



**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“El rol funcional de la vegetación de zonas áridas y su  
influencia en procesos ecohidrológicos bajo un  
enfoque a diversas escalas.”**

Tesis que presenta

**Javier Labastida Salcedo**

Para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias Ambientales**

**Co-directores de la Tesis:**

**Dra. Elisabeth Huber-Sannwald**

**Dr. Carlos Alfonso Muñoz Robles**

**Asesor: Dr. José Tulio Arredondo Moreno**

**Asesor: Dr. Leonardo Chapa Vargas**

San Luis Potosí, S.L.P., 27 de mayo 2019.



## Constancia de aprobación de la tesis

La tesis “**El rol funcional de la vegetación de las zonas áridas y su influencia en procesos eco hidrológicos bajo un enfoque a diversas escalas**” presentada para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Ambientales fue elaborada por **Javier Labastida Salcedo** y aprobada el **23 de mayo del 2019** por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

**Dra. Elisabeth Huber-Sannwald**

Co-Directora de la tesis

**Dr. Carlos Alfonso Muñoz Robles**

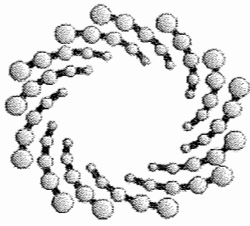
Co-Director de la tesis

**Dr. José Tulio Arredondo Moreno**

Miembro del Comité Tutoral

**Dr. Leonardo Chapa Vargas**

Miembro del Comité Tutoral



**IPICYT**

# Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

## Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 075 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 27 días del mes de mayo del año 2019, se reunió a las 10:00 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

<b>Dr. José Tulio Arredondo Moreno</b>	<b>Presidente</b>	<b>IPICYT</b>
<b>Dr. Leonardo Chapa Vargas</b>	<b>Secretario</b>	<b>IPICYT</b>
<b>Dr. Carlos Alfonso Muñoz Robles</b>	<b>Sinodal externo</b>	<b>UASLP</b>
<b>Dra. Elisabeth Huber- Sannwald</b>	<b>Sinodal</b>	<b>IPICYT</b>

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó el C.

**Javier Labastida Salcedo**

sobre la Tesis intitulada:

*El rol funcional de la vegetación de zonas áridas y su influencia en procesos ecohidrológicos bajo un enfoque a diversas escalas*

que se desarrolló bajo la dirección de

**Dra. Elisabeth Huber- Sannwald**  
**Dr. Carlos Alfonso Muñoz Robles (UASLP)**

El Jurado, después de deliberar, determinó

**APROBARLO**

Dándose por terminado el acto a las 12:45 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición del interesado y para los fines que al mismo convengan, se extiende el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 27 días del mes de mayo de 2019.

**Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez**  
Jefa del Departamento del Posgrado

  
**Dr. Marcial Bonilla Marín**  
Secretario Académico



## Dedicatorias

Dedico este trabajo a mi padre <sup>+</sup> y a mi madre. Gracias por darme tanto, por haberme enseñado mis primeros pasos, aguantado mis errores, celebrado mis triunfos, consolado mis fracasos, encaminado en la senda correcta y darme todas las herramientas que me han permitido ser siempre un mejor ser humano. El campo de semillas ha germinado y dado su cosecha. Ganadero, Doña Luisa enhorabuena!

A mis profesores de esta gran institución de educación superior, en especial a mi comité tutorial. Gracias por creer en mí y sobre de todas las cosas haber tenido en mi persona, infinita y exquisita paciencia, por ayudarme a completar este proceso formativo personal.

A mi país, mi estado y a sus instituciones de educación superior. Que invierten año con año, generación tras generación en aras de formar profesionistas comprometidos con su suelo. De aquí en adelante mi compromiso con mi tierra será eterno. Gracias por siempre. Tendrán en mí un soldado más en esta brega.

A mis compañeros de generación Alejandra, Andrea, Betsabé, Ángel, Mónica, Luis Augusto, Beatriz, Francisco, Antonio, Karen, Guadalupe, Ricardo y Hugo. Colegas por haber compartido conmigo sus sonrisas, entusiasmo, juventud, ánimo, conocimientos, desencuentros, triunfos y fracasos, alegrías y esperanzas mi más sincero agradecimiento. Nuestro reto el ser emprendedores e innovadores en nuestros andares, el viaje es largo, piquen piedra, sean los primeros en llegar y los últimos en salir, hagan brecha, rompan paradigmas, guíen al rebaño, equívóquense cuantas veces sea necesario y vuelvan a levantarse, piensen fuera de la caja y si es necesario renuévense cuantas veces sea necesario. Bienvenidos al resto de sus vidas. Felicidades!

A mis colegas ganaderos de pasión y profesión; parafraseando al gran Marco Tulio Cicerón, Ganadería profesión propia del sabio, la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna para todo hombre libre. Espero este cuerpo de conocimiento generado de este trabajo les sea útil de sobremanera.

## Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Elisabeth Huber-Sannwald por el tiempo, conocimiento, pasión, paciencia y enseñanza al amor por la ecología. Por su entera dedicación y apoyo en el transcurso de este proyecto. Gracias por creer en mi persona, ser mi maestra y cambiar la forma en la que interactúo con mi entorno.

Al Dr. Tulio Arredondo Moreno por compartir conmigo su fino y amplio conocimiento en la rama de la eco fisiología vegetal. Por integrarme con gusto a su grupo de investigación y por todas sus observaciones.

Al Dr. Leonardo Chapa Vargas por compartir su gusto y pasión con la observación y todo tipo de detalles presentes en la naturaleza y la maravillosa y excelsa estadística.

Al Dr. Carlos Alfonso Muñoz Robles. Gracias Dr. Aprendí mucho de usted sobre lo que es el tema de como uno debe de organizar y presentar resultados, de cómo muchas veces lo más simple y concreto puede ser lo mejor.

A los técnicos académicos de la División de Ciencias Ambientales: M.C. Guillermo Vidriales Escobar, M.C. Dulce Partida Gutiérrez. Y en especial mención a M.C. Juan Pablo Rodas Ortíz y M.C. Alejandra Colunga Álvarez por su impecable apoyo en las labores procesales de Muestras y logística en los laboratorios de la división.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en especial al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas.

Al Instituto Tecnológico de Sonora y al Programa Mexicano del Carbón por haberme dado la oportunidad de participar en la primera escuela de verano. Un agradecimiento muy en especial al Dr. Enrico Yépez González y a la M.C. Martha Vargas Terminel.

A mis profesores de la división, Elisabeth Huber, Tulio Arredondo, Leonardo Chapa, René Rangel, Luis Felipe Cházaro, Cesar Nieto, Francisco Javier Cervantes, Esmeralda López, Sonia Arriaga, Berenice Celis, Felipe Alatraste Mondragón, Felipe Barragán y David Douterlougne.

Al Sr. Pedro Nájera

A los Sres. Antonio Rosas Guerrero, Jaime Rosas Rodríguez, Jorge Hernández Martínez y Antonio Arias Duran.

## Contenido

	Página
<b>Constancia de la aprobación de tesis</b>	<b>i</b>
<b>Créditos institucionales</b>	<b>ii</b>
<b>Acta de examen</b>	<b>iii</b>
<b>Dedicatorias</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>Contenido</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de cuadros</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de imágenes</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de anexos</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>xix</b>
<b>Resumen</b>	<b>xxiv</b>
<b>Abstract</b>	<b>xxvi</b>

## Lista de Cuadros

Cuadro 2.1. Caracterización de la producción forrajera de los agostaderos.....	37
Cuadro 2.2. Caracterización de la carga animal presente en el agostadero.....	37
Cuadro 2.3. Diseño experimental para la riqueza y diversidad del agostadero...	40
Cuadro 2.4. Diseño experimental para la organización del paisaje.....	43
Cuadro 2.5. Diseño experimental para el análisis de la superficie del suelo.....	43
Cuadro 2.6. Intensidades de precipitación y frecuencia de aparición.....	45
Cuadro 2.7. Diseño experimental respuestas ecohidrológicas del paisaje.....	55
Cuadro 3.0. Variables biofísicas caracterizando los parches de vegetación con <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> y los micrositos de biocostra, suelo desnudo con piedras y suelo desnudo en los interespacios de las comunidades de pastizal y matorral.....	73

## Lista de Imágenes

Imagen 2.1. Mapa de elevaciones del estado.....	35
Imagen 2.2. Mapa de temperaturas medias en el estado.....	35
Imagen 2.3. Mapa de la distribución de la precipitación en el estado.....	36
Imagen 2.4. Mapa del origen de los suelos y vegetación predominante del sitio de estudio.....	36
Imagen 2.5. Mapa del material parental y relieve topográfico del sitio.....	37
Imagen 2.6. Ubicación de las comunidades y orientaciones dentro del sitio.....	38
Imagen 2.7. Descripción del simulador de lluvia y de los micrositos.....	46
Imagen 2.8. Descripción del funcionamiento y mediciones de la simulación.....	47
Imagen 2.9. Descripción de la profundidad de la infiltración de la simulación.....	48
Imagen 2.10. Recolección y tratamiento de la escorrentía recolectada.....	48
Imagen 2.11. Características generales del micrositio <i>Melinis repens</i> .....	49
Imagen 2.12. Características generales del micrositio <i>Buchloe dactyloides</i> .....	50
Imagen 2.13. Características generales del micrositio <i>Mimosa aculeaticarpa</i> .....	50
Imagen 2.14. Características generales del micrositio <i>Dalea bicolor</i> .....	51
Imagen 2.15. Características generales de las biocostras del suelo.....	51
Imagen 2.16. Características generales del suelo con rocas.....	51
Imagen 2.17. Características generales de los suelos desnudos.....	52
Imagen 2.18. Caracterización de la biomasa radical de los sitios.....	53
Imagen 2.19. Caracterización de la densidad aparente de los sitios.....	54



1) INTRODUCCIÓN.....	28
2) MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
2.1. Área de estudio.....	34
2.2. Sitio de estudio.....	38
2.3. Caracterización de la vegetación.....	38
2.3.1. Curva de acumulación de especies.....	39
2.3.2. Índice de diversidad de especies ( $\alpha$ ).....	39
2.3.3. Diseño experimental y análisis estadística de la riqueza de especies.....	39
2.4. Evaluación del funcionamiento del paisaje (LFA) y de la superficie de suelo (SSA).....	40
2.4.1. Numero de parches.....	40
2.4.2. Frecuencia relativa de parches dominados por <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Mimosa aculeaticarpa</i> .....	40
2.4.3. Área total de parche.....	41
2.4.4. Longitud promedio de interespacio.....	41
2.4.5. Rango promedio de interespacio.....	41
2.4.6. Índice de organización de paisaje.....	42
2.4.7. Pruebas de la evaluación de la superficie de suelo (SSA).....	42
2.4.8. Diseño experimental y análisis estadística del LFA y SSA.....	43
2.5. Simulación de lluvia para la evaluación de procesos ecohidrológicos.....	43
2.5.1 Descripción del simulador.....	45
2.5.2 Descripción de la simulación de lluvia.....	45
2.5.3 Descripción de las variables eco-hidrológicos.....	46
2.5.4 Caracterización de los micrositos donde se aplicó la simulación de lluvia...	49
2.5.5 Diseño experimental y análisis estadísticas para caracterizar las respuestas hidrológicas.....	55
3) RESULTADOS	
3.1 Caracterización de la vegetación.....	56
3.2 Funcionamiento del paisaje (LFA) Y de la superficie de suelo (SSA).....	58
3.3 Simulación de lluvia para la evaluación de procesos ecohidrológicos.....	61
4) DISCUSIÓN.....	84
5) SÍNTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES.....	92

6) BIBLIOGRAFÍA.....	93
7) APÉNDICE (CUADROS, MAPAS, FIGURAS AND GRAFICAS)	
ANEXO I    Curva de rarefacción y lista de especies.....	97
Total de especies acumuladas en tres comunidades y dos orientaciones.....	97
Lista de especies pertenecientes al grupo funcional arbustivo.....	98
Lista de especies pertenecientes al grupo funcional gramíneas.....	99
Lista de especies pertenecientes al grupo funcional herbáceas.....	100
Lista de especies pertenecientes al grupo funcional suculentas....	102
Lista de especies pertenecientes a plantas no vasculares.....	103
ANEXO II    Análisis de varianza.	
<b>Cuadro I:</b> ANOVA para la riqueza total de especies de dos comunidades vegetativas dominantes y dos exposiciones.....	104
<b>Cuadro II:</b> ANOVA para la diversidad total de especies de dos comunidades vegetativas dominantes y dos exposiciones.....	104
<b>Cuadro III:</b> ANOVA para el número de parches por cada diez metros en los transectos de dos exposiciones y dos comunidades vegetativas.....	104
<b>Cuadro IV:</b> ANOVA para la frecuencia de ocupación longitudinal de cada transecto (transformado a raíz cuadrada) de dos exposiciones y dos comunidades.....	105
<b>Cuadro V:</b> ANOVA para el área total de parches en los transectos (transformación a logaritmo) de dos exposiciones y dos comunidades.....	105
<b>Cuadro VI:</b> ANOVA para la longitud promedio de los interespacios en los transectos de dos exposiciones y dos comunidades.....	106
<b>Cuadro VII:</b> ANOVA para el rango longitudinal promedio de los interespacios en los transectos de dos exposiciones y dos comunidades.....	106
<b>Cuadro VIII:</b> ANOVA para el índice de organización de paisaje de los transectos en dos exposiciones y dos comunidades.....	106
<b>Cuadro IX:</b> ANOVA de tiempo de inicio de escorrentía (minutos) (transformación logarítmica) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositos.....	107

<b>Cuadro X:</b> ANOVA de tiempo a la escorrentía máxima (minutos) en una simulación de lluvia de dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	107
<b>Cuadro XI:</b> ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	107
<b>Cuadro XII:</b> ANOVA de la tasa de escorrentía promedio (mm/h) (transformación 1/X) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	108
<b>Cuadro XIII:</b> ANOVA del factor de la pendiente (transformación logaritmo base 10) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	108
<b>Cuadro XIV:</b> ANOVA de la profundidad del frente húmedo (centímetros) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	108
<b>Cuadro XV:</b> Modelo de regresión lineal simple entre la tasa de escorrentía promedio (mm/h) y valores del índice SSA en una simulación de lluvia en dos comunidades.....	109
<b>Cuadro XVI:</b> Modelo de regresión lineal simple entre la producción de sedimento ( $\text{gr/m}^2$ ) y valores del índice SSA en una simulación de lluvia en dos comunidades.....	109
<b>Cuadro XVII:</b> ANOVA de los sedimentos colectados ( $\text{gr/m}^2$ ) en una simulación de lluvia en dos comunidades y dos tipos de micrositios.....	109
<b>Cuadro XVIII:</b> ANOVA del tiempo de inicio de la escorrentía (minutos) en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	110
<b>Cuadro XIX:</b> ANOVA del tiempo para alcanzar la escorrentía máxima en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	110
<b>Cuadro XX:</b> ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura.....	110
<b>Cuadro XXI:</b> ANOVA de la escorrentía promedio (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	110
<b>Cuadro XXII:</b> ANOVA del coeficiente de pendiente en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	111
<b>Cuadro XXIII:</b> ANOVA de la profundidad del frente húmedo (cm) (transformación logarítmica) en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	111

<b>Cuadro XXIV:</b> ANOVA del total de sedimentos (gr/m <sup>2</sup> ) en una simulación de lluvia en dos comunidades y tres tipos de cobertura de suelo.....	111
<b>Cuadro XXV:</b> ANOVA del tiempo de inicio de la escorrentía (minutos) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura.....	112
<b>Cuadro XXVI:</b> ANOVA del tiempo al pico de escorrentía (minutos) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura.....	112
<b>Cuadro XXVII:</b> ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura vegetal.....	112
<b>Cuadro XXVIII:</b> ANOVA de la tasa promedio de escorrentía (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura.....	113
<b>Cuadro XXIX:</b> ANOVA del factor de la pendiente (transformado a raíz cuadrada) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura.....	113
<b>Cuadro XXX:</b> ANOVA de la profundidad del frente húmedo (centímetros) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura vegetal.....	113
<b>Cuadro XXXI:</b> ANOVA del total de sedimentos (gr/m <sup>2</sup> ) en una simulación de lluvia en dos comunidades y cuatro tipos de cobertura.....	114
<b>Cuadro XXXII:</b> ANOVA para la pendiente en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	114
<b>Cuadro XXXIII:</b> ANOVA para la pendiente en las parcelas de dos comunidades vegetativas en tres tipos de cobertura de suelo.....	114
<b>Cuadro XXXIV:</b> ANOVA para la pendiente en las parcelas de dos comunidades vegetativas en cuatro tipos de cobertura.....	115
<b>Cuadro XXXV:</b> ANOVA para la rugosidad (transformado raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas en dos tipos de micrositio.....	115
<b>Cuadro XXXVI:</b> ANOVA para la rugosidad (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	115

<b>Cuadro XXXVII:</b> ANOVA para la rugosidad en las parcelas (transformado a logaritmo) de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	116
<b>Cuadro XXXVIII:</b> ANOVA para la cobertura vegetal (transformado a seno) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	116
<b>Cuadro XXXIX:</b> ANOVA para la cobertura vegetal en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura.....	116
<b>Cuadro XL:</b> ANOVA para la cobertura vegetal en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	116
<b>Cuadro XLI:</b> ANOVA para la cobertura de mantillo (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	117
<b>Cuadro XLII:</b> ANOVA para la cobertura de mantillo en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura.....	117
<b>Cuadro XLIII:</b> ANOVA para la cobertura de mantillo en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura.....	117
<b>Cuadro XLIV:</b> ANOVA para la cobertura de biocostra (transformación arcoseno) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	118
<b>Cuadro XLV:</b> ANOVA para la cobertura de biocostra (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	118
<b>Cuadro XLVI:</b> ANOVA para la cobertura de biocostra (transformado raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	118
<b>Cuadro XLVII:</b> ANOVA para la cobertura total (transformado logarítmico) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	119
<b>Cuadro XLVIII:</b> ANOVA para la cobertura total (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	119
<b>Cuadro XLIX:</b> ANOVA para la cobertura total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	119

<b>Cuadro L:</b> ANOVA para la cobertura sin biocostra (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	120
<b>Cuadro LI:</b> ANOVA para la cobertura sin biocostra (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	120
<b>Cuadro LII:</b> ANOVA para la cobertura sin biocostra en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	120
<b>Cuadro LIII:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad hasta 5 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	121
<b>Cuadro LIV:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad hasta 5 cm (transformado a seno) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	121
<b>Cuadro LV:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad hasta 5 cm (transformado raíz cuadrada) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	121
<b>Cuadro LVI:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad de 5 a 10 cms en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	122
<b>Cuadro LVII:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad 5-10 cm (transformado a seno) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	122
<b>Cuadro LVIII:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad 5-10 cm total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	122
<b>Cuadro LIX:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad de 10 a 20 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	123
<b>Cuadro LX:</b> ANOVA para la biomasa radical profundidad de 10-20 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	123
<b>Cuadro LXI:</b> ANOVA para la biomasa radical 10-20 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	123

<b>Cuadro LXII:</b> ANOVA para la biomasa radical total (transformado a 1/log) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	124
<b>Cuadro LXIII:</b> ANOVA para la biomasa radical total (transformado a arcoseno) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	124
<b>Cuadro LXIV:</b> ANOVA para la biomasa radical total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura.....	124
<b>Cuadro LXV:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco profundidad hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	125
<b>Cuadro LXVI:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	125
<b>Cuadro LXVII:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	125
<b>Cuadro LXVIII:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 5 a 10 cms en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	126
<b>Cuadro LXIX:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 5-10 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	126
<b>Cuadro LXX:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco 5-10 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	126
<b>Cuadro LXXI:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10 a 20 cms en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	127
<b>Cuadro LXXII:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10-20 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	127
<b>Cuadro LXXIII:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10-20 cm total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	127
<b>Cuadro LXXIV:</b> ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo hasta 5 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos	

comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio.....128

**Cuadro LXXV:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua de suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....128

**Cuadro LXXVI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua de suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....128

**Cuadro LXXVII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 5 a 10 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes.....129

**Cuadro LXXVIII:** ANOVA para el contenido gravimétrico del suelo húmedo 5-10cm (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....129

**Cuadro LXXIX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo 5-10 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....129

**Cuadro LXXX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10 a 20 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....130

**Cuadro LXXXI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10-20 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....130

**Cuadro LXXXII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10-20 cm (Transformado a logaritmo) en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....130

**Cuadro LXXXIII:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....131

**Cuadro LXXXIV:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....131

**Cuadro LXXXV:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....131



<b>Cuadro LXXXVI:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	132
<b>Cuadro LXXXVII:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	132
<b>Cuadro LXXXVIII:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	132
<b>Cuadro LXXXIX:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en dos tipos de micrositio.....	133
<b>Cuadro XC:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en tres tipos de cobertura de suelo.....	133
<b>Cuadro XCI:</b> ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm total en las parcelas de dos comunidades vegetativas dominantes en cuatro tipos de cobertura vegetal.....	133

ANEXO III Hidrogramas.

