcilloso
B-P2-M	37.97	34.37	27.64	Franco
B-P2-B	11.99	28.28	59.76	Arcilla
B-P3-A	34.64	32.97	132.37	Franco Arcilloso
B-P3-M	25.74	31.85	42.38	Arcilla
B-P3-B	15.29	33.00	51.19	Arcilla
B-P4-A	40.78	33.61	25.60	Franco
B-P4-M	21.80	39.77	38.43	Franco Arcilloso
B-P4-B	16.36	37.87	45.76	Arcilla
B-P5-A	38.28	31.06	30.66	Franco Arcilloso
B-P5-M	15.73	33.53	50.73	Arcilla
B-P5-B	14.53	31.93	53.53	Arcilla
B-P6-A	15.79	29.35	54.86	Arcilla
B-P6-M	10.57	26.86	62.57	Arcilla
B-P6-B	13.06	29.62	57.32	Arcilla
B-P7-A	12.49	25.85	61.66	Arcilla
B-P7-M	12.03	25.02	62.93	Arcilla
B-P7-B	11.99	24.97	63.02	Arcilla
B-P8-A	19.84	29.61	50.54	Arcilla
B-P8-M	18.92	27.97	53.10	Arcilla
B-P8-B	15.80	27.69	56.50	Arcilla
B-P9-A	26.31	27.40	46.29	Arcilla
B-P9-M	17.29	31.59	51.11	Arcilla
B-P9-B	12.96	24.08	62.95	Arcilla

B-P1-A: Boaco - Parcela 1 - Parte Alta

B-P1-M: Boaco - Parcela 1 - Parte Media

B-P1-B: Boaco - Parcela 1 - Parte Baja

Anexo 8.4 Resultado de los análisis químicos de suelo de las parcelas de escurrimiento, Boaco 2008.

Localización	Rutina					Base						
	H ₂ O	%	N	P-disp	CE	K-disp	K	Ca	Mg	Na	CEC	% BS
				ppm	μS/cm.	meq/100 g suelo						
Bp1	6.64	2.76	0.14	1.1	45.53	0.30	0.64	28.38	10.02	0.41	56.1	85.87
Bp2	6.70	3.11	0.16	7.44	48.00	0.39	0.77	30.08	8.65	0.17	64.7	61.19
Bp3	6.74	3.87	0.16	7.44	48.00	0.39	0.77	30.08	8.65	0.17	64.7	61.19
Bp4	7.10	3.89	0.19	6.4	43.97	0.57	1.03	30.27	7.17	0.19	64.09	60.68
Bp5	6.74	3.14	0.19	9.83	52.27	0.98	1.78	29.85	8.08	0.14	63.19	63.11
Bp6	6.53	3.3	0.16	9.47	53.53	0.76	1.41	27.39	7.38	0.2	62.21	58.09
Bp7	6.04	2.91	0.17	4.61	58.13	0.59	1.53	42.52	9.36	0.34	90.13	59.68
Bp8	6.32	2.82	0.15	3.37	39.9	0.46	1.18	40.73	9.62	0.29	87.86	59.04
Bp9	6.46	2.6	0.14	3.46	42.23	0.47	1.2	32.49	7.83	0.31	76.27	54.85

Bp1: Boaco parcela 1

Anexo 8.5. Descripción de perfil de suelo en el área experimental

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- **Número de perfil:** 1
- **Clasificación taxonómica:** orden molisol; sub orden es ustol; gran grupo argiustol; subgrupo typic argiustol Es un suelo desarrollado sobre un horizonte mólico, con presencia de cutáneos en el horizonte argílico.
- **Fecha de observación:** 18 enero 2008
- **Autores:** Ignacio Rodríguez, Gerardo Murillo, Adriana Sánchez
- **Ubicación:** barrio la bombilla, Boaco
- **Altitud:** 500msnm.
- 1. Posición fisiográfica: colina
- 2. Forma del terreno circundante: colina
- **Pendiente donde esta situado el perfil:** 15 – 30 %
- **Uso de la tierra:** pastos
- **Clima:** trópico de sabana

II. Información general acerca del suelo

- **Material originario:** localizado en la zona central del grupo Matagalpa superior, cuya edad se extiende desde el eoceno superior, hasta el mioceno medio.
- **Drenaje:** moderado.
- **Condiciones de humedad del perfil:** perfil seco.
- **Profundidad de la capa freática:** desconocido.
- **Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:** pocas gravas finas y medias.
- Evidencia de erosión: moderada evidencia de erosión hídrica.
- Influencia humana: vegetación ligeramente perturbada.

A 0 – 33cm. El color es gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo, con una textura arcillosa (A) y una estructura de bloque sub angulares, su consistencia en seco es duro, en húmedo es firme y en mojado es plástico y adherente, presenta un limite abrupto y uniforme, con abundantes poros finos y frecuentes medios, con pocas raíces finas y muy finas.