Hidrograma III-1: Tasa de esorrentía (mm/hora) de dos comunidades y de los dos micrositos.....	134
Hidrograma III-2: Tasa de esorrentía (mm/hora) de dos comunidades y tres tipos distintos de cobertura de suelo.....	135
Hidrograma III-3: Tasa de esorrentía (mm/hora) de dos comunidades y cuatro tipos distintos de cobertura vegetal.....	136

#### ANEXO IV Figuras.

Figura 4. Pendiente promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....137

Figura 5. Rugosidad promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....137

Figura 6. Cobertura vegetal promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....137

Figura 7. Cobertura de mantillo promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....137

Figura 8. Cobertura de biocostra promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....138

Figura 9. Cobertura total promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....138

Figura 10. Cobertura sin costra promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....138

Figura 11. Biomasa radical de (0-5 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....138

Figura 12. Biomasa radical de (5-10 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....139

Figura 13. Biomasa radical de (10-20 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....139

Figura 14. Biomasa radical total considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....139

Figura 15. Humedad suelo seco (0-5 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....139

Figura 16. Humedad suelo seco (5-10 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....140

Figura 17. Humedad suelo seco (10-20 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....140

Figura 18. Humedad suelo post simulación (0-5 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....140

Figura 19. Humedad suelo post simulación (5-10 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....	140
Figura 20. Humedad suelo post simulación (10-20 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....	141
Figura 21. Densidad aparente del suelo (0-5 cm) considerando dos tipos de cobertura de sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....	141
Figura 22. Densidad aparente del suelo (5-10 cm) considerando dos tipos de cobertura de sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....	141
Figura 23. Densidad aparente del suelo (10-20 cm) considerando dos tipos de cobertura de sitio (parche, interespacio) y dos comunidades.....	141
Figura 24. Pendiente promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	142
Figura 25. Rugosidad promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	142
Figura 26. Cobertura vegetal promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	142
Figura 27. Cobertura de mantillo promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	142
Figura 28. Cobertura de biocostra promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	143
Figura 29. Cobertura total promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	143
Figura 30. Cobertura sin costra promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	143
Figura 31. Biomasa radical (0-5cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	143

Figura 32. Biomasa radical (5 a 10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....144

Figura 33. Biomasa radical (10 a 20cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....144

Figura 34. Biomasa radical total considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....144

Figura 35. Humedad suelo seco (0-5 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....144

Figura 36. Humedad suelo seco (5-10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....145

Figura 37. Humedad suelo seco (10-20 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....145

Figura 38. Humedad suelo post simulación (0-5 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....145

Figura 39. Humedad suelo post simulación (5-10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....145

Figura 40. Humedad relativa post simulación (10-20 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....146

Figura 41. Densidad aparente del suelo (0-5 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....146

Figura 42. Densidad aparente del suelo (5-10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....146

Figura 43. Densidad aparente del suelo (10-20 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades.....	146
Figura 44. Pendiente promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	147
Figura 45. Rugosidad promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	147
Figura 46. Cobertura vegetal promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	147
Figura 47. Cobertura de mantillo promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	147
Figura 48. Cobertura de biocostra promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	148
Figura 49. Cobertura total promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	148
Figura 50. Cobertura sin costra promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	148
Figura 51. Biomasa radical (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	148
Figura 52. Biomasa radical de (5-0 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	149
Figura 53. Biomasa radical de (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	149

Figura 54. Biomasa radical total de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	149
Figura 55. Humedad suelo seco (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	149
Figura 56. Humedad suelo seco (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	150
Figura 57. Humedad suelo seco (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	150
Figura 58. Humedad suelo post-simulación (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	150
Figura 59. Humedad suelo post-simulación (5-10 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	150
Figura 60. Humedad suelo post-simulación (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	151
Figura 61. Densidad aparente del suelo (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	151
Figura 62. Densidad aparente del suelo (5-10 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	151
Figura 63. Densidad aparente del suelo (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos <i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , arbustos: <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i> ) y dos comunidades.....	151

## Resumen

Las zonas áridas representan grandes, complejos y muy diversos ecosistemas que cubren alrededor del 40% de la superficie terrestre. En general todas las zonas áridas comparten la característica de ser sitios con altas tasas de evapotranspiración potencial y una alta heterogeneidad espaciotemporal en la precipitación, dando como resultado patrones diversos en la cobertura vegetal presente combinados con espacios de suelo expuesto denominados interespacios. Esta matriz específica de cobertura vegetal intercalada con interespacios ejerce una gran influencia sobre los procesos ecohidrológicos tales como la escorrentía y la infiltración del agua. Por lo tanto se sugiere que la riqueza y diversidad de especies serán influenciadas por la orientación de la pendiente y ubicación geográfica dentro del paisaje. De la misma manera la forma en que el paisaje esté estructurado en interacción con la orientación y topografía influyen en los procesos ecohidrológicos a nivel de los ecosistemas y comunidades vegetales. El objetivo de este estudio es examinar el efecto de factores de estado orientación de la pendiente, topografía en la riqueza de las especies vegetales y en la funcionalidad del paisaje considerando comunidades dominados por arbustos y gramíneas. A escala de las dos comunidades dominantes se compararon el efecto de cuatro tipos de parches de vegetación y tres tipos sin vegetación en procesos ecohidrológicos; esta parte del estudio se realizó únicamente en las comunidades con orientación de la pendiente al norte. El estudio se llevó a cabo en un rancho privado con pastoreo moderado en Santo Domingo, San Luis Potosí. La riqueza de las especies vegetales difirió entre la orientación norte con 26 especies y la sur con 20 especies ( $P=0.014$ ). El índice de diversidad fue distinto, considerando las dos orientaciones, 1.25 para el norte y 1.17 para el sur ( $P=0.002$ ). Mientras que las laderas orientadas hacia el norte presentaron el doble de número de parches por transecto en la zona dominada por pastizal que en el matorral, en la orientación sur el efecto fue el opuesto, ahí se presentaron más parches en la zona dominada por matorral que en la zona dominada por el pastizal ( $P=0.0002$ ). Considerando el área de parches, en general con exposición al norte fue mayor en los matorrales que en los pastizales, y con exposición al sur mayor en los pastizales que los matorrales ( $P=0.0002$ ). En los pastizales, los parches de vegetación formados por gramíneas produjeron menores tasas de escorrentía ( $P=0.005$ ) y menos sedimentos ( $P=0.002$ ) que los interespacios. Entre los diversos tipos de interespacio, las biocostras retardaron al doble de tiempo el inicio de la escorrentía ( $P=0.002$ ) y redujeron significativamente la tasa pico ( $P=0.005$ ) y promedio ( $P=0.001$ ) de escorrentía, así como la producción de sedimentos ( $P=0.003$ ) sobre micrositios de suelo desnudo o de suelo con fragmentos de roca. En la comparación del funcionamiento de todos los parches a nivel de especies, la especie nativa *Buchloe dactyloides* presentó consistente y significativamente respuestas eco hidrológicas diferentes, retardó el inicio de la



escorrentía ( $P=0.002$ ) redujo las tasas pico ( $P=0.002$ ) y promedio ( $P=0.001$ ) de escorrentía, presentó una mayor infiltración de agua ( $P=0.003$ ) y menor pérdida de suelos ( $P=0.002$ ) comparado con la especie exótica *Melinis repens* y las arbustivas *Dalea bicolor* y *Mimosa aculeaticarpa*. Los esfuerzos de monitoreo sirven para examinar el efecto de la vegetación en la funcionalidad del paisaje. Los resultados confirman que un potencial manejo de ganado debería buscar incrementar el número y área de los parches de la especie *Buchloe dactyloides* y que las costras biológicas de suelo prevalecen en los interespacios. Un análisis funcional del paisaje a escala local y topográfica permitió entender el papel de arbustos y gramíneas en procesos ecohidrológicos.

## Abstract

Drylands represent vast, complex and diverse ecosystems covering 40% of the global land mass. All drylands have two fundamental characteristics in common: high rates of evapotranspiration and high spatiotemporal heterogeneity in precipitation, together generating discontinuous vegetation cover and areas of open vegetation-free soil called interspaces. This open vegetation structure and specific cover types of interspaces may greatly influence ecohydrological processes such as infiltration in dryland ecosystems. Hence, in dryland landscape with pronounced topography the number and size of vegetation patches together with interspace characteristics determine distinct dryland hydrological functional responses. The objective of this study was to examine the effects of the state factors orientation and topography on the richness of plant species and on the functionality of landscapes considering plant communities dominated by shrubs and grasses. At the scale of two plant community types, we compared the effect of four vegetation patch types and three interspace microsites on ecohydrological processes; this aspect of the study was only conducted in the north-exposed plant communities. This study was conducted in a private rangeland with moderate grazing in Santo Domingo, San Luis Potosi. Species richness differed between North (26) and South (20) exposed slopes ( $P=0.014$ ); also the diversity index differed with 1.25 in the North and 1.17 in the South slopes ( $P=0.002$ ). While N-exposed slopes presented twice as many vegetation patches per transect in grasslands than shrub-dominated communities, S-exposed slopes presented more patches in shrub-dominated communities than in grasslands ( $P=0.0002$ ). Patch area, however was larger in N-exposed shrublands than grasslands and larger in S-exposed grasslands than shrublands ( $P=0.0002$ ). Grass patches produced lower runoff rates ( $P=0.005$ ) and less sediment ( $P=0.002$ ) than their associated interspaces. Among all interspace types, biocrusts clearly slowed down the initiation of runoff ( $P=0.002$ ), reducing the maximum ( $P=0.005$ ) and average ( $P=0.001$ ) rates of runoff and sediment production ( $P=0.003$ ) compared to bare soils and rocky soils. Comparing the functionality of vegetated patches, patches covered with the native species *Buchloe dactyloides* significantly delayed the beginning of runoff ( $P=0.002$ ), reduced the peak ( $P=0.002$ ) and average ( $P=0.001$ ) amount of runoff as well as favoring the local water budget by allowing greater depths of infiltration ( $P=0.003$ ) and less soil losses ( $P=0.002$ ) compared to other species present on the site. The exotic species *Melinis repens* although physiologically and morphologically similar to *Buchloe dactyloides* exhibited hydrological responses comparable with *Mimosa aculeaticarpa* and *Dalea bicolor*, the dominating shrub species in the landscape. Careful monitoring efforts serve to examine the effects of the vegetation on landscape functionality. Our results confirm that potential adaptive management of livestock should aim at increasing patch number and area of *Buchloe dactyloides* and by reclaiming open interspace areas

with biocrust. A landscape level functional analysis including local scale and topographic aspects, allows relating the role of shrubs and grasses in ecohydrological processes.

## I) INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas representan a vastos, complejos y muy diversos biomas que abarcan alrededor de 40% de la superficie total de la tierra (Reynolds et al. 2007) y ofrecen hogar a alrededor de dos mil millones de personas, de las cuales mil millones dependen directamente de los bienes y servicios que aportan los diversos ecosistemas de las zona áridas y semiáridas (UNCCD & Unep 2011). Los pastizales y matorrales son los ecosistemas más abundantes de las zonas áridas y semiáridas (Schlesinger et al. 1990) y en conjunto proveen un innumerable espectro de bienes y servicios ecosistémicos. Estos servicios de las zonas áridas son sometidos a una constante y creciente demanda de extracción de recursos y presiones al cambio de uso de suelo (Goldewijk 2001). El uso principal de las zonas áridas y semiáridas es la producción de ganadería doméstica (Safriel et al. 2005). La extraordinaria diversidad de los ecosistemas de las zonas áridas está basada por una alta riqueza de adaptaciones bióticas a un alto y diverso rango de climas (Noy Meir, 1973), desde climas hiperáridos donde el índice de aridez (IA: precipitación / evapotranspiración potencial) es menor a 0.05 hasta climas subhúmedas, donde el IA alcanza 0.65 (Foley et al. 2005).

En las zonas áridas el agua es el principal factor limitante para el crecimiento de las plantas, es por eso que la vegetación perenne, tanto de los pastizales como los matorrales solo cubre entre 10 a 50% de la superficie de suelo. Esta vegetación desarrolló diversos rasgos de crecimiento, características morfológicas y fisiológicas de tallos y raíces para incrementar el acceso y la absorción del agua y sobrevivir a su alta escasez (Noy Meir, 1973). Diferentes estudios observacionales han proyectado incrementos en la extensión de las zonas áridas y semiáridas a nivel global que se reflejan en un desplazamiento del índice de aridez de húmedo a subhúmedo, sub-húmedo a semiárido, semiárido a árido y de árido a hiper árido, así como un incremento general en el área total de las zonas áridas ( $5.8 \times 10^6 \text{ km}^2$ ) (Overpeck & Udall 2010)(Feng & Fu 2013).

Además de la precipitación y disponibilidad de agua existen otros factores abióticos que influyen en la distribución heterogénea de la vegetación tales como la topografía, el suelo y la geología. Aunado a esto, factores bióticos, como son los grupos funcionales dominantes de plantas (Figura 1), contribuyen a conformar lo que es la estructura funcional de los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas (Chapin et al. 2011). En particular, a nivel de paisaje en muchos casos (Whitford 2002), la distribución espacial de la vegetación es resultado de la interacción entre la geomorfología y factores edáficos en relación a sus efectos en la disponibilidad de agua en el suelo (Morello 1958, Rundel et al. 2007, Bisigato et al. 2009). En un paisaje montañoso, cada sección del paisaje recibirá una precipitación efectiva relacionada a cantidades distintas de precipitación incidente, tasas de

escorrentía/retención e infiltración, pérdida/acumulación de sedimentos, e irradiación diferentes (Simpson y Solbrig 1977). Conforme se aumente la pendiente en las laderas, se encontrarán suelos más someros y con una menor cobertura vegetal, inversamente en los piedemontes los suelos tendrán horizontes con mayor profundidad y existirá una mayor cobertura vegetal. La orientación de las laderas basado en una división entre el norte y sur también influirá de manera distinta en la distribución de la vegetación; dada una mayor incidencia de la radiación solar en la orientación sur se producirá una mayor tasa de evapotranspiración y por lo tanto, existirá una menor cantidad de agua disponible para la vegetación en las laderas orientadas hacia el sur que en laderas con orientación norte. La pendiente de las laderas y el pie de monte generará diferencias en la redistribución del agua en el paisaje afectando las tasas de infiltración y escorrentía, por lo tanto la tasa de procesos erosivos (Roig 1976). La interacción de estos factores genera un gradiente complejo de textura de suelo, disponibilidad de agua y temperatura, lo cual en conjunto determina la composición local de especies y grupos funcionales, como pastos o arbustos, en los diferentes sitios del paisaje (Bisigato et al. 2009).

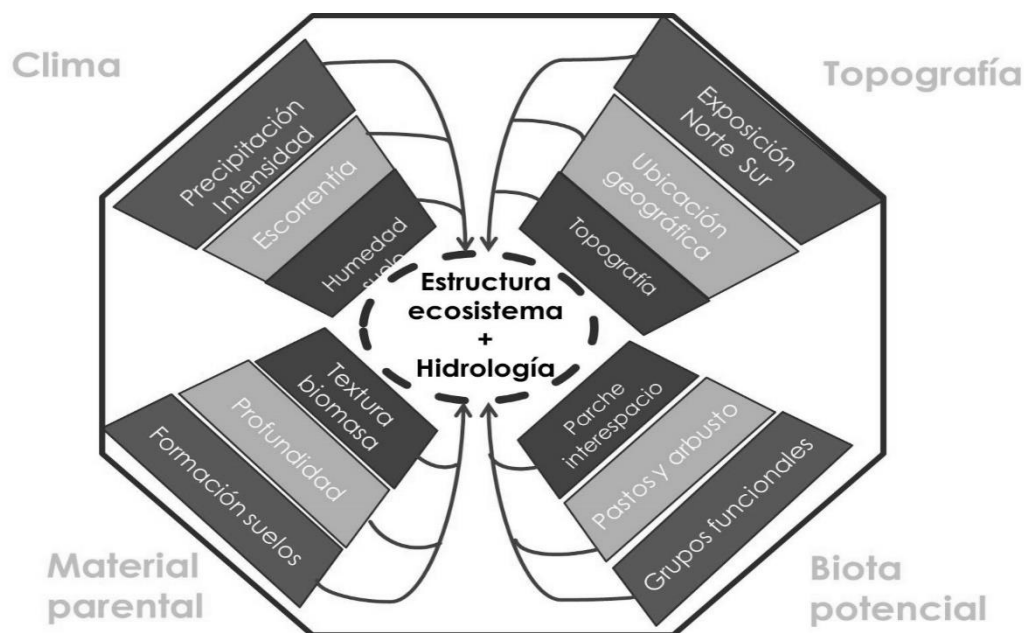


Figura 1.1: Modelo conceptual de los principales procesos asociados a los cuatro factores de estado principales (Clima, topografía, roca madre, biota potencial) que influyen en la estructura e hidrología de los ecosistemas áridos y semiáridos considerando diferentes escalas espaciales.

A nivel de laderas, la vegetación está organizada por un mosaico de dos fases constituido por la fase de parches compuestos por plantas de gramíneas, arbustos, árboles o suculentas y por la fase de áreas abiertas con escasa o nula vegetación (Tongway & Ludwig, 1997, Aguilar y Sala 1999, Tongway et al. 2012) (Ares et al. 2003) llamado interespacio. Dependiendo del legado de uso, tipo de perturbación y/o controles naturales (agua o viento), la vegetación forma parches irregulares, isodiamétricos, franjas o arcos (Tongway et al. 2012). Esta heterogeneidad espacial de la estructura de la vegetación se autorregula e influye en relación a los procesos ecológicos e hidrológicos y a su vez contribuye a la diversidad biótica (Watt 1947, Pickett and White 1985, Forman and Gordon 1986, Turner 1989). La cobertura vegetal disminuye la evaporación de agua de suelo y aumenta la capacidad de infiltración del suelo, con lo que se genera una retroalimentación positiva donde la cobertura vegetal facilita el crecimiento de plantas (HillerisLambers et al. 2001; D'Odorico et al. 2007). Sin embargo, en caso de que el manejo de pastoreo, sequías prolongadas u otros disturbios disminuyan la cobertura vegetal, el sistema cambia a otro régimen de retroalimentación que a su vez puede favorecer la disminución de la cobertura vegetal, escorrentía y la degradación de suelo (D'Odorico et al. 2007, 2013). Por lo tanto es fundamental, conocer y comprender el efecto de la interacción entre la topografía, la orientación de laderas y el tipo y la estructura de la vegetación en los procesos ecohidrológicos.

A nivel global, se ha reportado que la riqueza de especies en covarianza con factores abióticos como la pendiente, textura de suelo, el clima y la elevación retroalimentan positivamente la multifuncionalidad de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, como el ciclaje de carbono, nitrógeno y fósforo (Maestre et al. 2013). Sin embargo, existe poco conocimiento sobre los efectos de la riqueza de grupos funcionales (arbustos versus gramíneas) en los procesos ecohidrológicos así como efecto que ejercen las especies arbustivas o de gramíneas en la redistribución superficial de agua siendo este proceso de alta importancia para la ecohidrología (Zalewski 2002). Experimentalmente se ha demostrado que una mayor riqueza de especies de gramíneas y herbáceas confiere una mayor resistencia a la sequía en pastizales, en donde las especies con mayor tolerancia a la sequía compensan la producción de biomasa aérea de las especies no tolerantes, que los pastizales con menor riqueza de especies (Tilman & Downing 1994). En ecosistemas de matorral, la cobertura arbustiva retroalimenta positivamente a la riqueza total de especies generando nichos para otras especies amortiguando los efectos de sequía en el funcionamiento del ecosistema (Gaitán et al., 2014). Considerando la abundancia de los grupos funcionales arbustivos en ecosistemas de las zonas áridas; existe una interacción non-lineal entre aridez y diversidad y entre aridez y multifuncionalidad de los ecosistemas áridas y semiáridas tal que la

diversidad y multifuncionalidad del ecosistema llega a un máximo con una abundancia intermedio (40%) de los arbustos, mientras declinan los dos variables cuando la abundancia de los arbustos es mayor o menor de 40%. Esta relación se observa principalmente en las zonas semiáridas, mientras que en las zonas áridas la relación entre multifuncionalidad y abundancia de arbustos es negativo y en zonas sub-húmedas la riqueza y multifuncionalidad de los ecosistemas aumentan de manera lineal con la presencia de arbustos (Soliveres et al. 2014).

El modificar un ecosistema mediante el cambio de uso de suelo con la finalidad de obtener una ganancia económica, generalmente puede ocasionar la pérdida de algunas especies, por lo que el monitoreo de los cambios es un factor importante a considerar (Midgley 2012). La perturbación como el pastoreo es un factor importante en la composición de las especies, sobre todo a escala local (Foley et al. 2005). Hay tres puntos importantes que justifican la comparación de la riqueza, composición y similitud de especies de plantas de diferentes comunidades en un paisaje, (1) se pueden perder servicios ecosistémicos importantes al perder una o más especies y consecuentemente perder funcionalidad ecosistémica, (2) pueden existir y aumentar la abundancia de especies exóticas consecuentemente alterar las condiciones físicas y bióticas y potencialmente desplazar o eliminar especies nativas, y (3) irreversibilidad de procesos funcionales con la pérdida de especies (Chapin et al. 2008).

Los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas se conforman generalmente por pastizales, matorrales o transiciones entre los dos tipos de ecosistemas donde coexisten arbustos y gramíneas. Especies cuya influencia funcional en los ecosistemas es similar se agrupan en grupos funcionales (Smith et al. 1997). El cambio en la dominancia y composición de estos grupos puede traer consecuencias y cambios en la estructura y funcionamiento de ecosistemas (Eldridge et al. 2013). Por ejemplo, la proliferación de especies leñosas (WPE, woody plant encroachment), que es un proceso complejo donde un pastizal se convierte en un matorral (Eldridge et al. 2011) con repercusiones en la distribución vertical y horizontal de la biomasa que influye en los ciclos biogeoquímicos. Es decir, con la invasión de arbustos en pastizales, la distribución del máximo volumen total de la biomasa en el suelo, se transfiere en la parte aérea en comunidades dominadas por arbustos. La proliferación de plantas leñosas no es en sí un factor de cambio, sino la consecuencia de cambios a corto, mediano y largo plazo de otros factores (cambio en la intensidad de pastoreo, incremento en la temperatura media, cambio en los regímenes del fuego, sequías prolongadas, incrementos en la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>) (Graz et al. 2008, Van Auken, 2009, Muñoz-Robles et al. 2011 a, b, Ratajczak et al. 2012). La proliferación de plantas leñosas de los ecosistemas de pastizales tiene efectos positivos, negativos o neutros (Soliveres et al. 2013). La

presencia de arbustos puede tener efectos positivos en los procesos ecohidrológicas, como la infiltración, la profundidad de los frentes húmedos y contenidos volumétricos de humedad de los suelos en parches arbustivos a escala de arbustos individuales (Soliveres et al. 2013). Al contrario, los efectos pueden ser negativos a escala de paisaje debido a que los doseles de parches arbustivos interceptan una mayor cantidad de agua lo que influye negativamente sobre los rendimientos de agua (Huxman et al. 2005). También, en ecosistemas de matorral se registra una mayor evapotranspiración que en los de pastizal (Eldridge et al. 2011). En muchos casos las comunidades de pastizal y matorral se consideran sistemas estables y totalmente diferentes, donde no comparten características comunes en cuanto a propiedades físicas, químicas, bióticas del suelo, banco de semillas, potencial de regeneración vegetativa y regímenes de disturbio (Okin et al. 2009). En situaciones donde la pérdida de cobertura o área total de pastizales está causado por pastoreo intensivo, cambios en las frecuencias de regímenes naturales de fuego, decrementos en la precipitación anual el área de cobertura y dominancia de arbustos aumenta de manera acelerado y muchas veces este cambio en la composición vegetal es irreversible haciendo inefectivo cualquier esfuerzo de restauración a pastizales que se implementa por parte de los gestores de la tierra (Archer 1989).

Para poder entender el efecto de la estructura de la vegetación en la redistribución del agua de la lluvia considerando diferentes grupos funcionales se requiere una caracterización de la organización del paisaje, es decir una descripción de la distribución espacial de la vegetación considerando sus principales componentes, los parches y los interespacios. Los parches de vegetación difieren en su tamaño (área), forma (extensión lateral), densidad (número de parches por área) y composición de especies, y por lo tanto la organización del paisaje por el mosaico de parches e interespacios influye en la infiltración y retención superficial de sedimentos, materia orgánica y propágulos (Noble & Brown 1997). El monitoreo constante de la distribución de estos dos componentes así como una buena caracterización inicial es crucial para poder determinar la funcionalidad biótica, integridad hidrológica y estabilidad de suelo de un paisaje. Es en la meso escala (< 10 hectáreas) y micro escala (< 10 metros<sup>2</sup>) (Tongway et al. 2003) donde los procesos ecosistémicos vitales ocurren y que permiten mantener al agua dentro del ecosistema y los nutrientes vitales para las comunidades disponibles (Ludwig & Tongway 1997). Por otro lado los interespacios, donde plantas vasculares están ausentes, se caracterizan por mosaicos de suelo desnudo, depósitos de sedimentos (fragmentos de rocas, mantillo, entre otros), y cobertura de la costra biológica de suelo (biocostras) compuesta por cianobacterias, microhongos, algas verdes, líquenes, y/o musgos (Belnap y Lange 2003). Las biocostras son un grupo funcional importante en los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas (Weber et al. 2016),



sin embargo, no existe conocimiento sobre si las biocostras colonizando los interespacios asociados a los grupos funcionales de arbustos y gramíneas influyen en los procesos ecohidrológicos de manera similar o distinta.

Ante este contexto de las zonas áridas se plantea la siguiente pregunta científica para este estudio: ¿Cómo influyen a) la orientación de la pendiente norte y sur en la riqueza y composición vegetal y b) en la estructura de los parches e interespacios en comunidades dominadas por arbustos y gramíneas y c) la cobertura de arbustos, gramíneas, biocostra y suelo desnudo en los procesos ecohidrológicos dentro de la matriz de gramíneas y arbustos?

#### HIPÓTESIS:

a) La diversidad y riqueza de la vegetación es más alta en la parte de la cima (más inclinada) que las laderas por la ausencia del impacto del ganado, mientras en la parte del piedemonte es mayor en el matorral que en pastizal por la alta proporción de especies no palatables de los arbustos. En los sitios con orientación sur, caracterizados por una alta exposición a la radiación solar la riqueza es menor que en los sitios con orientación norte.

b) La estructura y funcionalidad del paisaje es afectada de manera distinta en función de la orientación de la pendiente: en la orientación norte se encuentran menos parches, pero más grandes que en sitios con orientación sur, porque la retención de agua es mayor en sitios menos expuestos a la radiación solar. El tamaño de los parches formados en la matriz de las gramíneas es mayor que aquel asociado con los arbustos, por la forma de crecimiento clonal de las gramíneas.

c) Los parches de vegetación influyen los procesos ecohidrológicos y favorecen la infiltración en comparación a los interespacios. En la matriz de las gramíneas, los parches de la gramínea nativa *Buchloe dactyloides* exhiben el mayor potencial de infiltración de agua por el alto contenido de la materia orgánica originada por la presencia de las raíces, seguido por los parches de los arbustos *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa* y de la gramínea exótica *Melinis repens*. En la matriz de los arbustos, la infiltración en los parches en esta comunidad es menor, porque en general la compactación del suelo (por el pisoteo del ganado) es mayor y la producción de la biomasa de raíces cerca de la superficie del suelo es menor. En los interespacios, la biocostra favorece la infiltración en comparación al suelo desnudo con o sin fragmentos de rocas, sin embargo, la presencia de estos fragmentos también retienen el agua y aumentan la infiltración en comparación del suelo desnudo. En general el escurrimiento y la producción de sedimentos es mayor en los diversos micro-sitios de parches e interespacios dentro de la matriz de arbustos que en la matriz de gramíneas.

## OBJETIVOS

Determinar la riqueza y composición de especies de la vegetación dominada por arbustos (matriz de arbustos) y gramíneas (matriz de gramíneas) en diferentes sitios topográficos con orientación de la pendiente norte y sur.

Comparar la funcionalidad del paisaje por las características de los parches e interespacio en matrices de vegetación dominadas por gramíneas y arbustos en sitios con alta (orientación sur) y baja (orientación norte) incidencia de radiación solar.

Examinar la escorrentía y la producción de sedimentos en parches formados por las gramíneas y arbustos más representativos considerando las características de las matrices de arbustos y gramíneas y comparar estas respuestas con las tasas de escorrentía y producción de sedimentos en interespacios formados por biocostras, suelo con fragmentos de rocas y suelo desnudo.

## 2) MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio comprende lo que son dos agostaderos, divididos a la mitad en la parte superior del cerro y delimitados por cercas de piedra acomodada. Dichos agostaderos constan cada uno con una superficie conjunta aproximada de 845 hectáreas y pertenecen al conjunto predial conocido actualmente como Fracc. II de la Ex Hacienda de Santo Domingo, ubicado en la localidad de Santo Domingo municipio de Santa María del Rio, S.L.P. Las principales condiciones biofísicas se presentan a continuación:

La geología del sitio de estudio está caracterizado por rocas ígnea extrusivas ácidas con predominancia de rocas de origen félsico, textura afinítica. La topografía está caracterizada por un relieve altamente irregular con un techo altitudinal alrededor de los 2050 msnm (Imagen 2.1). El clima de la zona es Köppen BSk seco semiárido frío, con una temperatura media de 16° C (Imagen 2.2) y una precipitación promedio anual de 385 milímetros (Imagen 2.3). El área de estudio está formada principalmente por los suelos litosoles eutrícos con una textura franca arenosa y con una profundidad máxima de 30 cm. La topografía está caracterizada por pendientes suaves y disecciones severas (Imagen 2.4). La vegetación dominante es el matorral xerófilo crasicale acompañado de vegetación secundaria como algunas franjas de pastizales naturales, nopaleras y mezquiales (Imagen 2.5) (ver lista de especies en Anexo I).

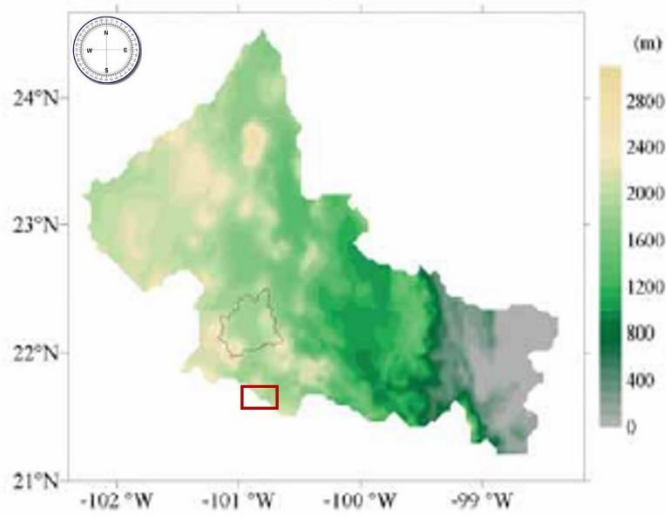


Imagen 2.1: Elevaciones altitudinales del estado de San Luis Potosí. Altitud de la zona de estudio oscila entre los 1760 a los 2050 msnm (Noyola-Medrano et. al, 2009).

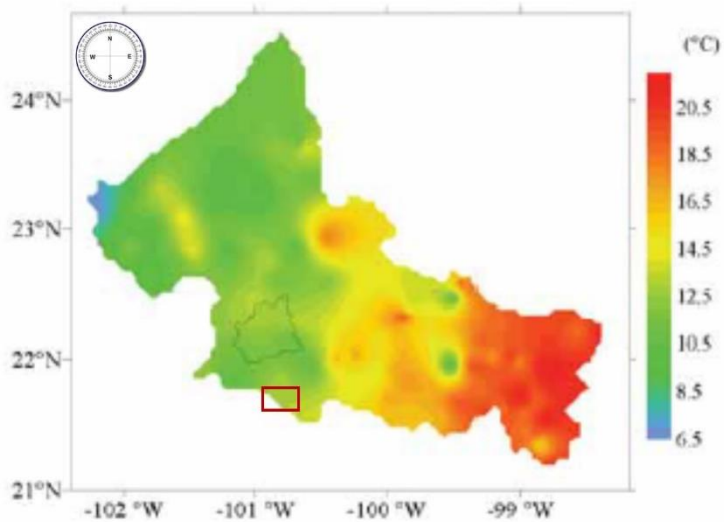


Imagen 2.2: Mapa de la distribución de la temperatura media anual en el estado de San Luis Potosí (Noyola-Medrano et. al, 2009)

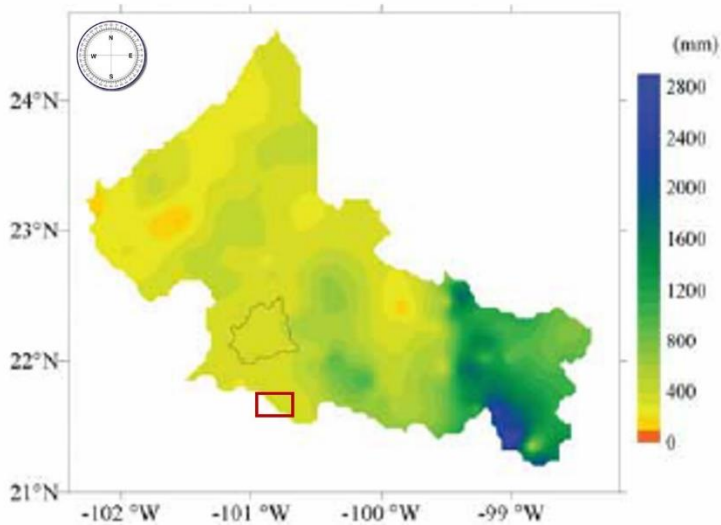


Imagen 2.3: Mapa la precipitación promedio del estado de San Luis Potosí (Noyola-Medrano et. al, 2009), así como la precipitación media anual 385 mm anuales en la estación de medición más cercana al sitio de estudio (CONAGUA, Estación Villela, 2015).

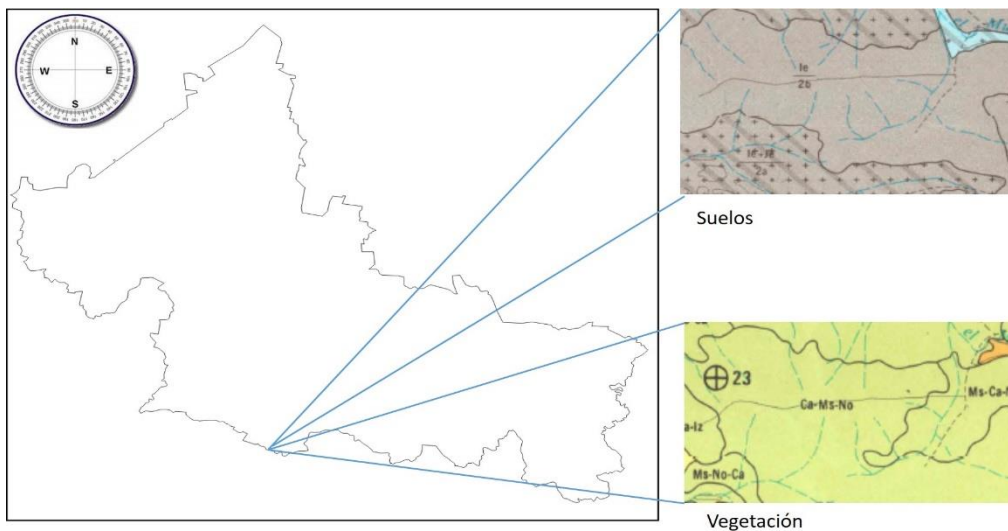


Imagen 2.4: Mapa de la composición de los suelos de la zona. Son litosoles eutríficos, de textura franco arenosa y profundidades someras de hasta 30 cms de profundidad con vegetación predominante de matorral xerófilo crasicale y franjas de pastizales naturales

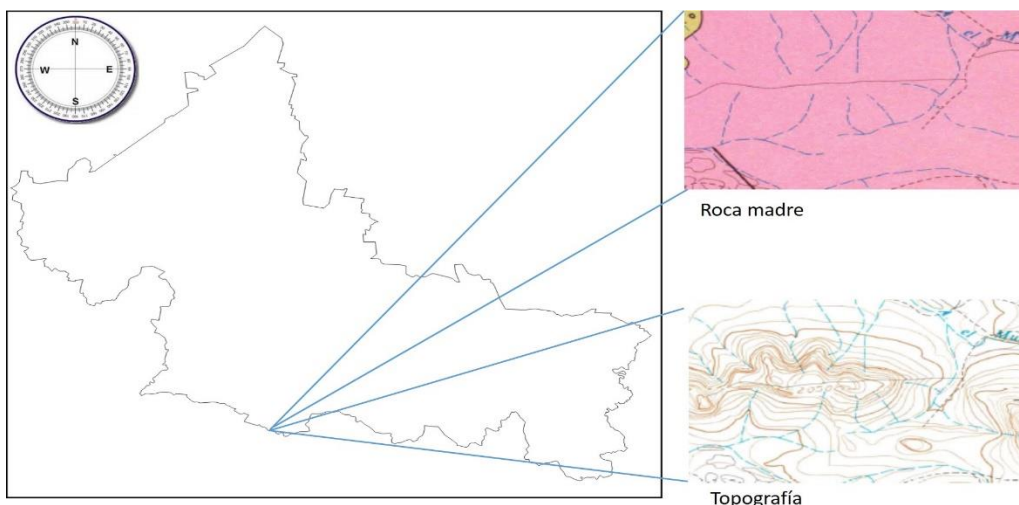


Imagen 2.5: Mapa del material parental predominante siendo este roca ígnea extrusiva félsica con relieves altamente accidentados e irregulares.