Bt 33 - 53cm. Este horizonte presenta un color pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) en húmedo, de textura franco arcillo arenoso (FAO). Su estructura es de bloques con una consistencia en seco de duro a moderadamente duro, en húmedo la estructura se comporta moderadamente firme y en mojado es plástico y adherente. Se presenta un limite abrupto y uniforme con abundantes poros finos y pocos medios y pocas raíces finas.

C1 53 - 80cm. El color en húmedo es café (10YR5/2), con una textura franco arcillo arenoso (FAO). Presenta una estructura de bloques y la consistencia en seco es dura y moderadamente dura y en húmedo es moderadamente firme y en mojado es moderadamente plástico y adherente. Su límite es claro y uniforme con abundantes poros finos y pocas raíces finas.

C2 80 - 106cm. El color en húmedo es café (10 YR 4/3), su textura es franco arcillo arenoso (FAO), con una estructura de bloques y su consistencia en seco es duro y moderadamente duro, en húmedo es moderadamente firme y en mojado es plástico y adherente.

Anexo 8.6. Determinación pérdidas de suelo y escurrimiento superficial de la parcela 3

A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		P	Q	R
Código	Sitio	Altura agua en tanque cm	fecha	tanque	peso del beaker gr	beaker+agua +sedimento gr	suelo seco+beaker gr	suelo seco gr	volumen agua muestra L	Área circunferencia del tanque cm ²	volumen de sedimento en el tanque L	peso suelo en tanque gr	Tanque	Ton/ha	Ton/ha	Por Parcela	m ³ /ha
LABSA																	
801	Boaco	25	24/05/2008	grande	317.6	1087.80	319.50	1.90	0.77	7238.23	180.96	343.82	0.005	0.005		139.03	1.85
824	Boaco	90	03/06/2008	grande	319.2	1121.90	338.60	19.40	0.78	7238.23	651.44	12637.95	0.17			510.27	
833	Boaco	60	03/06/2008	pequeño	301.6	1132.50	356.30	54.70	0.78	7238.23	3040.06	166291.07	2.22	1.193		2359.69	19.13
842	Boaco	90	05/06/2008	grande	324.7	958.90	337.00	12.30	0.62	7238.23	651.44	8012.72	0.11	0.11		405.13	5.40
1012	Boaco	90	06/06/2008	grande	320.1	947.50	321.10	1.00	0.63	7238.23	651.44	651.44	0.01	0.01		408.06	5.44
922	Boaco	90	27/06/2008	grande	628	914.40	630.00	2.00	0.28	7238.23	651.44	1302.88	0.02			185.27	
979	Boaco	90	27/06/2008	pequeño	319.2	785.50	346.60	27.40	0.44	7238.23	4560.08	124946.31	1.67	0.842		2001.42	14.58
981	Boaco	90	28/06/2008	grande	328.3	753.70	340.90	12.60	0.41	7238.23	651.44	8208.15	0.11			268.91	

A= Código de ingreso Laboratorio suelos y agua (LABSA)

B=Sitio donde se recolectó la muestra; en este caso el Municipio de Boaco

C=Altura de agua+sedimento registrada en el tanque (cm)

D=Fecha del evento lluvioso

F=Tanque de procedencia del agua+sedimento (grande- pequeño)

G=Peso del beaker (laboratorio).

H=Beaker+agua+sedimento (laboratorio)

I=Suelo seco+peso del beaker, después de estar en el horno.

J=Suelo seco, se obtiene restándole el peso del beaker.

K=Volumen del agua que tenía la muestra recolectada

L=Área de la circunferencia del tanque cm²

M=Volumen de sedimento en el tanque l

N=Peso de suelo en el tanque

O =Pérdida de suelo (almacenado en el tanque)

P=Pérdida de suelo en t/ha

Q=Escurrimiento superficial por parcela (parcela

R=Escurrimiento superficial en m³/ha

Anexo 8.7. Parcela 1 con cobertura vegetal de pasto USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
30/05/2008	358.52	0.036	21.99	0.01	1	2.838
03/06/2008	4.06	0.036	21.99	0.01	1	0.032
05/06/2008	362.13	0.036	21.99	0.01	1	2.867
06/06/2008	12.13	0.036	21.99	0.01	1	0.096
23/06/2008	0.15	0.036	21.99	0.01	1	0.001
27/06/2008	10.34	0.036	21.99	0.01	1	0.082
28/06/2008	105.19	0.036	21.99	0.01	1	0.833
29/06/2008	113.75	0.036	21.99	0.01	1	0.900
30/06/2008	1.71	0.036	21.99	0.01	1	0.014
09/07/2008	30.63	0.036	21.99	0.01	1	0.242
13/07/2008	159.24	0.036	21.99	0.01	1	1.261
14/07/2008	52.82	0.036	21.99	0.01	1	0.418
19/07/2008	178.93	0.036	21.99	0.01	1	1.416
20/07/2008	23.60	0.036	21.99	0.01	1	0.187
23/07/2008	190.92	0.036	21.99	0.01	1	1.511
25/08/2008	460.95	0.036	21.99	0.01	1	3.649
28/08/2008	163.95	0.036	21.99	0.01	1	1.298
29/08/2008	34.32	0.036	21.99	0.01	1	0.272
30/08/2008	151.12	0.036	21.99	0.01	1	1.196
20/09/2008	480.71	0.035	21.99	0.01	1	3.700
21/09/2008	205.68	0.035	21.99	0.01	1	1.583
30/09/2008	54.87	0.035	21.99	0.01	1	0.422
01/10/2008	374.84	0.035	21.99	0.01	1	2.885
02/10/2008	608.40	0.035	21.99	0.01	1	4.682
05/10/2008	196.90	0.035	21.99	0.01	1	1.515
07/10/2008	418.07	0.035	21.99	0.01	1	3.218
10/10/2008	42.76	0.035	21.99	0.01	1	0.329
13/10/2008	111.72	0.035	21.99	0.01	1	0.860
14/10/2008	64.46	0.035	21.99	0.01	1	0.496
16/10/2008	25.67	0.035	21.99	0.01	1	0.198
17/10/2008	255.39	0.035	21.99	0.01	1	1.966
21/10/2008	32.65	0.035	21.99	0.01	1	0.251
22/10/2008	7.40	0.035	21.99	0.01	1	0.057
27/10/2008	1.37	0.035	21.99	0.01	1	0.011
Total:						41.28

Anexo 8.8. Parcela 1 con cobertura vegetal de pasto RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
30/05/2008	358.52	0.036	9.39	0.01	1	1.212
03/06/2008	4.06	0.036	9.39	0.01	1	0.014
05/06/2008	362.13	0.036	9.39	0.01	1	1.224
06/06/2008	12.13	0.036	9.39	0.01	1	0.041
23/06/2008	0.15	0.036	9.39	0.01	1	0.001
27/06/2008	10.34	0.036	9.39	0.01	1	0.035
28/06/2008	105.19	0.036	9.39	0.01	1	0.356
29/06/2008	113.75	0.036	9.39	0.01	1	0.385
30/06/2008	1.71	0.036	9.39	0.01	1	0.006
09/07/2008	30.63	0.036	9.39	0.01	1	0.104
13/07/2008	159.24	0.036	9.39	0.01	1	0.538
14/07/2008	52.82	0.036	9.39	0.01	1	0.179
19/07/2008	178.93	0.036	9.39	0.01	1	0.605
20/07/2008	23.60	0.036	9.39	0.01	1	0.080
23/07/2008	190.92	0.036	9.39	0.01	1	0.645
25/08/2008	460.95	0.036	9.39	0.01	1	1.558
28/08/2008	163.95	0.036	9.39	0.01	1	0.554
29/08/2008	34.32	0.036	9.39	0.01	1	0.116
30/08/2008	151.12	0.036	9.39	0.01	1	0.511
20/09/2008	480.71	0.035	9.39	0.01	1	1.580
21/09/2008	205.68	0.035	9.39	0.01	1	0.676
30/09/2008	54.87	0.035	9.39	0.01	1	0.180
01/10/2008	374.84	0.035	9.39	0.01	1	1.232
02/10/2008	608.40	0.035	9.39	0.01	1	2.000
05/10/2008	196.90	0.035	9.39	0.01	1	0.647
07/10/2008	418.07	0.035	9.39	0.01	1	1.374
10/10/2008	42.76	0.035	9.39	0.01	1	0.141
13/10/2008	111.72	0.035	9.39	0.01	1	0.367
14/10/2008	64.46	0.035	9.39	0.01	1	0.212
16/10/2008	25.67	0.035	9.39	0.01	1	0.084
17/10/2008	255.39	0.035	9.39	0.01	1	0.839
21/10/2008	32.65	0.035	9.39	0.01	1	0.107
22/10/2008	7.40	0.035	9.39	0.01	1	0.024
27/10/2008	1.37	0.035	9.39	0.01	1	0.005
Total:						17.63