El área de estudio ha sido utilizada como pastoreo continuo desde aproximadamente el año de 1926 para la cría de ganado bovino. Se llevó a cabo un ajuste de carga animal en el año de 2011. Se determinó la producción de biomasa forrajera mediante 30 muestreos de cuadrados de 1m<sup>2</sup> distribuidos aleatoriamente en las 845 hectáreas, para ello se colectó la biomasa aérea y se determinó el peso fresco y se secó (en horno a 60°C a temperatura constante hasta peso constante) (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1: Especificaciones de cómo se caracterizó la producción total de forraje para los potreros del Bayo y Varal, se calculó en base al promedio del muestreo en base a Materia seca, con un factor de utilización de forraje del 70%. (MS = materia seca, ha = hectárea.)

Superficie (ha)	Peso promedio (gr/m <sup>2</sup> )	Producción Kg MS/ha	Factor de uso	Forraje disponible Kg MS/ha	Forraje Potrero Kg MS/año
<b>445</b>	58.83	588.3	0.7	411.81	183255
<b>400</b>	55.03	550.3	0.7	385.21	154084

Cuadro 2.2: Caracterización de la carga animal total y del coeficiente de agostadero para los potreros del Bayo y Varal, Fracc II. Ex Hda. Sto. Domingo (MS = materia seca, Ha = hectárea, U.A = Unidad animal)

Forraje Total	Unidad Animal	Consumo Kg(MS)/vaca	Consumo Anual	UNIDADES ANIMAL /ha	Factor Rotación	C.A real	Has/ U.A
---------------	---------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	----------	----------

Anual (Kgs)							
183255	550	15.5	5657.5	32.39159523	1.5	48.05	9.15
154084	550	15.5	5657.5	27.2353513	1.5	40.66	9.75
					TOTAL	89.44	10.06

En general el impacto del pastoreo animal ha sido similar para ambos predios en cuanto a las cargas animales con un promedio de 77.8 U.A /año; así como coeficientes de agostadero muy similares con 9.15 y 9.75 hectáreas por unidad animal contado a partir del 2012 a la fecha.

## 2.2. Sitio de estudio:

El sitio de estudio cuenta con la particularidad de tener un cerro orientado oeste a este divisorio entre dos potreros. Generando de esta manera un contraste geográfico que da como resultado una orientación norte y una orientación sur. A estas dos orientaciones se pueden diferenciar tres franjas de elevaciones distintas con diferentes vegetaciones dominantes a las que se les denominó cima, ladera y pie de monte.

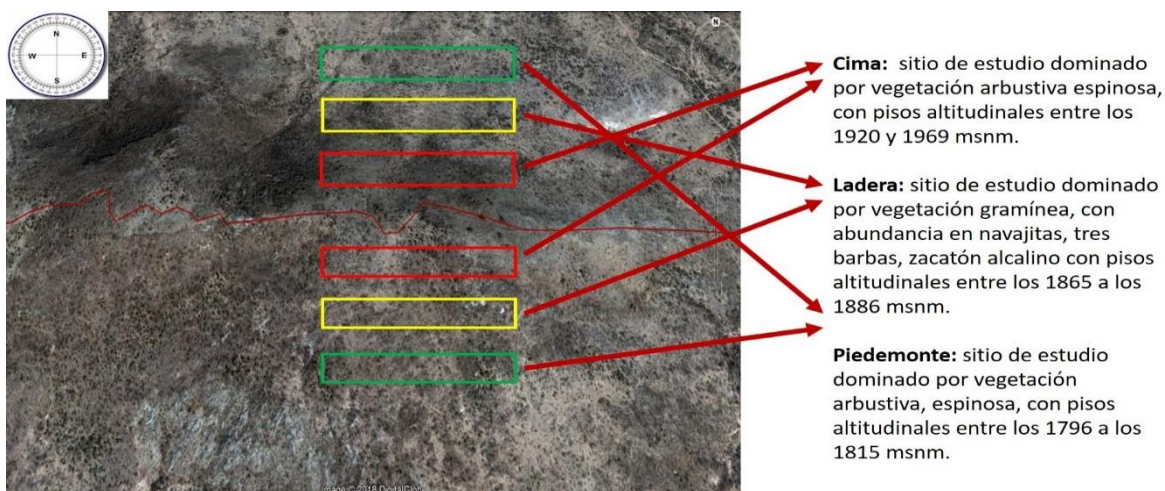


Imagen 2.6: Foto del sitio de estudio con las tres zonas de muestreo en la ladera con orientación de la pendiente norte (los tres rectángulos arriba) y en la ladera con orientación de la pendiente sur (los tres rectángulos abajo).

## 2.3. Caracterización de la vegetación

Entre el periodo del 26 de agosto al 6 de septiembre del año 2016, se caracterizó la vegetación (riqueza, composición, cobertura) en dos laderas con orientación norte

y sur. Dentro de cada pendiente se distinguieron tres zonas: cima, ladera y piedemonte (Imagen 2.6). En cada zona se establecieron 55 transectos distribuidos de la siguiente manera, orientación norte: cima 8 transectos, ladera 9 transectos, piedemonte 10 transectos; orientación sur: cima 8 transectos, ladera 10 transectos, piedemonte 10 transectos. Todos los transectos tienen una separación de 30 metros entre sí quedando orientados paralelos a las pendientes. De cada transecto se registraron las coordenadas de los dos puntos terminales, así como su elevación en msnm. A lo largo de cada transecto se registraron en 20 cuadrantes de 1.5 x 1.5 m la presencia de cada especie para su posterior cálculo de riqueza y cobertura vegetal.

### **2.3.1. Curva de acumulación de especies (riqueza total)**

Para lograr una descripción detallada de la riqueza del área de estudio, en el mes de agosto del 28 al 31 del año 2016, dentro de cada transecto descrito en la sección anterior, partiendo de la parte más elevada del transecto y del filo de la línea trazada, se colocó un cuadrante de 2.25 m<sup>2</sup>, dimensiones de (1.5 m x 1.5 m) siempre del lado izquierdo. De manera visual se registraban las especies presentes en cada cuadrante y se anotaba el total de especies observadas en un tabulador, desde el punto más alto Q<sub>1</sub> hasta el más bajo Q<sub>20</sub> de cada transecto. Si la especie se repetía se agregaba un punto a su nombre para calcular la frecuencia y si su presencia era nueva se agregaba al tabulador. Se registraron 20 cuadrantes por cada transecto.

### **2.3.2 Índice de diversidad total ( $\alpha$ )**

Dentro de cada cuadrante se anotó la frecuencia en la que aparecieron las especies a lo largo del transecto anotando su presencia, ausencia y el número total de especies que aparecieron en el transecto. Con esta información se determinó la diversidad en cada zona usando el índice de Shannon-Weiner, donde:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i ; \text{ donde } p_i = n_i/N$$

### **2.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico de la riqueza de especies.**

Para la evaluación de la riqueza y diversidad de la vegetación se aplicó el siguiente diseño experimental (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3: Tabla de contingencia para variables de respuesta de diversidad y de riqueza en dos orientaciones y tres comunidades.

<b>Riqueza y Diversidad</b>			
<b>Variables de respuesta:</b>			
- Riqueza total de especies			
- Diversidad de especies (Índice Shannon Weiner)			
Fuente de varianza	Niveles	Descripción de los niveles	Repeticiones
Orientación	2	Norte, Sur	27 norte, 28 sur
Posición topográfica	3	Cima, Ladera, Pie de monte.	16 para cima, 19 para ladera, 20 para pie de monte
<b>TOTAL</b>	10		55 transectos

#### 2.4. Evaluación del funcionamiento del paisaje (LFA) y de la superficie del suelo (SSA).

Mediante la evaluación de parámetros como la cantidad de parches y el área que ocupan los parches en todos los transectos del paisaje, así como la cantidad de espacio desprovista de vegetación se obtendrán datos que indican cómo se encuentra distribuida la vegetación como sumideros de recursos y los suelos desnudos como áreas susceptibles a la pérdida de recursos así como la probable capacidad de los suelos para retener recursos.

##### 2.4.1 Numero de parches

A lo largo de los mismos transectos se registraron la longitud y ancho de cada parche de vegetación considerando los siguientes tres criterios: (a) se presenta una obstrucción al transcurso natural del agua pendiente abajo, (b) la obstrucción tiene componentes bióticos, y (c) la obstrucción es permanente a través del tiempo.

$$P_n = \sum_{i=1}^n P_i \rightarrow P_n \text{ donde } P = \text{parche}$$

##### 2.4.2 Frecuencia relativa de parches dominados por *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*

Para cada parche se registró la especie dominante, ya fuese que el parche estuviese compuesto por el 100% de la misma especie o tuviera una proporción de 70% de la especie dominante con 30% de otras especies. Se puso especial atención



en las especies *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*.

### 2.4.3 Área total de parche

El área total del parche se obtuvo por multiplicar el largo de los parches que tocaba cada transecto por el ancho de cada parche. Aunque existiesen espacios entre las especies de un mismo parche y si había evidencia de retención de recursos, se consideraba un solo parche. En caso de parches irregulares siempre se consideró la longitud más larga de todos los parches.

$$A_{total\ Parches} = \sum_{i=1}^n AP_i \rightarrow AP_n \text{ donde}$$

$A$  = area de parche (Largo \* ancho) de parche 1 hasta el parche  $n$

### 2.4.4 Longitud promedio de interespacio

Partiendo de la varilla superior de cada transecto, la longitud promedio del interespacio se midió sistemáticamente desde el punto inferior que tocaba el transecto al parche previamente delimitado, hasta el primer punto superior del siguiente parche delimitado, siguiendo la pendiente dominante hasta llegar a la varilla inferior. El transecto podía comenzar ya fuese en un interespacio o en un parche. Se anotaron todas las entradas en una matriz de datos para poder calcular la variable.

$$IE_{prom} = \sum_{i=1}^n (IE_1 + IE_2 \dots + IE_n) / n \text{ donde}$$

$IE$  = Longitud del interespacio desde 1 hasta  $n$

### 2.4.5 Rango promedio de interespacio

De cada transecto se registraron tanto el interespacio más pequeño hasta el interespacio más largo, se anotaron ambos valores. Al restar del interespacio más largo el interespacio más chico se obtiene un rango de interespacio por cada transecto.

$$Rango\ IE_{prom} = \sum_{i=1}^n (RangoIE_1 + RangoIE_2 \dots + RangoIE_n) / n \text{ donde}$$

*Rango IE = Rango del interespacio en promedio desde 1 hasta n*

#### 2.4.6 Índice de organización de paisaje

La sumatoria de las longitudes promedio de todos los parches encontrados se suma y se dividen sobre la longitud total de cada transecto (30 metros). Aunque el índice nos indica que tanta proporción del transecto se encuentra vegetada, el método arroja otros parámetros a medir que generan parámetros cuantitativos de medición.

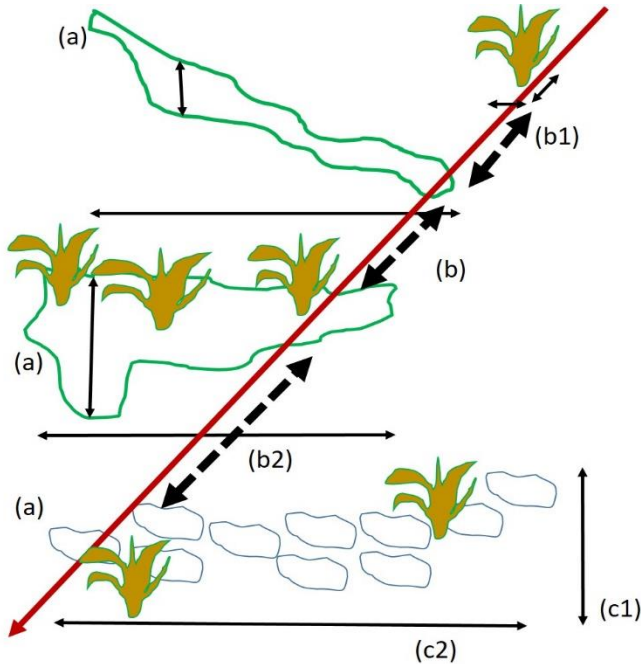


Diagrama que muestra todos los componentes medidos por la metodología de funcionalidad del paisaje tomando en cuenta: el número de parches (a), las distancias promedio de los interespacios (b), el valor mínimo del interespacio (b1), el valor máximo del interespacio (b2) y el área total de los parches (c1 x c2); así como el índice de organización del paisaje que se obtiene dividiendo la longitud total de los parches sobre la longitud total del transecto.

#### 2.4.7. Pruebas de la evaluación de la superficie de suelo (SSA)

Como parte de los objetivos del estudio es buscar validar la metodología de la evaluación de los procesos de infiltración, se evaluaron las características superficiales del suelo de manera rápida de acuerdo al protocolo establecido por (Tongway & Hindley 2004) para poder determinar la relación entre estas pruebas rápidas y las simulaciones de lluvia.

Para esto se aplicaron 40 evaluaciones rápidas para los 4 tipos de parches más frecuentes representativos dentro del paisaje con 10 repeticiones (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) y 30 evaluaciones para los 3 tipos de interespacios con 10 repeticiones. En áreas de 40 cm<sup>2</sup> para los parches y los interespacios se evaluaron de manera visual las características de cobertura basal de la vegetación perene para las especies de gramíneas y cobertura del dosel para los arbustos, cobertura del mantillo en cuanto

a su origen, grado de descomposición y cantidad de mantillo; presencia y cobertura de biocostras así como evaluación de la dureza o fragilidad de las costras físicas del suelo. Además se evaluó visualmente la presencia o ausencia de diversos tipos de erosión del suelo (laminar, terracetas, pedestales y cárcavas) así como su grado de intensidad, la cantidad y estancamiento del material aluvial retenido, rugosidad, dureza de la superficie, cohesión de las partículas de suelo y textura también fueron evaluadas.

#### 2.4.8. Diseños experimentales para la determinación del LFA y SSA.

Para la evaluación del LFA se aplicó el siguiente diseño.

Cuadro 2.4:

<b>Organización del paisaje</b>			
<b>Variables de respuesta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parches por transecto</li> <li>- Área total de los parches</li> <li>- Longitud promedio de los interespacios</li> <li>- Rango promedio de los interespacios</li> <li>- Índice de organización del paisaje</li> </ul>			
Fuente de varianza	Niveles	Descripción del nivel	Repeticiones
Orientación	2	Norte y Sur	19 Norte, 20 Sur
Comunidades	2	Pastizal y Matorral	19 pastizal, 20 matorral
Repetición	10		

Para la evaluación del SSA en los pastizales y matorrales en los sitios con orientación de la pendiente norte se aplicó el siguiente diseño.

Cuadro 2.5:

<b>Organización del paisaje</b>			
<b>Variables de respuesta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración biótica</li> <li>- Funcionamiento hidrológico</li> <li>- Estabilidad de suelo</li> </ul>			
Fuente de varianza	Niveles	Descripción del nivel	
Comunidades	2	Pastizal y Matorral	
Micrositios	2	Parches e Interspacios	
Especies de plantas	4	<i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , <i>Mimosa</i>	

		<i>aculeaticarpa, Dalea bicolor</i>	
Micrositios de interespacio	3	<i>Biocostra, rocas, suelo desnudo</i>	
Repeticiones	10		

## 2.5. Simulación de lluvia para la evaluación de procesos ecohidrológicos

La simulación de la precipitación se estableció con base a los siguientes criterios. A partir de bases de datos recabadas del Servicio Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua para el periodo 1981-2010 se agruparon los datos de los promedios de precipitación acumulada mensual a lo largo del año; para darse una idea de cómo se distribuye la precipitación a través del año y que tanto le corresponde a cada mes. Se resaltaron 4 eventos con precipitaciones extraordinarias así como su intensidad 80, 86, 115 y 80 mm/día. Ocurridas en los años de 1989,1990, 1997, 2002.

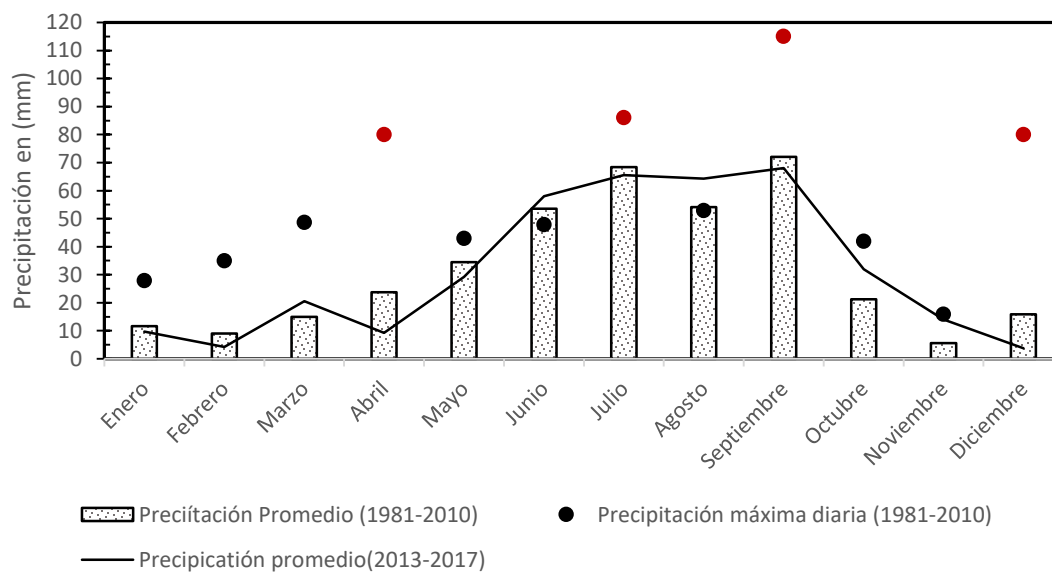


Figura 2.1: Precipitación media mensual acumulada de los años 1981-2010 y de los años 2013-2017 de la estación (CONAGUA, Villela, San Luis Potosí).

Para establecer la duración de la simulación se proporcionan las siguientes intensidades de precipitación junto con la duración promedio y el periodo de retorno proyectado, obtenidos de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2010)

Cuadro 2.6: Periodos de retorno en eventos de precipitación donde se alcanzan altas intensidades de precipitación en (mm/h) por duraciones de 30 minutos.

<b>Intensidad (mm/h)</b>	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Periodo de Retorno (años)</b>
<b>75</b>	30	10
<b>89</b>	30	20
<b>94</b>	30	25

Por lo que se decidió aplicar una intensidad promedio de 85 mm/h para los 70 micrositios para las simulaciones de 30 minutos.

### 2.5.1 Descripción del simulador

Se utilizaron 4 simuladores de lluvia de micro goteo de Cornell. El equipo consta de un cilindro transparente de 45 cm de altura con un diámetro de 24.1 cm. En la base inferior del cilindro se encuentran los orificios que simulan la precipitación; una vez que el cilindro ha sido llenado y sellado, mediante un tubo por donde entra el aire para romper el vacío se regula la lámina que se pretende aplicar subiendo o bajando el tubo. Durante todas y cada una de las simulaciones se cuidó que el nivel del agua tuviese siempre a una altura similar entre los 42 y 44 cm.