Anexo 8.9. Parcela 2 con cobertura vegetal de pasto USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.031	19.3	0.01	1	3.64
01/06/2008	27.36	0.031	19.3	0.01	1	0.16
03/06/2008	4.06	0.031	19.3	0.01	1	0.02
05/06/2008	362.13	0.031	19.3	0.01	1	2.17
06/06/2008	12.13	0.031	19.3	0.01	1	0.07
13/06/2008	1.06	0.031	19.3	0.01	1	0.01
23/06/2008	0.15	0.031	19.3	0.01	1	0.00
27/06/2008	10.34	0.031	19.3	0.01	1	0.06
29/06/2008	113.75	0.031	19.3	0.01	1	0.68
09/07/2008	30.63	0.031	19.3	0.01	1	0.18
13/07/2008	159.24	0.031	19.3	0.01	1	0.95
19/07/2008	178.93	0.031	19.3	0.01	1	1.07
20/07/2008	23.60	0.031	19.3	0.01	1	0.14
23/07/2008	190.92	0.031	19.3	0.01	1	1.14
24/08/2008	232.45	0.031	19.3	0.01	1	1.39
25/08/2008	460.95	0.031	19.3	0.01	1	2.76
28/08/2008	163.95	0.031	19.3	0.01	1	0.98
29/08/2008	34.32	0.031	19.3	0.01	1	0.21
05/09/2008	52.62	0.031	19.3	0.01	1	0.31
20/09/2008	480.71	0.034	19.3	0.01	1	3.15
21/09/2008	205.68	0.034	19.3	0.01	1	1.35
28/09/2008	245.92	0.034	19.3	0.01	1	1.61
29/09/2008	103.56	0.034	19.3	0.01	1	0.68
30/09/2008	54.87	0.034	19.3	0.01	1	0.36
01/10/2008	374.84	0.034	19.3	0.01	1	2.46
02/10/2008	608.40	0.034	19.3	0.01	1	3.99
05/10/2008	196.90	0.034	19.3	0.01	1	1.29
07/10/2008	418.07	0.034	19.3	0.01	1	2.74
10/10/2008	42.76	0.034	19.3	0.01	1	0.28
14/10/2008	64.46	0.034	19.3	0.01	1	0.42
16/10/2008	25.67	0.034	19.3	0.01	1	0.17
17/10/2008	255.39	0.034	19.3	0.01	1	1.68
19/10/2008	0.20	0.034	19.3	0.01	1	0.00
20/10/2008	62.02	0.034	19.3	0.01	1	0.41
21/10/2008	32.65	0.034	19.3	0.01	1	0.21
Total:						36.77

Anexo 8.10. Parcela 2 con cobertura vegetal de pasto RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.031	8.75	0.01	1	1.65
01/06/2008	27.36	0.031	8.75	0.01	1	0.07
03/06/2008	4.06	0.031	8.75	0.01	1	0.01
05/06/2008	362.13	0.031	8.75	0.01	1	0.98
06/06/2008	12.13	0.031	8.75	0.01	1	0.03
13/06/2008	1.06	0.031	8.75	0.01	1	0.00
23/06/2008	0.15	0.031	8.75	0.01	1	0.00
27/06/2008	10.34	0.031	8.75	0.01	1	0.03
29/06/2008	113.75	0.031	8.75	0.01	1	0.31
09/07/2008	30.63	0.031	8.75	0.01	1	0.08
13/07/2008	159.24	0.031	8.75	0.01	1	0.43
19/07/2008	178.93	0.031	8.75	0.01	1	0.49
20/07/2008	23.60	0.031	8.75	0.01	1	0.06
23/07/2008	190.92	0.031	8.75	0.01	1	0.52
24/08/2008	232.45	0.031	8.75	0.01	1	0.63
25/08/2008	460.95	0.031	8.75	0.01	1	1.25
28/08/2008	163.95	0.031	8.75	0.01	1	0.44
29/08/2008	34.32	0.031	8.75	0.01	1	0.09
05/09/2008	52.62	0.031	8.75	0.01	1	0.14
20/09/2008	480.71	0.031	8.75	0.01	1	1.30
21/09/2008	205.68	0.034	8.75	0.01	1	0.61
28/09/2008	245.92	0.034	8.75	0.01	1	0.73
29/09/2008	103.56	0.034	8.75	0.01	1	0.31
30/09/2008	54.87	0.034	8.75	0.01	1	0.16
01/10/2008	374.84	0.034	8.75	0.01	1	1.12
02/10/2008	608.40	0.034	8.75	0.01	1	1.81
05/10/2008	196.90	0.034	8.75	0.01	1	0.59
07/10/2008	418.07	0.034	8.75	0.01	1	1.24
10/10/2008	42.76	0.034	8.75	0.01	1	0.13
14/10/2008	64.46	0.034	8.75	0.01	1	0.19
16/10/2008	25.67	0.034	8.75	0.01	1	0.08
17/10/2008	255.39	0.034	8.75	0.01	1	0.76
19/10/2008	0.20	0.034	8.75	0.01	1	0.00
20/10/2008	62.02	0.034	8.75	0.01	1	0.18
21/10/2008	32.65	0.034	8.75	0.01	1	0.10
Total:						16.54

Anexo 8.11. Parcela 6 con cobertura vegetal de pasto USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.033	5.83	0.01	1	1.17
30/05/2008	358.52	0.033	5.83	0.01	1	0.69
01/06/2008	27.36	0.033	5.83	0.01	1	0.05
03/06/2008	4.06	0.033	5.83	0.01	1	0.01
05/06/2008	362.13	0.033	5.83	0.01	1	0.70
06/06/2008	12.13	0.033	5.83	0.01	1	0.02
23/06/2008	0.15	0.033	5.83	0.01	1	0.00
27/06/2008	10.34	0.033	5.83	0.01	1	0.02
29/06/2008	113.75	0.033	5.83	0.01	1	0.22
30/06/2008	1.71	0.033	5.83	0.01	1	0.00
04/07/2008	17.98	0.033	5.83	0.01	1	0.03
09/07/2008	30.63	0.033	5.83	0.01	1	0.06
13/07/2008	159.24	0.033	5.83	0.01	1	0.31
14/07/2008	52.82	0.033	5.83	0.01	1	0.10
19/07/2008	178.93	0.033	5.83	0.01	1	0.34
20/07/2008	23.60	0.033	5.83	0.01	1	0.05
23/07/2008	190.92	0.033	5.83	0.01	1	0.37
Total:						4.14

Anexo 8.12. Parcela 6 con cobertura vegetal de pasto RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.036	4.87	0.01	1	1.07
30/05/2008	358.52	0.036	4.87	0.01	1	0.63
01/06/2008	27.36	0.036	4.87	0.01	1	0.05
03/06/2008	4.06	0.036	4.87	0.01	1	0.01
05/06/2008	362.13	0.036	4.87	0.01	1	0.63
06/06/2008	12.13	0.036	4.87	0.01	1	0.02
23/06/2008	0.15	0.036	4.87	0.01	1	0.00
27/06/2008	10.34	0.036	4.87	0.01	1	0.02
29/06/2008	113.75	0.036	4.87	0.01	1	0.20
30/06/2008	1.71	0.036	4.87	0.01	1	0.00
04/07/2008	17.98	0.036	4.87	0.01	1	0.03
09/07/2008	30.63	0.036	4.87	0.01	1	0.05
13/07/2008	159.24	0.036	4.87	0.01	1	0.28
14/07/2008	52.82	0.036	4.87	0.01	1	0.09
19/07/2008	178.93	0.036	4.87	0.01	1	0.31
20/07/2008	23.60	0.036	4.87	0.01	1	0.04
23/07/2008	190.92	0.036	4.87	0.01	1	0.33
Total:						3.77

Anexo 8.13. Parcela 9 con cobertura vegetal de pasto USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.042	7.9	0.01	1	0.07
20/09/2008	480.71	0.042	7.9	0.01	1	1.59
21/09/2008	205.68	0.042	7.9	0.01	1	0.68
28/09/2008	245.92	0.042	7.9	0.01	1	0.82
29/09/2008	103.56	0.042	7.9	0.01	1	0.34
30/09/2008	54.87	0.042	7.9	0.01	1	0.18
01/10/2008	374.84	0.042	7.9	0.01	1	1.24
02/10/2008	608.40	0.042	7.9	0.01	1	2.02
05/10/2008	196.90	0.042	7.9	0.01	1	0.65
07/10/2008	418.07	0.042	7.9	0.01	1	1.39
10/10/2008	42.76	0.042	7.9	0.01	1	0.14
13/10/2008	111.72	0.042	7.9	0.01	1	0.37
14/10/2008	64.46	0.042	7.9	0.01	1	0.21
16/10/2008	25.67	0.042	7.9	0.01	1	0.09
17/10/2008	255.39	0.042	7.9	0.01	1	0.85
19/10/2008	0.20	0.042	7.9	0.01	1	0.00
21/10/2008	32.65	0.042	7.9	0.01	1	0.11
22/10/2008	7.40	0.042	7.9	0.01	1	0.02
Total:						10.79

Anexo 8.14. Parcela 9 con cobertura vegetal de pasto RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.042	5.44	0.01	1	0.05
20/09/2008	480.71	0.042	5.44	0.01	1	1.10
21/09/2008	205.68	0.042	5.44	0.01	1	0.47
28/09/2008	245.92	0.042	5.44	0.01	1	0.56
29/09/2008	103.56	0.042	5.44	0.01	1	0.24
30/09/2008	54.87	0.042	5.44	0.01	1	0.13
01/10/2008	374.84	0.042	5.44	0.01	1	0.86
02/10/2008	608.40	0.042	5.44	0.01	1	1.39
05/10/2008	196.90	0.042	5.44	0.01	1	0.45
07/10/2008	418.07	0.042	5.44	0.01	1	0.96
10/10/2008	42.76	0.042	5.44	0.01	1	0.10
13/10/2008	111.72	0.042	5.44	0.01	1	0.26
14/10/2008	64.46	0.042	5.44	0.01	1	0.15
16/10/2008	25.67	0.042	5.44	0.01	1	0.06
17/10/2008	255.39	0.042	5.44	0.01	1	0.58
19/10/2008	0.20	0.042	5.44	0.01	1	0.00
21/10/2008	32.65	0.042	5.44	0.01	1	0.07
22/10/2008	7.40	0.042	5.44	0.01	1	0.02
Total:						7.43