### 2.5.2 Descripción de la simulación de lluvia (intensidad, duración, colecta, toma de datos de escorrentía y sedimentos)

Dentro de los simuladores se verificó cada minuto el nivel inicial y el nivel descendente conforme fuese disminuyendo para administrar una intensidad de lluvia constante. Todas las simulaciones tuvieron la misma duración de 30 minutos y el agua con la que se hizo la simulación fue destilada para evitar introducir cualquier tipo de sedimento a las simulaciones. Con cuidado se insertó un anillo metálico de 25.4 centímetros de diámetro cuidando el no fracturar la superficie del micrositio y se selló el filo del anillo el suelo con bentonita en polvo para evitar fugas (Imagen 2.7). El orificio del anillo se orientó pendiente abajo y al salir de la manguera se recolectaba la escorrentía una vez empezada esta, cada minuto se medía la cantidad de escorrentía fluyendo a partir de la primera toma hasta el minuto 30.



Imagen 2.7: Fotografías de la porción del simulador donde se midió la cantidad de lluvia aplicada en un tiempo determinado de treinta minutos; así como el anillo donde se descansó el simulador, el sellador y el punto de recolección de los sedimentos.

### 2.5.3 Descripción de las variables eco-hidrológicas:

El *tiempo de inicio de la escorrentía*: Una vez iniciada la simulación se anota en la hoja de campo el minuto en el cual empieza a fluir el escurrimiento por la manguera de salida. Este punto en el tiempo nos sirve también para distinguir el principio de la fase de crecimiento del hidrograma así como el final de la fase de imbibición (unidad = minutos).

El *tiempo a la escorrentía máxima*: Una vez iniciada la fase de crecimiento, se siguen registrando tanto los volúmenes como el tiempo transcurrido para poder identificar si existe un máximo punto de escorrentía. Este punto en el tiempo es un indicador directo del final de la fase de crecimiento de la escorrentía y el inicio de la fase de estabilidad de la escorrentía (unidades = minutos).

La *tasa de escorrentía máxima*: A partir del primer registro de la escorrentía se recolecta todo el volumen de la escorrentía hasta el final de la simulación y se anota cada minuto el volumen; de esta manera se determina la tasa de escorrentía. El registro más grande se anota; es el punto en la simulación donde la escorrentía es la más alta (unidades = mm/h).

La *tasa de escorrentía promedio de la simulación*: A partir del primer registro de la tasa de escorrentía, se promedian todas las mediciones restantes hasta llegar al final de la simulación (Imagen 2.8). Esto para tener una medición cuantitativa directa de la escorrentía de cada sitio desde la fase de imbibición hasta el final de la simulación (unidades = mm/h).



Imagen 2.8: Fotografías del simulador completamente instalado y la fosa de recolección que se hace en cada parcela para coleccionar la escorrentía producida después de los 30 minutos de precipitación.

El *coeficiente de la pendiente*: Este coeficiente nos permite incorporar gradientes de la inclinación de la pendiente de la fase de crecimiento así como la longitud de la misma. Ambos elementos agrupados en este coeficiente describen de manera directa el comportamiento de las tasas de escorrentía a través del tiempo en particular en esa fase del hidrograma. Ésta pendiente (Coeff Pend) se obtiene mediante la división aritmética de la tasa máxima de escorrentía (ESC) sobre el tiempo que le tomó llegar al pico; la resultante se multiplica entre el cociente que se obtiene del lapso de tiempo al inicio de la escorrentía sobre el lapso de tiempo para llegar al pico de la escorrentía.

$$\text{Coeff Pend} = \frac{\text{Tasa maxima ESC}}{\text{Pico de escorrentia}} * \frac{\text{Tiempo inicio ESC}}{\text{Duración de la Pendiente}}$$

La *profundidad del frente húmedo*: Una vez terminadas las simulaciones se midió la profundidad del frente húmedo sobre el micrositio (Imagen 2.9). La medición se da de manera lineal/vertical partiendo de la superficie del suelo hasta la parte más profunda hasta donde haya infiltrada el agua (unidades = centímetros).



Imagen 2.9: Fotografías donde se muestra la profundidad a la que llega la infiltración de cada micrositio, post simulación. Se remueve el anillo y se mide hasta donde haya penetrado la humedad.

La *producción total de sedimento*: Una vez iniciada la escorrentía, aunado a la medición del volumen colectado, se centrifuga en la probeta de medición de manera manual la escorrentía colectada y se almacena en su totalidad en otro frasco tapado, sellado y almacenado en un lugar fresco inmediatamente; después se deshidrata la escorrentía (Imagen 2.10) y cuantifica el sedimento colectado en cada simulación de lluvia (a 105 °C por 24 horas) (unidades = gr/m<sup>2</sup>).



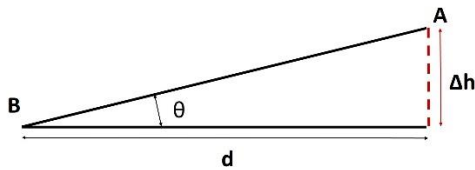
Imagen 2.10: Fotografías donde se muestra la escorrentía recolectada, se deshidrató el agua de la muestra para cuantificar la cantidad de suelo colectada de cada micrositio.



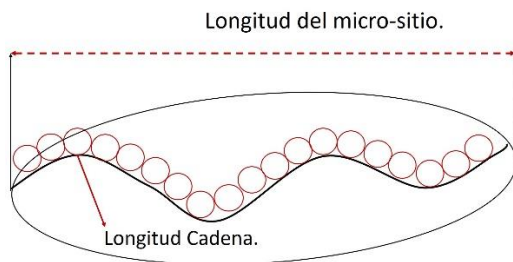
## 2.5.4 Caracterización de los micrositos donde se aplicó la simulación de lluvia

Para cada parcela se determinaron la pendiente, rugosidad, cobertura vegetal, mantillo, biocostras, biomasa radicular, densidad aparente de suelo, contenido gravimétrico, densidad aparente del suelo

Para la *pendiente* se definió un gradiente expresado en por ciento bajo la siguiente fórmula trigonométrica.  $\% \text{ pendiente} = \frac{\Delta h}{d} * 100$ . Donde “d” es la distancia total del microsito y  $\Delta h$  es la elevación entre el punto A y B.



La *rugosidad del microsito* se calculó en base al índice de rugosidad obtenido de la fórmula  $\text{Índice de rugosidad} = \frac{(\text{Longitud cadena} - \text{Longitud microsito})}{(\text{Longitud microsito})}$ . Y es un indicador de obstrucciones para la escorrentía que presenta la topografía a lo largo del microsito.



Se estimó la *cobertura vegetal* de manera visual dentro del área de cada microsito registrando el porcentaje de cobertura de las especies *Melinis repens* (Imagen 2.10) y *Buchloe dactyloides* (Imagen 2.11).



Imagen 2.11: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a la especie *Melinis repens*, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.



Imagen 2.12: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a la especie *Buchloe dactyloides*, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.

En el caso de las especies *Mimosa aculeaticarpa* (Imagen 2.12) y *Dalea bicolor* (Imagen 2.13) la simulación no podía ser encima de las plantas por su estructura así que se instaló el simulador pegado al tronco pendiente abajo, se midió la distancia y se anotó la cobertura que pudiera existir de otras especies en caso de que estuvieran presentes.



Imagen 2.13: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a la especie *Mimosa aculeaticarpa*, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.



Imagen 2.14: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a la especie *Dalea bicolor*, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.

Para los diferentes tipos de cobertura de suelo en el interespacio se estimó de manera visual en el área de la simulación la cantidad de mantillo que pudiese tener presente la biocostra negra (Imagen 2.14), suelo con fragmentos de roca (Imagen 2.15) y suelo desnudo (Imagen 2.16).



Imagen 2.15: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a la biocostra negra, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.



Imagen 2.16: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a un suelo con fragmentos de roca, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.



Imagen 2.17: Fotografías de dos parcelas experimentales correspondientes a un suelo desnudo, para cada micrositio se anotó la cantidad de cobertura vegetal, la cantidad de mantillo presente y la cantidad de biocostra presente.

*Biomasa radical:* Durante el mismo periodo que se realizaron las simulaciones; del 25 de abril al 10 de mayo de 2017, en el centro del anillo donde se aplicó la intensidad de lluvia, al término de dicha simulación se insertó en cada micrositio un nucleador de suelo y se extrajeron muestras en tres profundidades de 0-5, 5-10 y 10-20 cm. Se colocaron las muestras en bolsas de plástico etiquetadas, selladas y se transportaron en hieleras para posteriormente en un refrigerador del Laboratorio de Ecología y Cambio Ambiental Global del IPICYT almacenarlas y analizarlas (Imagen 2.18). Estas mismas muestras se utilizaron para calcular el contenido gravimétrico de agua; por lo tanto se secaron en horno a 60° C por 48 horas hasta que se alcanzó el peso constante (Robertson et al, 1999). El suelo seco se tamizó en reja menor a 2 mm para separar el suelo de la roca y del componente orgánico (principalmente raíces). Las raíces se limpiaron y se secaron en un horno por 36 horas a 60 °C hasta alcanzar peso constante (Robertson et al, 1999). Se pesaron todas las muestras de todas las profundidades. (unidades = gr/m<sup>2</sup>)



Imagen 2.18: Fotografías del suelo seco tamizado y separado del componente radical que también fue limpiado, secado y separado para ser pesado.

*Densidad aparente de suelo (DA)*: De las muestras recolectadas del periodo del 25 de abril al 10 de mayo del 2017, donde se aplicaron las simulaciones, al final de dicha simulación se insertó un nucleador de suelo para extraer muestras a tres profundidades diferentes, 0-5 cm, 5-10cm y 10-20 cm (Imagen 2.19). Se colocaron las muestras en bolsas de plástico etiquetadas, selladas y se transportaron en hieleras para posteriormente en un refrigerador del Laboratorio de Ecología y Cambio Ambiental Global del IPICYT almacenarlas y analizarlas. Se secaron las muestras en horno a 60° C por 48 horas hasta que se alcanzó el peso constante (Robertson et al, 1999). El peso total de suelo expresado en gramos dividida por el volumen total del nucleador (unidades en gr/cm<sup>3</sup>).

$$DA = \frac{(\text{peso suelo} - \text{peso rocas})}{(\text{Volumen del cilindro} - \text{Volumen de roca})}$$

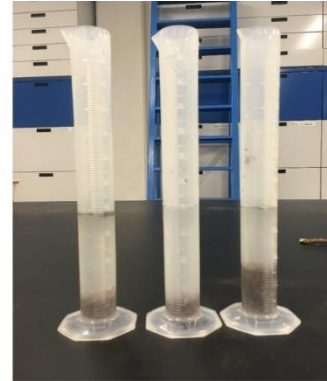


Imagen 2.19: Fotografías de algunas muestras de suelos que fueron deshidratadas, tamizadas de la biomasa radical y las rocas presentes para determinar la densidad aparente en tres profundidades diferentes.

*Contenido gravimétrico de agua del suelo:* De las muestras recolectadas del 25 de abril al 10 de mayo del 2017, donde se aplicaron las simulaciones, al final de dicha simulación se insertó un nucleador de suelo de 5 cm de diámetro para extraer muestras a tres profundidades diferentes, 0-5 cm, 5-10cm y 10-20 cm. De la misma manera para poder determinar la humedad relativa presente antes de las simulaciones se insertó el mismo nucleador a un costado de cada micrositio y se marcaron 3 profundidades a extraer, (0 a 5cm) (5 a 10 cm) y (10 a 20 cm). Todas las muestras fueron selladas, etiquetadas y transportadas a un refrigerador.. Se secaron las muestras en horno a 60° C por 48 horas hasta que se alcanzó el peso constante (Robertson et al, 1999).

**% de agua en suelo = [(Peso de suelo húmedo (gr) – peso de suelo seco (gr)) / (peso de suelo seco (gr))] \* 100.**

## 2.5.5 Diseño experimental y análisis estadístico para caracterizar las respuestas hidrológicas

Cuadro 2.7: Tabla de contingencia para las principales variables eco-hidrológicas de respuesta a las simulaciones

<b>Respuestas Ecohidrológicas</b>			
<b>Variabes de respuesta:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de inicio de la escorrentía.</li> <li>- Tiempo a la escorrentía máxima.</li> <li>- Tasa máxima de escorrentía.</li> <li>- Tasa promedio de escorrentía.</li> <li>- Coeficientes de la pendiente.</li> <li>- Profundidad del frente húmedo.</li> <li>- Índices de infiltración.</li> <li>- Índices de estabilidad de suelo.</li> </ul>			
Fuente de varianza	Niveles	Descripción del nivel	
Comunidades	2	Matorral y Pastizal	
Micrositios	2	Parches e Interespacios	
Especies de plantas	4	<i>Buchloe dactyloides</i> , <i>Melinis repens</i> , <i>Mimosa aculeaticarpa</i> , <i>Dalea bicolor</i>	
Micrositios de interespacios	3	<i>Biocostra</i> , rocas, suelo desnudo	
Repeticiones	10		

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización de la vegetación

En total se registraron 123 especies, de las cuales 31 especies pertenecen al grupo funcional arbustivo (plantas con tallos perennemente leñosos cuya altura sobre el suelo no excede 1.5 metros), 42 especies se clasificaron como herbáceas perenes (plantas cuyos tallos no lignifican si no que mueren al final de la temporada de lluvia pero la planta permanece viva en el caudex o en las raíces, con alturas menores a los 50 centímetros), 21 especies de plantas suculentas (plantas cuyas características anatómicas y fisiológicas les permite almacenar agua en hojas y tallos), 23 especies de gramíneas (plantas cuya hoja crece en forma de macollo y remplazado en ocasiones por estolones o rizomas) y 6 especies que corresponden a especies más primitivas como helechos y plantas no vasculares (Anexo I) (Figura xx).

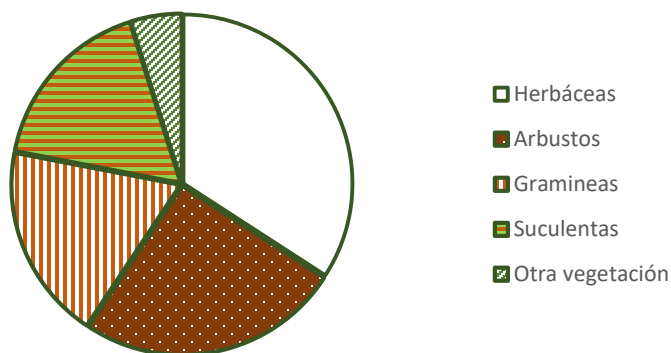


Fig 3.0: Los herbáceas eran el grupo funcional más abundante del sitio de estudio (34.14%), seguido por la vegetación arbustiva (25.20%), las gramíneas (18.69%), suculentas (17.03%) y otras especies (4.87%).

La riqueza total de especies fue mayor en la orientación norte ( $26.93 \pm 1.03$ ) sobre la sur ( $20.80 \pm 1.08$ ) ( $P = 0.0144$ ). Las comunidades de matorral en la cima presentaron un mayor número de especies ( $30.06 \pm 1.34$ ) sobre el piedemonte con pastizal ( $25.65 \pm 0.96$ ) y las laderas con matorral ( $21.01 \pm 0.49$ ) ( $P = 0.0008$ ). No existió una interacción significativa entre la orientación y las comunidades ( $P = 0.1420$ ; Anexo II: Cuadro 1; Fig. 3.1).



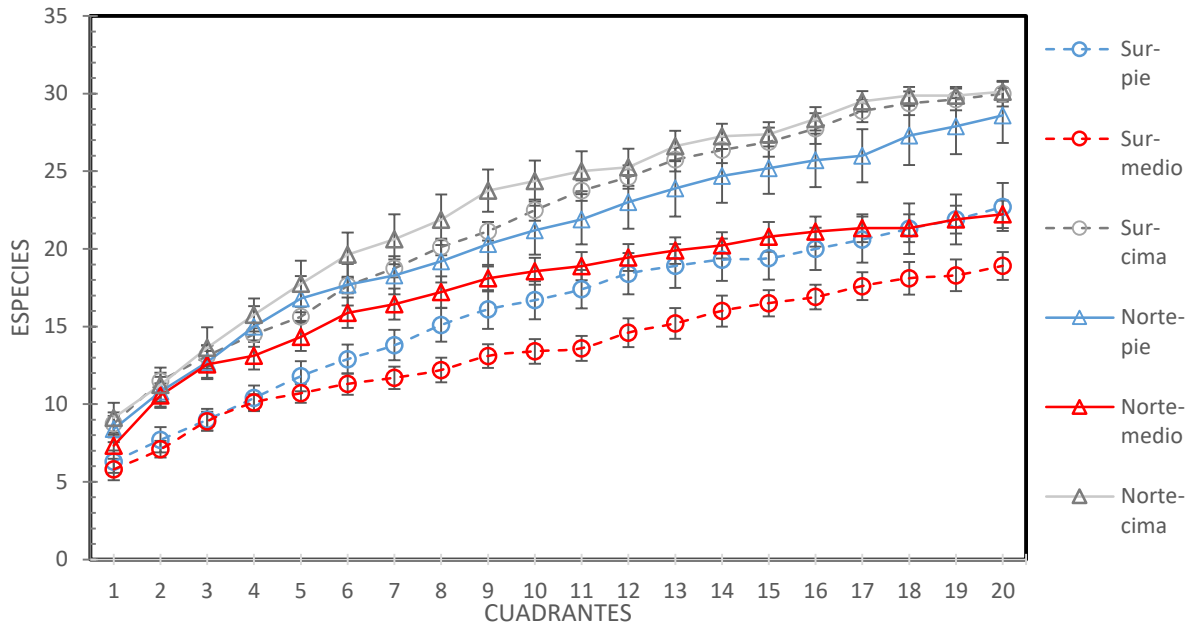


Fig. 3.1: La riqueza de especies acumuladas considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x orientación,  $P = 0.1420$ ).

El índice Shannon-Wiener fue mayor en la orientación norte ( $1.25 \pm 0.089$ ) sobre el lado sur ( $1.17 \pm 0.0013$ ) ( $P = 0.00023$ ). La posición topográfica también tuvo influencia, habiendo mayor diversidad de especies en la cima ( $1.31 \pm 0.039$ ), seguido del piedemonte ( $1.21 \pm 0.08$ ) y la ladera ( $1.13 \pm 0.13$ ) ( $P = 0.0011$ ). No hubo interacción significativa entre la orientación y las comunidades ( $P = 0.0912$ ; Anexo II: Cuadro 2; Fig. 3.2).

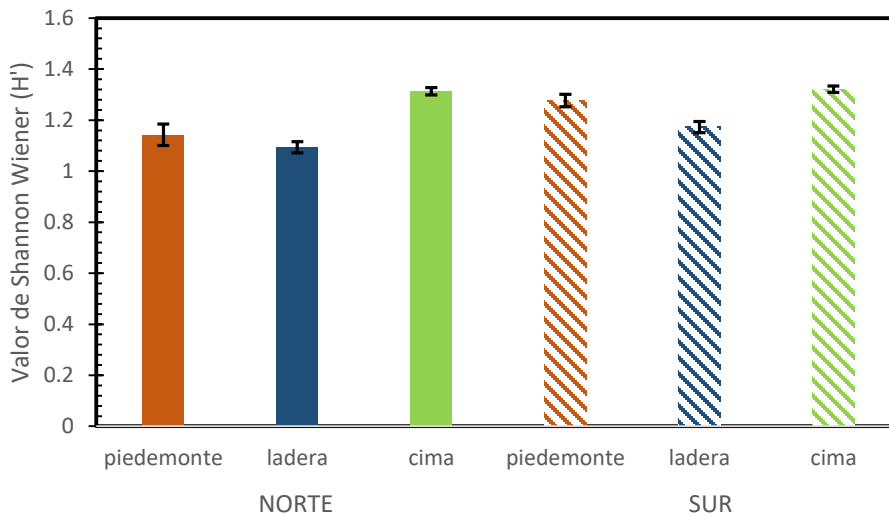


Fig. 3.2: La diversidad de especies, considerando dos orientaciones (norte, sur) y tres comunidades (piedemonte, ladera y cima) ( $n=10$  para las comunidades) (comunidad x orientación,  $P = 0.0912$ ).