Anexo 8.17. Parcela 4 con cobertura vegetal de frijol USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.022	15.20	0.92	0.45	84.112
28/05/2008	0.08	0.022	15.20	0.92	0.45	0.010
30/05/2008	20.15	0.022	15.20	0.92	0.45	2.789
01/06/2008	27.36	0.022	15.20	0.92	0.45	3.787
03/06/2008	4.06	0.022	15.20	0.92	0.45	0.562
05/06/2008	362.13	0.022	15.20	0.92	0.45	50.118
06/06/2008	12.13	0.022	15.20	0.92	0.45	1.679
23/06/2008	0.15	0.022	15.20	0.91	0.45	0.021
29/06/2008	113.75	0.022	15.20	0.87	0.45	14.887
30/06/2008	1.71	0.022	15.20	0.87	0.45	0.224
01/07/2008	1.71	0.022	15.20	0.87	0.45	0.224
09/07/2008	30.63	0.022	15.20	0.85	0.45	3.917
13/07/2008	159.24	0.022	15.20	0.85	0.45	20.361
19/07/2008	178.93	0.022	15.20	0.85	0.45	22.879
23/07/2008	190.92	0.022	15.20	0.84	0.45	24.125
Total:						229.694

Anexo 8.18. Parcela 4 con cobertura vegetal de frijol RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.022	8.44	0.92	0.45	46.720
28/05/2008	0.08	0.022	8.44	0.92	0.45	0.006
30/05/2008	20.15	0.022	8.44	0.92	0.45	1.549
01/06/2008	27.36	0.022	8.44	0.92	0.45	2.103
03/06/2008	4.06	0.022	8.44	0.92	0.45	0.312
05/06/2008	362.13	0.022	8.44	0.92	0.45	27.837
06/06/2008	12.13	0.022	8.44	0.92	0.45	0.932
23/06/2008	0.15	0.022	8.44	0.91	0.45	0.011
29/06/2008	113.75	0.022	8.44	0.87	0.45	8.269
30/06/2008	1.71	0.022	8.44	0.87	0.45	0.124
01/07/2008	1.71	0.022	8.44	0.87	0.45	0.124
09/07/2008	30.63	0.022	8.44	0.85	0.45	2.175
13/07/2008	159.24	0.022	8.44	0.85	0.45	11.310
19/07/2008	178.93	0.022	8.44	0.85	0.45	12.708
23/07/2008	190.92	0.022	8.44	0.84	0.45	13.400
Total:						127.582

Anexo 8.23. Parcela 8 con cobertura vegetal de frijol USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.034	6.32	0.96	0.45	56.418
30/05/2008	20.15	0.034	6.32	0.96	0.45	1.870
01/06/2008	27.36	0.034	6.32	0.96	0.45	2.540
03/06/2008	4.06	0.034	6.32	0.96	0.45	0.377
04/06/2008	0.05	0.034	6.32	0.96	0.45	0.005
05/06/2008	362.13	0.034	6.32	0.96	0.45	33.616
06/06/2008	12.13	0.034	6.32	0.96	0.45	1.126
23/06/2008	0.15	0.034	6.32	0.95	0.45	0.014
27/06/2008	10.34	0.034	6.32	0.94	0.45	0.940
28/06/2008	105.19	0.034	6.32	0.94	0.45	9.561
29/06/2008	113.75	0.034	6.32	0.94	0.45	10.339
30/06/2008	1.71	0.034	6.32	0.94	0.45	0.155
01/07/2008	1.71	0.034	6.32	0.94	0.45	0.155
02/07/2008	18.49	0.034	6.32	0.94	0.45	1.681
04/07/2008	17.98	0.034	6.32	0.94	0.45	1.634
05/07/2008	0.06	0.034	6.32	0.90	0.45	0.005
09/07/2008	30.63	0.034	6.32	0.90	0.45	2.666
13/07/2008	159.24	0.034	6.32	0.90	0.45	13.858
14/07/2008	52.82	0.034	6.32	0.90	0.45	4.597
19/07/2008	178.93	0.034	6.32	0.90	0.45	15.572
20/07/2008	23.60	0.034	6.32	0.85	0.45	1.940
23/07/2008	190.92	0.034	6.32	0.85	0.45	15.692
Total:						174.760

Anexo 8.24. Parcela 8 con cobertura vegetal de frijol RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
24/05/2008	607.76	0.034	5.93	0.96	0.45	52.936
30/05/2008	20.15	0.034	5.93	0.96	0.45	1.755
01/06/2008	27.36	0.034	5.93	0.96	0.45	2.383
03/06/2008	4.06	0.034	5.93	0.96	0.45	0.354
04/06/2008	0.05	0.034	5.93	0.96	0.45	0.004
05/06/2008	362.13	0.034	5.93	0.96	0.45	31.541
06/06/2008	12.13	0.034	5.93	0.96	0.45	1.057
23/06/2008	0.15	0.034	5.93	0.95	0.45	0.013
27/06/2008	10.34	0.034	5.93	0.94	0.45	0.882
28/06/2008	105.19	0.034	5.93	0.94	0.45	8.971
29/06/2008	113.75	0.034	5.93	0.94	0.45	9.701
30/06/2008	1.71	0.034	5.93	0.94	0.45	0.146
01/07/2008	1.71	0.034	5.93	0.94	0.45	0.146
02/07/2008	18.49	0.034	5.93	0.94	0.45	1.577
04/07/2008	17.98	0.034	5.93	0.94	0.45	1.533
05/07/2008	0.06	0.034	5.93	0.90	0.45	0.005
09/07/2008	30.63	0.034	5.93	0.90	0.45	2.501
13/07/2008	159.24	0.034	5.93	0.90	0.45	13.003
14/07/2008	52.82	0.034	5.93	0.90	0.45	4.313
19/07/2008	178.93	0.034	5.93	0.90	0.45	14.611
20/07/2008	23.60	0.034	5.93	0.85	0.45	1.820
23/07/2008	190.92	0.034	5.93	0.85	0.45	14.724
Total:						163.976

Anexo 8.27. Parcela 3 con cobertura vegetal de maíz USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.035	16.78	0.78	0.45	4.6
20/09/2008	480.71	0.035	16.78	0.78	0.45	99.1
21/09/2008	205.68	0.035	16.78	0.78	0.45	42.4
29/09/2008	103.56	0.035	16.78	0.78	0.45	21.3
30/09/2008	54.87	0.035	16.78	0.78	0.45	11.3
01/10/2008	374.84	0.035	16.78	0.76	0.45	75.3
02/10/2008	608.40	0.035	16.78	0.76	0.45	122.2
05/10/2008	196.90	0.035	16.78	0.76	0.45	39.5
07/10/2008	418.07	0.035	16.78	0.76	0.45	84.0
10/10/2008	42.76	0.035	16.78	0.74	0.45	8.4
13/10/2008	111.72	0.035	16.78	0.74	0.45	21.8
14/10/2008	64.46	0.035	16.78	0.74	0.45	12.6
16/10/2008	25.67	0.035	16.78	0.74	0.45	5.0
17/10/2008	255.39	0.035	16.78	0.74	0.45	49.9
19/10/2008	0.20	0.035	16.78	0.72	0.45	0.0
22/10/2008	7.40	0.035	16.78	0.71	0.45	1.4
Total:						598.9

Anexo 8.28. Parcela 3 con cobertura vegetal de maíz RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.035	9.01	0.78	0.45	2.4
20/09/2008	480.71	0.035	9.01	0.78	0.45	53.2
21/09/2008	205.68	0.035	9.01	0.78	0.45	22.8
29/09/2008	103.56	0.035	9.01	0.78	0.45	11.5
30/09/2008	54.87	0.035	9.01	0.78	0.45	6.1
01/10/2008	374.84	0.035	9.01	0.76	0.45	40.4
02/10/2008	608.40	0.035	9.01	0.76	0.45	65.6
05/10/2008	196.90	0.035	9.01	0.76	0.45	21.2
07/10/2008	418.07	0.035	9.01	0.76	0.45	45.1
10/10/2008	42.76	0.035	9.01	0.74	0.45	4.5
13/10/2008	111.72	0.035	9.01	0.74	0.45	11.7
14/10/2008	64.46	0.035	9.01	0.74	0.45	6.8
16/10/2008	25.67	0.035	9.01	0.74	0.45	2.7
17/10/2008	255.39	0.035	9.01	0.74	0.45	26.8
19/10/2008	0.20	0.035	9.01	0.72	0.45	0.0
22/10/2008	7.40	0.035	9.01	0.71	0.45	0.7
Total:						321.6

Anexo 8.33. Parcela 6 con cobertura vegetal de maíz USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
20/09/2008	480.71	0.034	5.83	0.85	0.45	36.45
21/09/2008	205.68	0.034	5.83	0.85	0.45	15.59
28/09/2008	245.92	0.034	5.83	0.83	0.45	18.21
29/09/2008	103.56	0.034	5.83	0.83	0.45	7.67
30/09/2008	54.87	0.034	5.83	0.83	0.45	4.06
01/10/2008	374.84	0.034	5.83	0.83	0.45	27.75
02/10/2008	608.40	0.034	5.83	0.83	0.45	45.04
05/10/2008	196.90	0.034	5.83	0.83	0.45	14.58
07/10/2008	418.07	0.034	5.83	0.83	0.45	30.95
10/10/2008	42.76	0.034	5.83	0.71	0.45	2.71
13/10/2008	111.72	0.034	5.83	0.71	0.45	7.08
14/10/2008	64.46	0.034	5.83	0.71	0.45	4.08
16/10/2008	25.67	0.034	5.83	0.67	0.45	1.53
17/10/2008	255.39	0.034	5.83	0.67	0.45	15.26
19/10/2008	0.20	0.034	5.83	0.67	0.45	0.01
21/10/2008	32.65	0.034	5.83	0.67	0.45	1.95
22/10/2008	7.40	0.034	5.83	0.66	0.45	0.44
29/10/2008	0.86	0.034	5.83	0.65	0.45	0.05
Total:						233.41