### 3.2 Funcionamiento del paisaje (LFA) y de la superficie de suelo (SSA)

La mayor cantidad de parches se encontró en el pastizal con orientación norte, donde fue mayor que en el matorral, mientras en orientación sur se encontraron más parches en el matorral que en el pastizal. La orientación no influyó en el número de parches en el matorral, sin embargo, en el pastizal el número de parches era casi el doble en orientación norte que en la sur (comunidad x orientación,  $P = 0.00024$ ; Anexo II: Cuadro 3, Fig. 3.3).

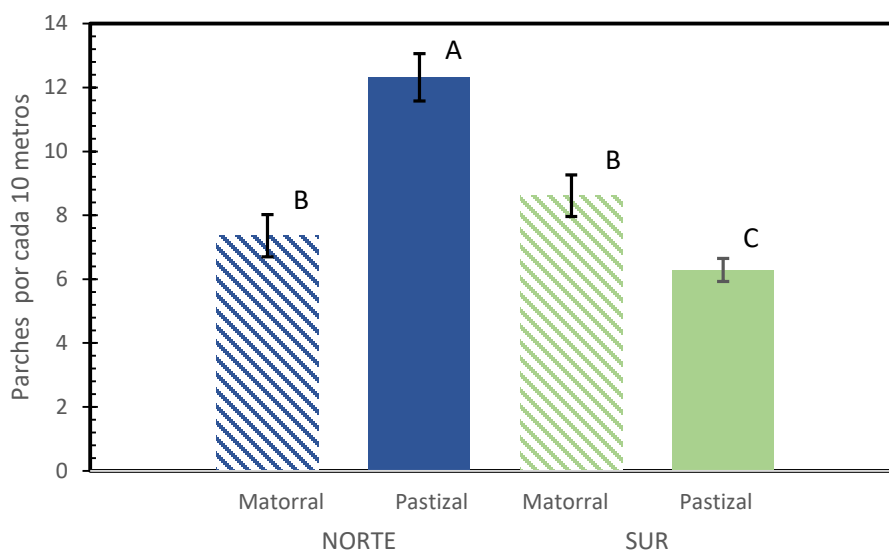


Fig. 3.3: Número de parches por cada 10 metros, considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x orientación,  $P = 0.00024$ ). Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

### 3.4 Frecuencia de ocupación de los distintos tipos de parches dominados por *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*

El promedio de ocupación de la longitud de los parches de las cuatro especies a analizar fue de  $8.36 \pm 1.41$  % para el pastizal y  $7.34 \pm 1.14$  % para el matorral ( $P=0.4234$ ). Sin embargo para la exposición norte el promedio de ocupación de las cuatro especies referidas fue mayor con  $8.64 \pm 1.04$  % que en la exposición sur con  $7.07 \pm 0.92$  % ( $P=0.0238$ ).

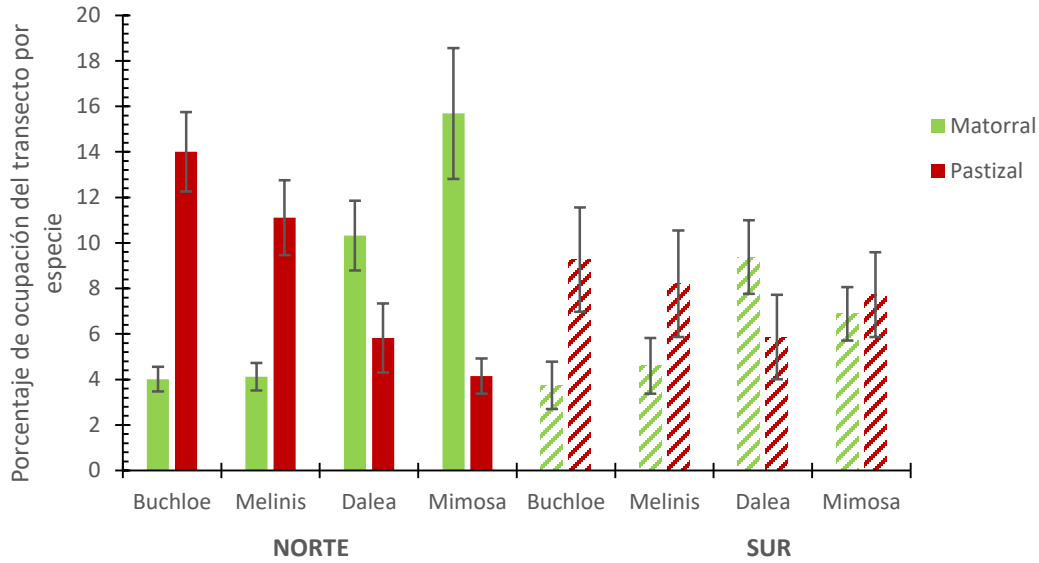


Figura 3.4 Proporción de ocupación de transecto de los principales parches considerando dos exposiciones (norte, sur) ( $P= 0.0238$ ), dos comunidades (matorral, pastizal) ( $P=0.4234$ ) y cuatro especies diferentes (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Dalea bicolor* y *Mimosa aculeaticarpa*) ( $P=0.7740$ ) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, S.L.P considerando una longitud de 30 m ( $N= 19$  para norte,  $N= 20$  para sur).

El área total de los parches fue mayor en el pastizal que en el matorral en la orientación sur, mientras que, en la orientación norte, el área de los parches fue mayor en el matorral que en el pastizal. La orientación no influyó en el área total de parches en el matorral, sin embargo, para el pastizal el área total de parches era más que el doble en la orientación sur que en la norte (comunidad x orientación,  $P = 0.00025$ , Anexo II: Cuadro 5; Fig. 3.5).

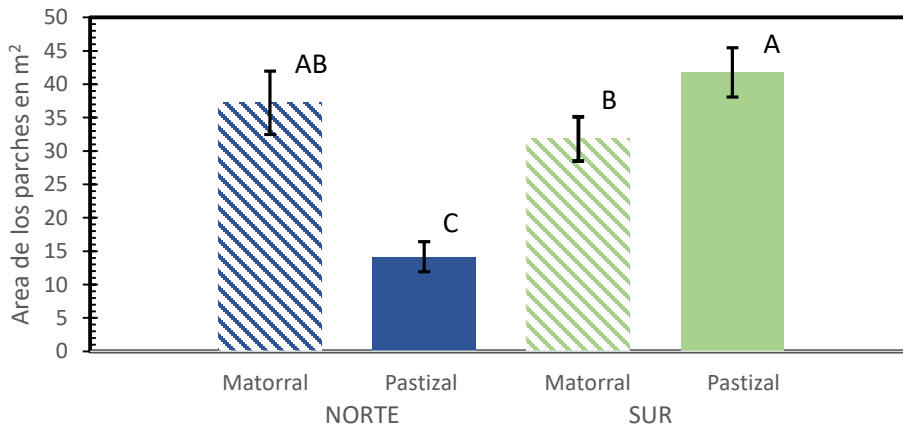


Fig. 3.5: Área total de los parches considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x

orientación,  $P = 0.00025$ ). Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

La longitud promedio de los interespacios fue mayor en el matorral que en el pastizal con orientación sur, mientras que en la orientación norte la longitud de los interespacios fue similar entre comunidades ( $0.53 \pm 0.03$  m). Dentro de un tipo de comunidad, la orientación influyó en la longitud de los interespacios, en el matorral era mayor en el sur, mientras que en el pastizal era mayor en el norte ( $P = 0.0010$ , Anexo II: Cuadro 6; Fig. 3.6).

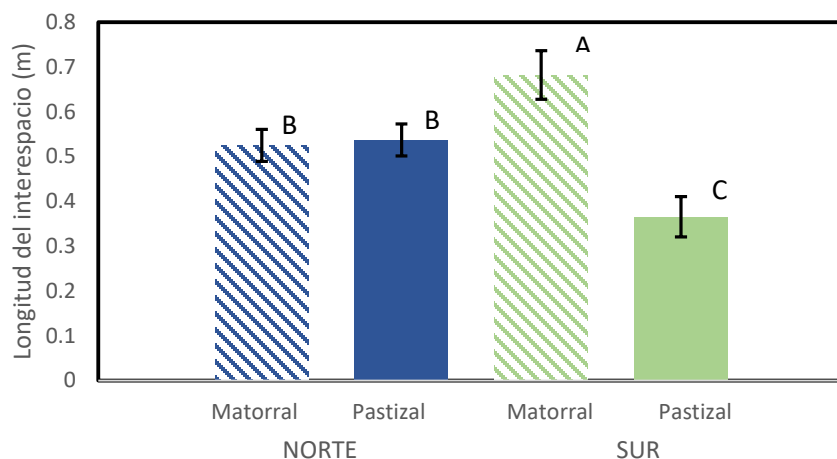


Fig. 3.6: La longitud del interespacio promedio, considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x orientación,  $P = 0.0010$ ). Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

El rango del promedio de la longitud de los interespacios fue mayor en la exposición sur ( $2.13 \pm 0.19$  metros) sobre la norte ( $1.47 \pm 0.14$  metros) ( $P = 0.0117$ ), no existió interacción significativa entre la orientación y las comunidades ( $P = 0.3587$ , Anexo II: Cuadro 7; Fig. 3.7).

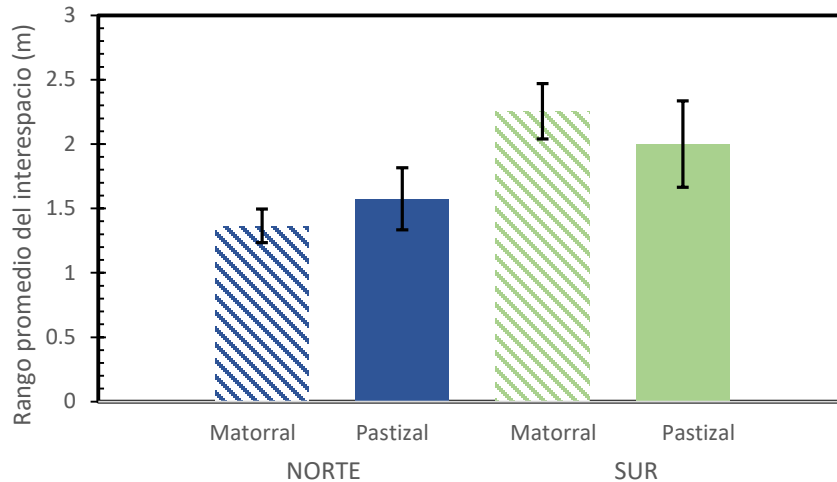


Fig. 3.7: El rango promedio de los interespacios, considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x orientación,  $P = 0.3587$ ).

El índice de organización del paisaje fue mayor en la exposición norte ( $0.634 \pm 0.016$ ) sobre la sur ( $0.516 \pm 0.024$ ) ( $P = 0.00032$ ), no existió interacción significativa entre la exposición y las comunidades ( $P = 0.7122$ , Anexo II: Cuadro 8; Fig. 3.8).

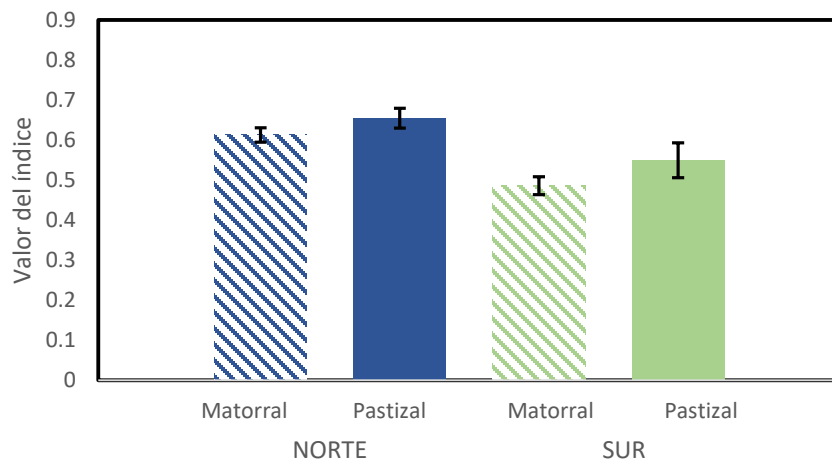


Fig. 3.8: El índice de organización del paisaje, considerando dos orientaciones (norte, sur) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=10$  para dos comunidades dentro de dos orientaciones) (comunidad x orientación,  $P = 0.7122$ ).

### 3.3. Respuestas ecohidrológicas y de erosión

#### 3.3.1. Simulación de lluvia considerando comunidades y micrositiros

El tiempo de inicio de escorrentía fue mayor en los micrositos de parche ( $10.56 \pm 0.60$  minutos) que en los micrositos de interespacio ( $7.30 \pm 0.77$  minutos) ( $P = 0.0014$ ). No hubo una interacción significativa entre comunidad y micro-sitio ( $P = 0.7464$ ; Anexo II: Cuadro 9; Fig. 3.9; Anexo III: Hidrograma 1).

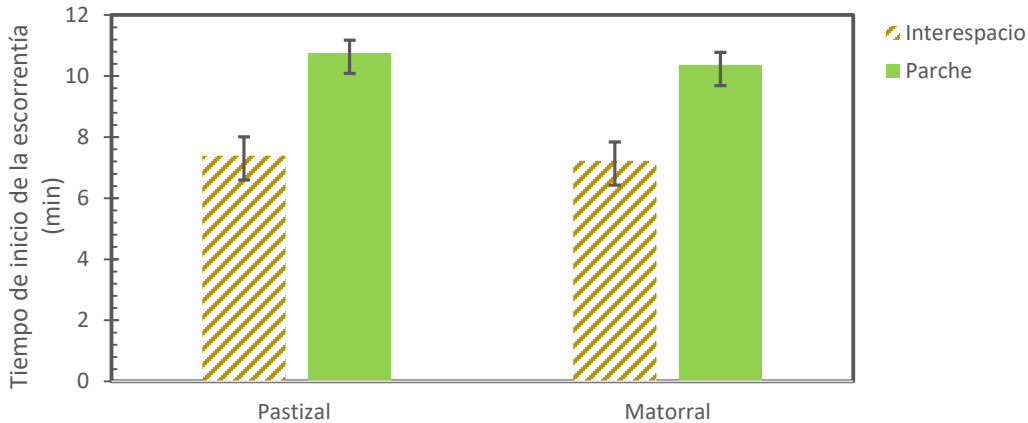


Fig. 3.9: Inicio de escorrentía considerando dos tipos de micro-sitios (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7464$ ).

El tiempo a la escorrentía máxima alcanzó aproximadamente los  $16.11 \pm 0.69$  minutos y no difirió entre comunidades y micrositos sin interacción significativa ( $P = 0.99$ ; Anexo II: Cuadro 10; Fig. 3.10; Anexo III: Hidrograma 1).

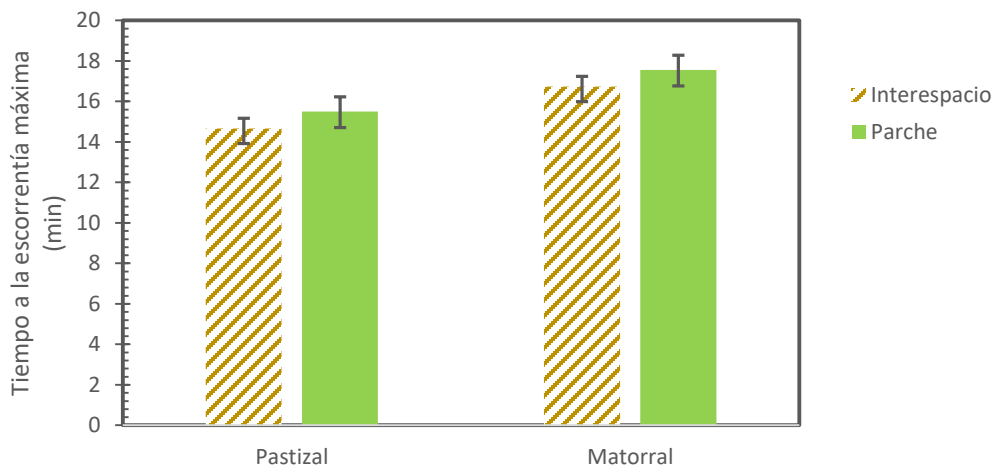


Fig. 3.10: Tiempo a la escorrentía máxima considerando dos tipos de micro-sitios (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.99$ ).

La tasa de escorrentía máxima fue más alta en los sitios de matorral ( $69.20 \pm 2.96$  mm/h) que en los sitios de pastizal ( $58.40 \pm 2.82$  mm/h) ( $P = 0.0055$ ). Considerando los micrositos, la escorrentía máxima fue mayor en los interespacios ( $73.08 \pm 2.37$  mm/h) que en los parches ( $56.85 \pm 2.84$  mm/h) ( $P = 0.00055$ ) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.86$ ; Anexo II: Cuadro 11; Fig. 3.11; Anexo III: Hidrograma 1).

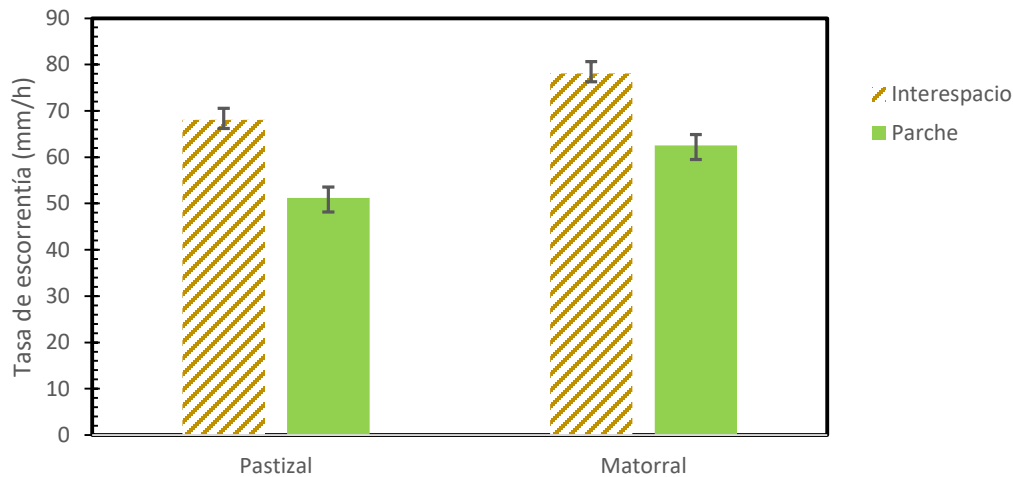


Fig. 3.11: Tasa de escorrentía máxima considerando dos tipos de micro-sitios (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.86$ ).

La escorrentía promedio considerando los dos tipos de micrositos fue mayor en los interespacios ( $50.41 \pm 2.73$  mm/h) que en los parches ( $32.10 \pm 2.13$  mm/h) ( $P = 0.0053$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.8527$ ; Anexo II: Cuadro 12; Fig. 3.12).

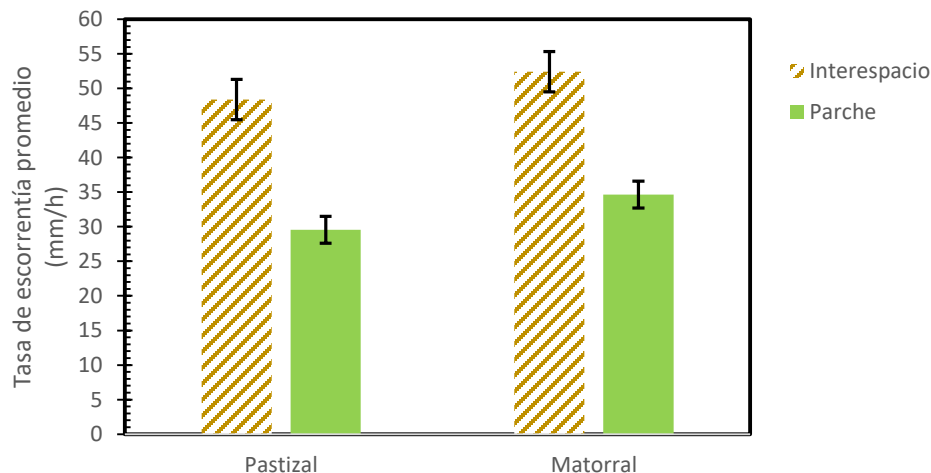


Fig. 3.12: Escorrentía promedio considerando dos tipos de micro-sitios (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.8527$ ).

El factor de la pendiente de los hidrogramas fue  $0.11 \pm 0.019$ . No existieron diferencias significativas en las comunidades, en los micrositos o en su interacción ( $P= 0.694$ , Anexo II: Cuadro 13; Fig. 3.13; Anexo III: Hidrograma 1).

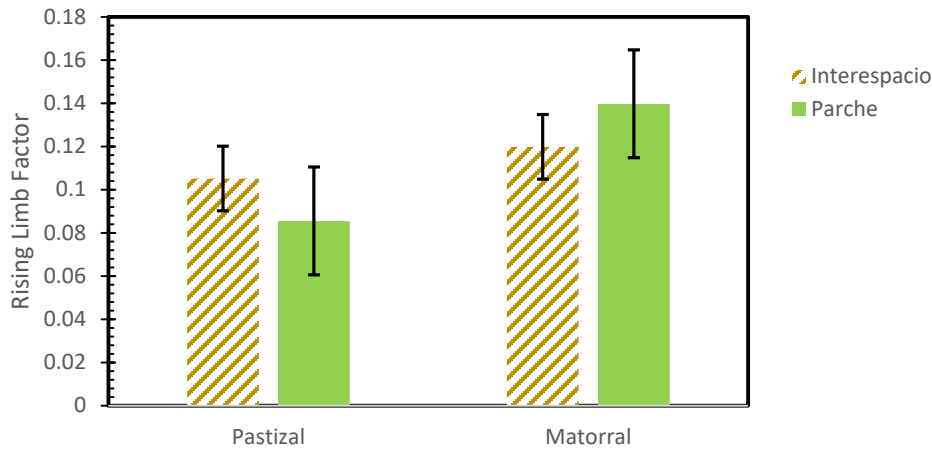


Fig. 3.13: Coeficiente de la pendiente considerando dos tipos de micrositos (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.694$ ).

La profundidad del frente húmedo fue mayor ( $14.80 \pm 1.07$  cm) para los parches sobre los interespacios ( $7.89 \pm 0.92$  cm) ( $P = 0.00019$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.230$ ; Anexo II: Cuadro 14; Fig. 3.14).

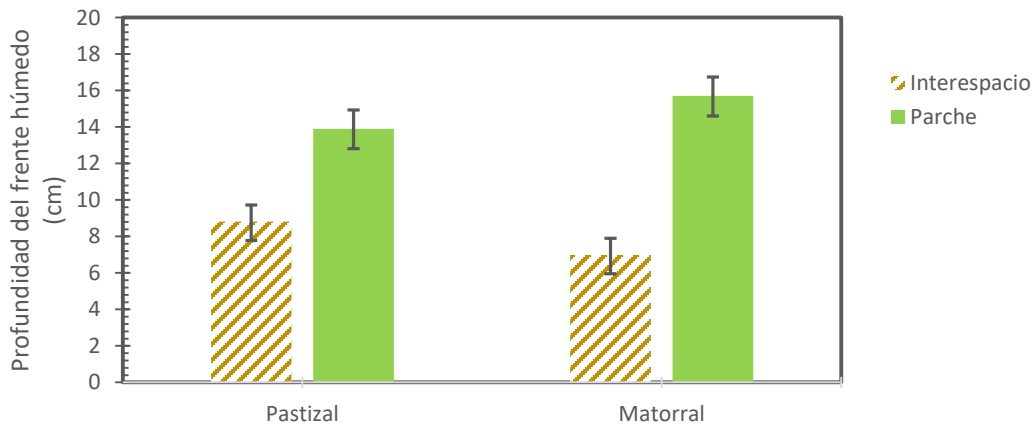


Fig. 3.14: Profundidad del frente húmedo considerando dos tipos de micro-sitos (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.230$ ).

El índice de infiltración obtenido del análisis del estado de la superficie del suelo (SSA) estuvo inversamente relacionado a la escorrentía promedio para los



micrositios en las dos comunidades explicando un 38% la tasa de escorrentía promedio ( $P = 0.00012$ ;  $R^2 = 0.3819$ ; Anexo II: Cuadro 15; Fig. 3.15).

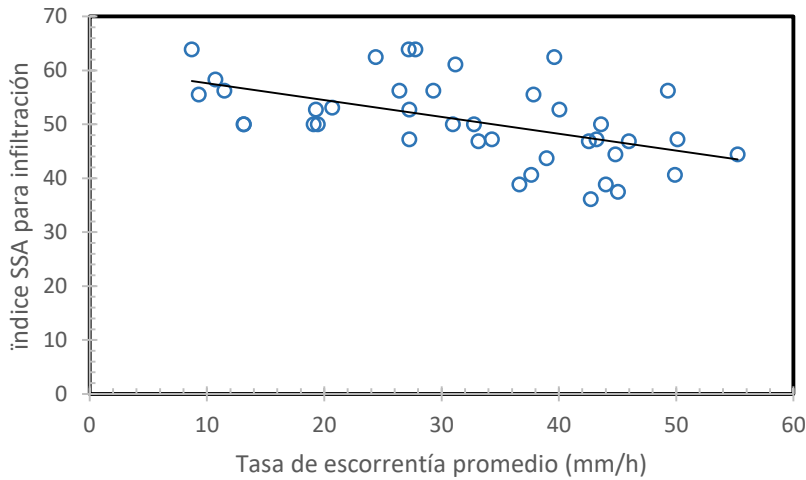


Fig. 3.15: Regresión lineal entre la escorrentía y los valores del de infiltración del SSA realizados en todos los micro-sitios de las dos comunidades ( $P = 0.00012$ ).

El índice de estabilidad obtenido del SSA estuvo inversamente relacionado significativamente con la producción total de sedimento de los micrositios, sin embargo solo explicó alrededor del 6%. ( $P = 0.0383$ ;  $R^2 = 0.06159$ ; Anexo II: Cuadro 16; Fig. 3.16).

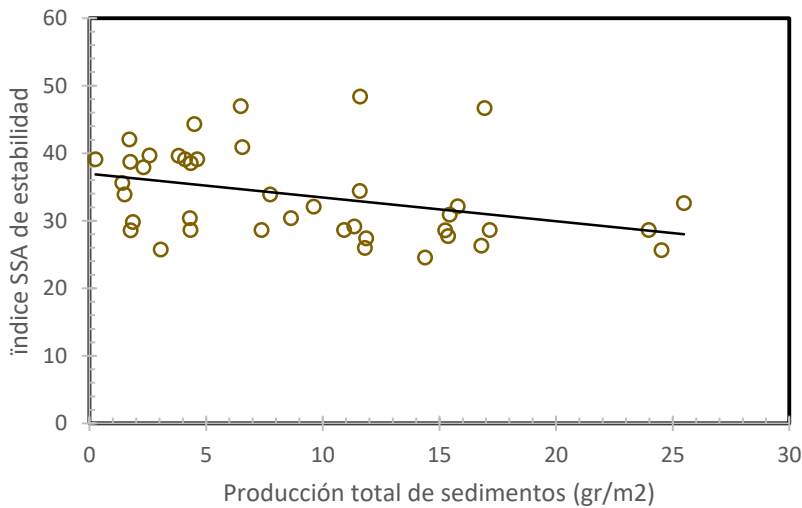


Fig. 3.16: Regresión lineal entre la producción de sedimento y los valores del de estabilidad del SSA realizados en todos los micro-sitios de las dos comunidades ( $P = 0.0383$ ).

La producción total de sedimentos fue menor para los parches ( $9.12 \pm 1.52 \text{ gr/m}^2$ ) que para los interespacios ( $18.01 \pm 2.33 \text{ gr/m}^2$ ) ( $P = 0.0026$ ). Así como para la comunidad de pastizal ( $10.89 \pm 1.44 \text{ gr/m}^2$ ) fue menor al matorral ( $14.96 \pm 1.51$

gr/m<sup>2</sup>) ( $P = 0.0325$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.7827$ ; Anexo II: Cuadro 17, Fig. 3.17).

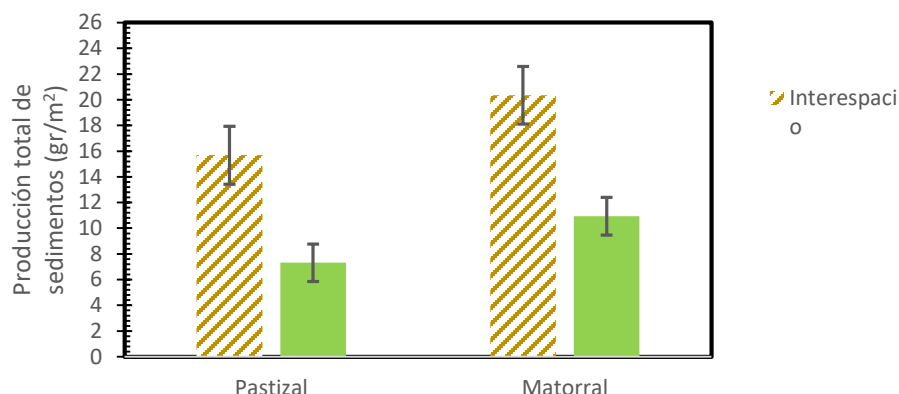


Fig. 3.17: Producción de sedimentos considerando dos tipos de micro sitios (interespacio, parche) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de micro-sitio dentro de cada comunidad) (comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7827$ ).

### 3.3.2 Simulación de lluvia considerando comunidades e interespacios

El tiempo para el inicio de escorrentía fue más tardío en los interespacios cubiertos por biocostra ( $12.12 \pm 1.24$  minutos) que en el suelo con fragmentos de roca ( $5.68 \pm 0.48$  minutos), lo cual a su vez fue más tardío que en el suelo desnudo ( $4.11 \pm 0.24$  minutos) ( $P = 0.0002$ ). No hubo una interacción significativa entre comunidad y interespacio ( $P = 0.884$ ; Anexo II: Cuadro 18; Fig. 3.18; Anexo III: Hidrograma 2).

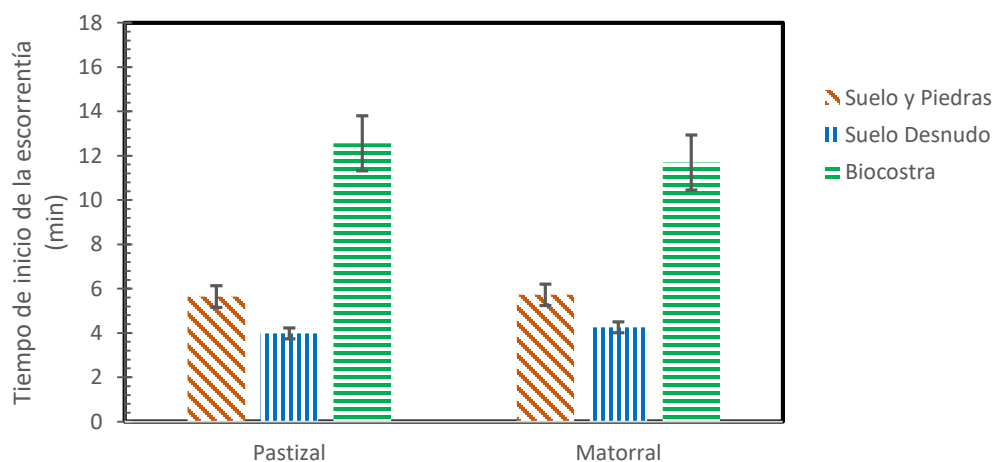


Fig. 3.18: Tiempo de inicio de escorrentía considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x cobertura de suelo,  $P = 0.884$ ).

El tiempo para alcanzar la escorrentía máxima se alcanzó aproximadamente a los  $15.70 \pm 1.92$  minutos y no difirió entre comunidades, interespacios y no hubo una

interacción significativa ( $P=0.760$ ; Anexo II: Cuadro 19; Fig. 13.19; Anexo III: Hidrograma 2).

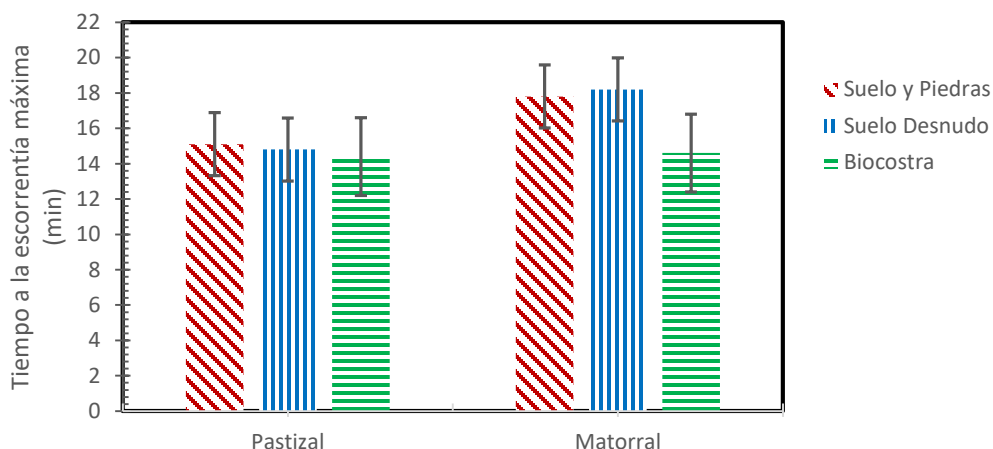


Fig. 13.19: Tiempo a la escorrentía máxima considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x cobertura de suelo,  $P > 0.760$ ).

La tasa de escorrentía máxima (mm/h) fue más alta en los sitios de matorral ( $78.11 \pm 2.57$  mm/h) que en los sitios de pastizal ( $68.05 \pm 3.54$  mm/h) ( $P = 0.00658$ ). Considerando la cobertura individual, la tasa máxima de escorrentía fue mayor en el suelo desnudo ( $79.77 \pm 3.04$  mm/h) y en suelo con piedras ( $77.14 \pm 2.05$  mm/h) que en la biocostra ( $62.32 \pm 4.44$  mm/h) ( $P=0.00058$ ). No hubo interacción significativa entre comunidad y interespacios ( $P=0.078$ ; Anexo II: Cuadro 20; Fig. 13.20; Anexo III: Hidrograma 2).

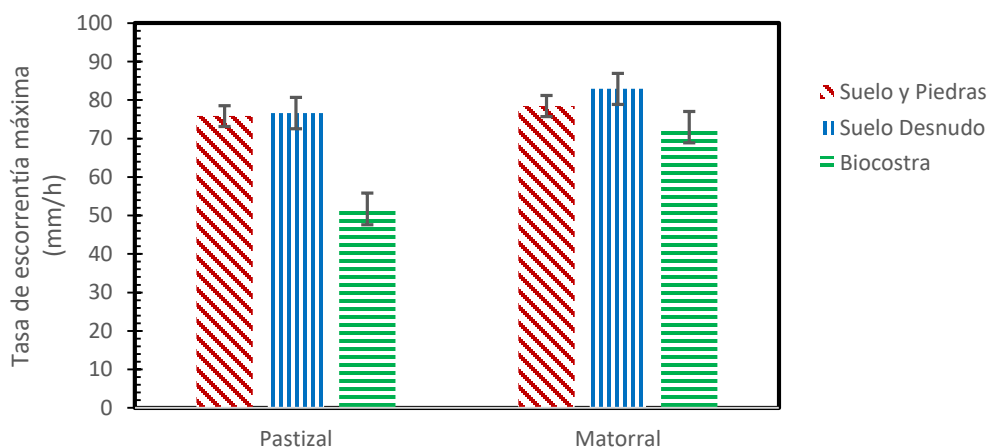


Fig. 13.20: Tasa de escorrentía máxima considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x interespacio,  $P = 0.078$ ).

La tasa promedio de escorrentía fue mayor en los suelos desnudos ( $63.28 \pm 2.60$  mm/h) seguido del suelo con fragmentos de roca ( $56.32 \pm 0.86$  mm/h) y la biocostra

( $31.62 \pm 3.92$  mm/h) ( $P = 0.00012$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.365$ , Anexo II: Cuadro 21, Fig. 3.21).

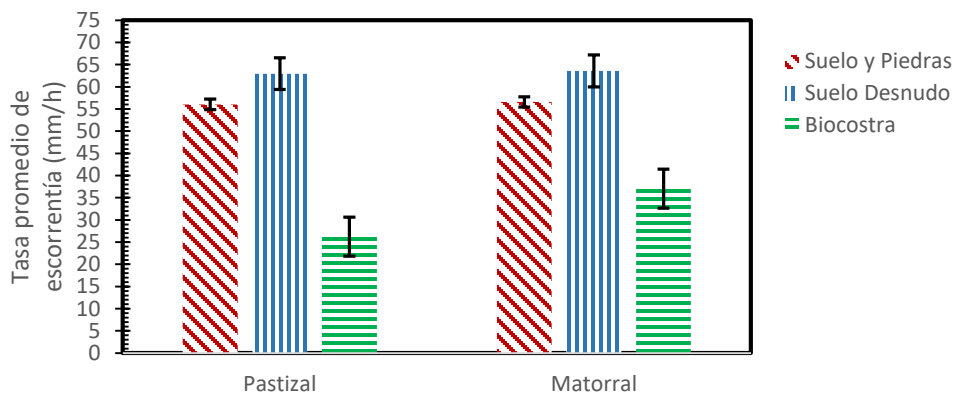


Fig. 3.21: Escorrentía promedio considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x interespacio,  $P = 0.365$ ).

El factor de la pendiente fue similar para las comunidades de pastizal con el matorral ( $0.11 \pm 0.013$ ) ( $P = 0.5954$ ). Este factor solo fue menor en las biocostras ( $0.04 \pm 0.02$ ) que en el suelo desnudo y el suelo con rocas ( $P = 0.0121$ ). No hubo interacción significativa entre las comunidades e interespacios ( $P = 0.4893$ ; Anexo II: Cuadro 22; Fig. 3.22; Anexo III: Hidrograma 2).

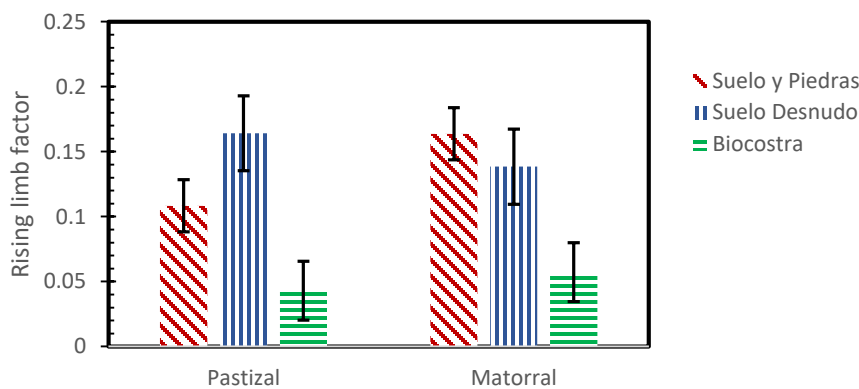


Fig. 3.22: Coeficiente de la pendiente considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x interespacios,  $P = 0.4893$ ).