Anexo 8.34. Parcela 6 con cobertura vegetal de maíz RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
20/09/2008	480.71	0.034	5.61	0.85	0.45	35.07
21/09/2008	205.68	0.034	5.61	0.85	0.45	15.01
28/09/2008	245.92	0.034	5.61	0.83	0.45	17.52
29/09/2008	103.56	0.034	5.61	0.83	0.45	7.38
30/09/2008	54.87	0.034	5.61	0.83	0.45	3.91
01/10/2008	374.84	0.034	5.61	0.83	0.45	26.70
02/10/2008	608.40	0.034	5.61	0.83	0.45	43.34
05/10/2008	196.90	0.034	5.61	0.83	0.45	14.03
07/10/2008	418.07	0.034	5.61	0.83	0.45	29.78
10/10/2008	42.76	0.034	5.61	0.71	0.45	2.61
13/10/2008	111.72	0.034	5.61	0.71	0.45	6.81
14/10/2008	64.46	0.034	5.61	0.71	0.45	3.93
16/10/2008	25.67	0.034	5.61	0.67	0.45	1.48
17/10/2008	255.39	0.034	5.61	0.67	0.45	14.69
19/10/2008	0.20	0.034	5.61	0.67	0.45	0.01
21/10/2008	32.65	0.034	5.61	0.67	0.45	1.88
22/10/2008	7.40	0.034	5.61	0.66	0.45	0.42
29/10/2008	0.86	0.034	5.61	0.65	0.45	0.05
Total:						224.60

Anexo 8.35. Parcela 7 con cobertura vegetal de maíz USLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.04	5.36	0.86	0.45	1.84
20/09/2008	480.71	0.04	5.36	0.86	0.45	39.89
21/09/2008	205.68	0.04	5.36	0.86	0.45	17.07
28/09/2008	245.92	0.04	5.36	0.82	0.45	19.46
29/09/2008	103.56	0.04	5.36	0.82	0.45	8.19
30/09/2008	54.87	0.04	5.36	0.82	0.45	4.34
01/10/2008	374.84	0.04	5.36	0.82	0.45	29.65
02/10/2008	608.40	0.04	5.36	0.82	0.45	48.13
05/10/2008	196.90	0.04	5.36	0.82	0.45	15.58
07/10/2008	418.07	0.04	5.36	0.54	0.45	21.78
10/10/2008	42.76	0.04	5.36	0.54	0.45	2.23
13/10/2008	111.72	0.04	5.36	0.54	0.45	5.82
14/10/2008	64.46	0.04	5.36	0.54	0.45	3.36
15/10/2008	25.67	0.04	5.36	0.53	0.45	1.31
16/10/2008	25.67	0.04	5.36	0.53	0.45	1.31
17/10/2008	255.39	0.04	5.36	0.53	0.45	13.06
19/10/2008	0.20	0.04	5.36	0.53	0.45	0.01
22/10/2008	7.40	0.04	5.36	0.52	0.45	0.37
Total:						233.40

Anexo 8.36. Parcela 7 con cobertura vegetal de maíz RUSLE

Eventos	R	K	L*S	C	P	A
17/09/2008	22.12	0.04	4.69	0.86	0.45	1.61
20/09/2008	480.71	0.04	4.69	0.86	0.45	34.90
21/09/2008	205.68	0.04	4.69	0.86	0.45	14.93
28/09/2008	245.92	0.04	4.69	0.82	0.45	17.02
29/09/2008	103.56	0.04	4.69	0.82	0.45	7.17
30/09/2008	54.87	0.04	4.69	0.82	0.45	3.80
01/10/2008	374.84	0.04	4.69	0.82	0.45	25.95
02/10/2008	608.40	0.04	4.69	0.82	0.45	42.12
05/10/2008	196.90	0.04	4.69	0.82	0.45	13.63
07/10/2008	418.07	0.04	4.69	0.54	0.45	19.06
10/10/2008	42.76	0.04	4.69	0.54	0.45	1.95
13/10/2008	111.72	0.04	4.69	0.54	0.45	5.09
14/10/2008	64.46	0.04	4.69	0.54	0.45	2.94
15/10/2008	25.67	0.04	4.69	0.53	0.45	1.15
16/10/2008	25.67	0.04	4.69	0.53	0.45	1.15
17/10/2008	255.39	0.04	4.69	0.53	0.45	11.43
19/10/2008	0.20	0.04	4.69	0.53	0.45	0.01
22/10/2008	7.40	0.04	4.69	0.52	0.45	0.32
Total:						204.22

Anexo 8.39. Factor de método de control de la erosión “P”

Pendiente del terreno (%)	Cultivo en contorno	Cultivo en franja de contorno y surcos irrigados	Terraceo
3 - 8	0.50	0.25	0.10
9 - 12	0.60	0.30	0.12
13 -16	0.70	0.35	0.14
17 - 20	0.80	0.40	0.16
21 - 25	0.90	0.45	0.18

Anexo 8.40. Análisis del coeficiente de correlación

	Real	USLE	RUSLE
Real	1.0000		
USLE	-0.3508	1.0000	
RUSLE	-0.30501	0.92747	1.000
	0.2507	≤0.0001	