La profundidad del frente húmedo únicamente fue mayor ( $12.30 \pm 2.01$  cm) para la cobertura de suelo por biocostra sobre el suelo con piedras ( $6.20 \pm 0.60$  cm) y el suelo desnudo ( $5.19 \pm 0.49$  cm) ( $P=0.00121$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.256$ ; Anexo II: Cuadro 23; Fig. 3.23; Anexo III: Hidrograma 2).

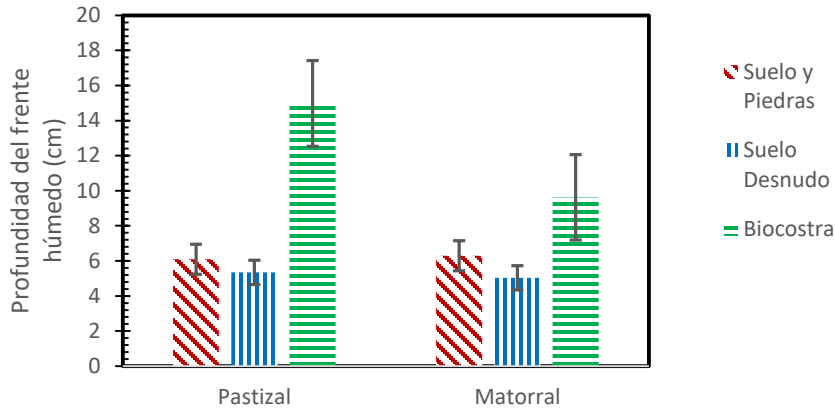


Fig. 3.23: Profundidad del frente húmedo considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x interespacio,  $P = 0.256$ ).

La producción total de sedimentos fue inferior en la comunidad de pastizal ( $15.68 \pm 1.33 \text{ gr/m}^2$ ) que en el matorral ( $20.34 \pm 1.60 \text{ gr/m}^2$ ) ( $P=0.00058$ ). En cuanto a cobertura de suelo, la biocostra ( $6.49 \pm 1.41 \text{ gr/m}^2$ ) fue inferior a los suelos cubiertos por fragmentos de roca ( $22.47 \pm 0.72$ ) y a los suelos desnudos ( $24.92 \pm 0.79$ ) ( $P = 0.00034$ ). No hubo interacción entre la comunidad y la cobertura. ( $P=0.2042$ ; Anexo II: Cuadro 24, Fig. 3.24).

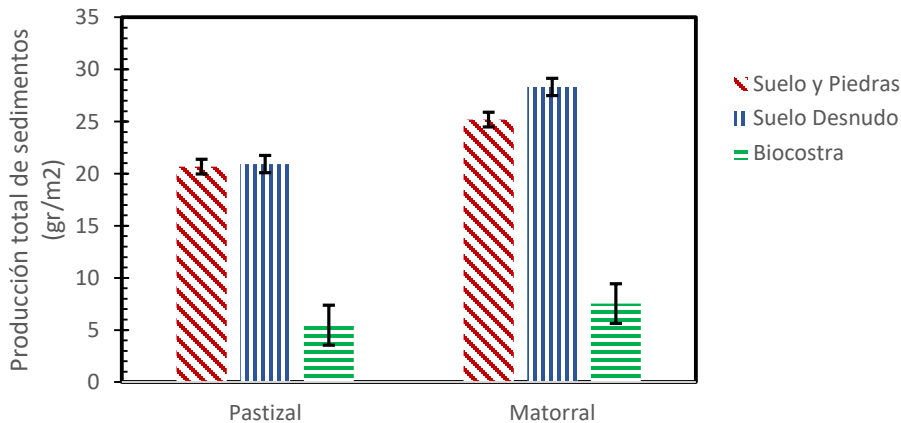


Fig. 3.24: Producción de sedimentos considerando tres tipos de cobertura de suelo (suelo y piedras, suelo desnudo, biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de cobertura dentro de cada comunidad) (comunidad x interespacio,  $P = 0.2042$ ).

### 3.3.3 Simulación de lluvia considerando comunidad y parches

El tiempo de inicio de escorrentía fue más tardío en los parches de *B. dactyloides* ( $14.79 \pm 0.98$  minutos) seguido de *D. bicolor* ( $11.99 \pm 0.76$  minutos), *M. repens* ( $8.61 \pm 0.57$  minutos) y *M. aculeaticarpa* ( $6.85 \pm 0.56$  minutos) ( $P = 0.002$ ). No hubo una

interacción significativa entre comunidad y especie ( $P = 0.491$ ; Anexo II: Cuadro 25; Fig. 3.25; Anexo III: Hidrograma 3).

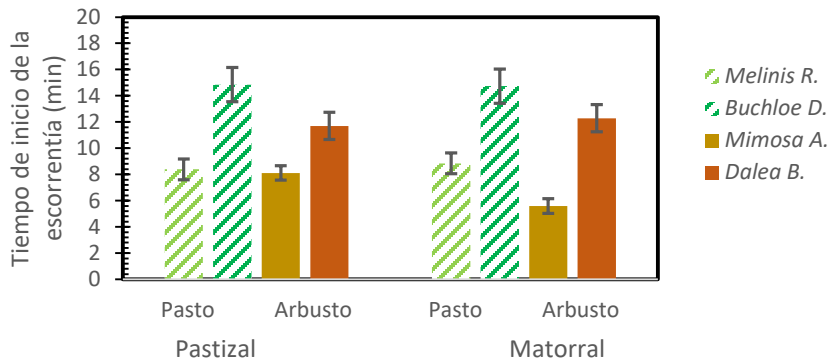


Fig. 3.25: Inicio de escorrentía considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.491$ ).

El tiempo para alcanzar la escorrentía máxima fue más tardío en los parches de *B. dactyloides* ( $19.90 \pm 1.78$  minutos) y en *D. bicolor* ( $17.20 \pm 0.74$  minutos) este último a su vez fue similar a *M. repens* ( $15.41 \pm 0.90$  minutos) y *M. aculeaticarpa* ( $13.60 \pm 1.35$  minutos) ( $P = 0.0153$ ). No hubo una interacción significativa entre comunidad y las especies ( $P = 0.689$ ; Anexo II: Cuadro 26, Fig. 3.26; Anexo III: Hidrograma 3).

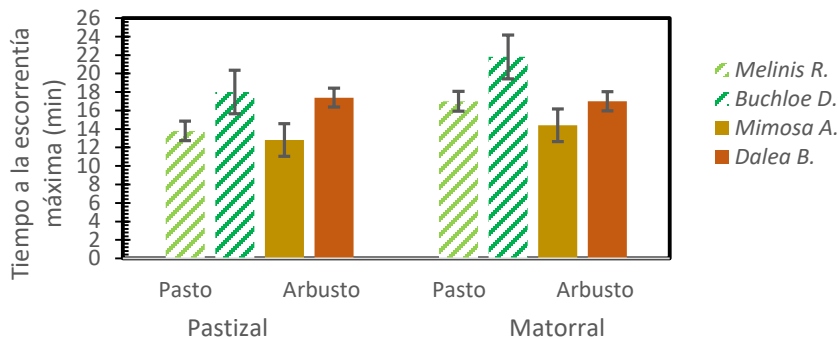


Fig. 3.26: Tiempo para alcanzar la escorrentía máxima considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.689$ ).

La tasa de escorrentía máxima (mm/h) fue mayor en los sitios de matorral ( $62.41 \pm 4.23$  mm/h) que en los sitios de pastizal ( $51.16 \pm 3.36$  mm/h) ( $P = 0.00612$ ). La tasa de escorrentía máxima fue mayor en el parche de *D. bicolor* ( $73.99 \pm 3.11$  mm/h) seguido de *M. repens* ( $58.51 \pm 3.87$  mm/h), *M. aculeaticarpa* ( $57.33 \pm 3.20$  mm/h) y *B. dactyloides* ( $37.52 \pm 5.25$  mm/h) ( $P = 0.00029$ ). No hubo interacción significativa

entre comunidad y especies ( $P = 0.7109$ , Anexo II: Cuadro 27; Fig. 3.27; Anexo III: Hidrogramas 3).

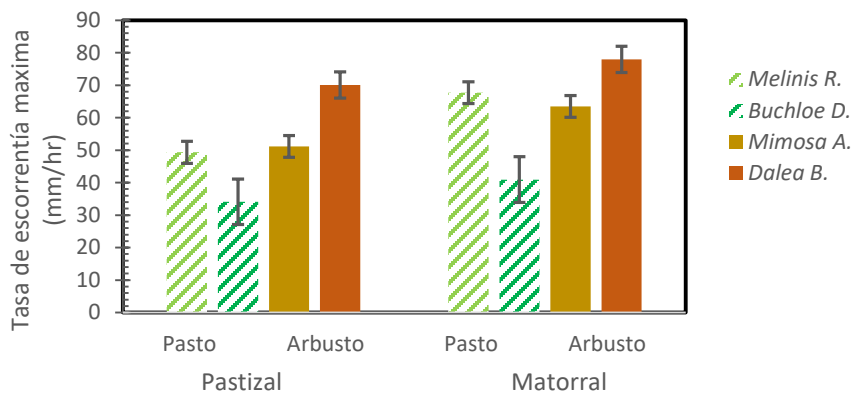


Fig. 3.27: Tasa de escorrentía máxima considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.7109$ )

La tasa promedio de la escorrentía fue más alta en el matorral ( $34.63 \pm 2.93$  mm/h) que en el pastizal ( $29.58 \pm 2.57$  mm/h) ( $P = 0.0265$ ). También fue mayor en los parches de *D. bicolor* ( $41.52 \pm 2.54$  mm/h), *M. aculeaticarpa* ( $36.78 \pm 2.71$  mm/h), *M. repens* ( $35.61 \pm 2.12$  mm/h), similares entre sí, que en los parches de *B. dactyloides* ( $14.50 \pm 2.71$  mm/h) ( $P=0.00016$ ). No hubo una interacción significativa entre comunidad y especies de parche ( $P = 0.1673$ ; Anexo II: Cuadro 28, Fig. 3.28; Anexo III: Hidrograma 3).

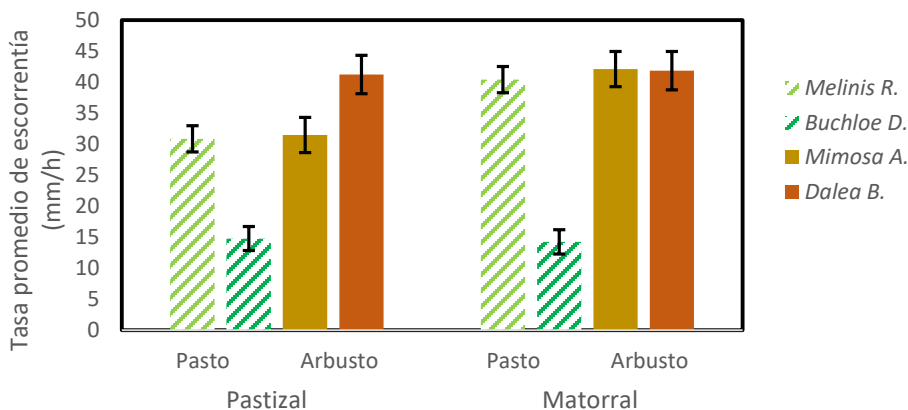


Fig. 3.28: Escorrentía promedio considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.1673$ )

El factor de la pendiente fue más alto en los parches de mimosa en el Matorral ( $0.24 \pm 0.09$ ) que en el resto de las especies ( $P = 0.0146$ ). No hubo interacción

significativa entre comunidad y parche ( $P = 0.2042$ , Anexo II: Cuadro 29; Fig. 3.29; Anexo III: Hidrograma 3).

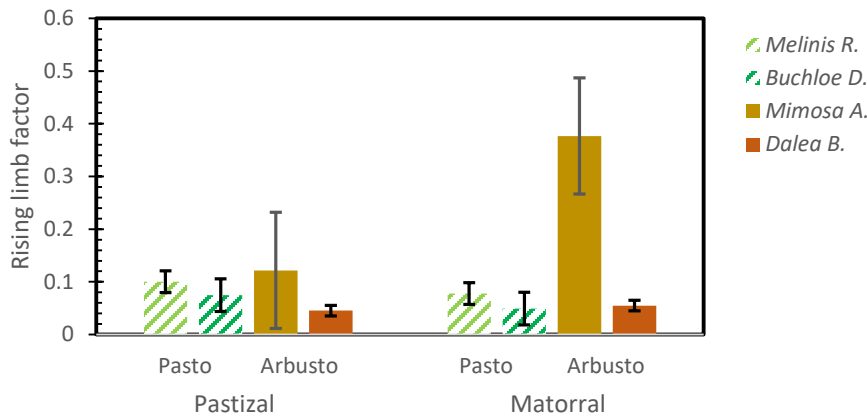


Fig. 3.29: Coeficiente de la pendiente considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.2042$ ).

La profundidad del frente húmedo fue mayor ( $20.43 \pm 1.1$  cm) para *B. dactyloides* sobre el resto de las especies ( $P = 0.0038$ ). Hubo interacción en las especies *M. repens*, y *M. aculeaticarpa* en las comunidades de pastizal. ( $P = 0.0034$ ; Anexo II: Cuadro 30, Fig. 3.30; Anexo III: Hidrograma 3).

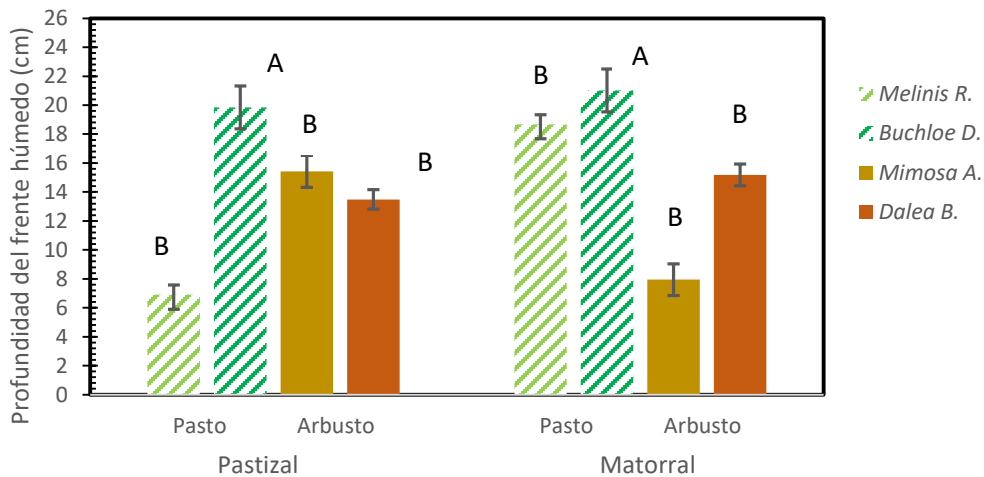


Fig. 3.30: Profundidad del frente húmedo considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.0034$ ).

La producción total de sedimentos fue menor para las comunidades de pastizal ( $7.31 \pm 1.59$  gr/m<sup>2</sup>) que para el matorral ( $10.93 \pm 1.32$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P < 0.0179$ ). En cuanto a especies, en el parche de *B. dactyloides* ( $2.76 \pm 0.66$  gr/m<sup>2</sup>) la producción de



sedimentos fue la más baja, seguido de *M. repens* ( $6.67 \pm 1.25 \text{ gr/m}^2$ ), *M. aculeaticarpa* ( $11.08 \pm 1.75 \text{ gr/m}^2$ ) y *D. bicolor* ( $15.97 \pm 1.93 \text{ gr/m}^2$ ) ( $P = 0.00027$ ). No existió una interacción significativa ( $P = 0.3222$ ; Anexo II: Cuadro 31, Fig. 3.31; Anexo III: Hidrograma 3).

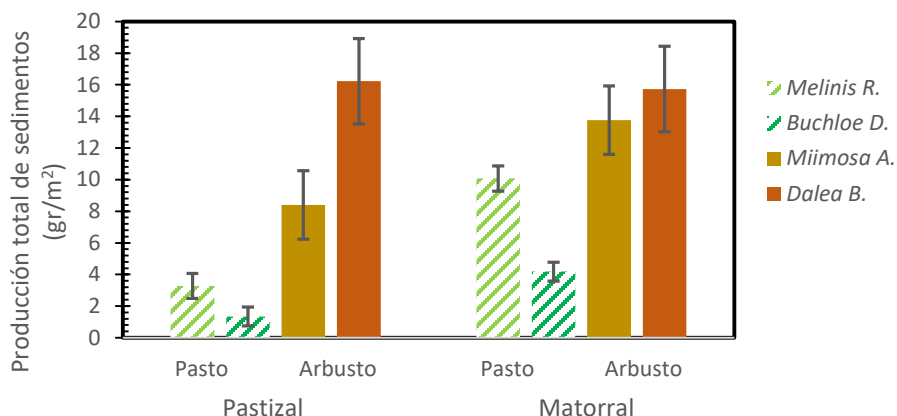


Fig. 3.31: Producción de sedimentos considerando cuatro especies (pastos: *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, arbustos: *Dalea bicolor*, *Mimosa aculeaticarpa*) y dos comunidades (pastizal, matorral) ( $n=5$  por cada tipo de especie dentro de cada comunidad) (comunidad x especie,  $P = 0.3220$ ).

### 3.4 Variables bióticas y abióticas que caracterizan los microsítios de los pastizales y matorrales

Cuadro 3.0: Variables biofísicas caracterizando los parches de vegetación con *Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Dalea bicolor* y los microsítios de biocostra, suelo desnudo con piedras y suelo desnudo en los interespacios de las comunidades de pastizal y matorral.

	Pendiente	Rugosidad	Cob. planta (%)	Cob. mantillo (%)	Cob. biocostra (%)	Cob. total (%)
PASTIZAL						
Parches:						
<i>B. dactyloides</i>	$10.08 \pm 1.29$	$0.11 \pm 0.03$	$55 \pm 5.56$	$4.2 \pm 1.13$	$2.2 \pm 0.76$	$61.4 \pm 5.65 \text{ a}$
<i>M. repens</i>	$11.41 \pm 1.05$	$0.09 \pm 0.01$	$48 \pm 5.93$	$3 \pm 0.89$	$1.04 \pm 0.40$	$52 \pm 5.93 \text{ b}$
<i>M. aculeaticarpa</i>	$10.83 \pm 1.07$	$0.05 \pm 0.006$	$68 \pm 7.01$	$3.8 \pm 0.33$	$3.2 \pm 0.95$	$73.2 \pm 6.97 \text{ a}$
<i>D. bicolor</i>	$10.58 \pm 0.57$	$0.06 \pm 0.02$	$60 \pm 8.94$	$3.2 \pm 0.71$	$3.2 \pm 0.95$	$66.4 \pm 10.34 \text{ a}$
Interspacios:						
Suelo y piedras	$9.58 \pm 0.66$	$0.07 \pm 9.01$	$2 \pm 0.04$	$2.2 \pm 0.43 \text{ b}$	$1.00 \pm 0.28 \text{ b}$	$5.2 \pm 0.71 \text{ b}$

<b>Suelo desnudo</b>	11.5 ± 0.60	0.04 ± 0.003	2.2 ± 0.17	1.2 ± 0.43 b	1.8 ± 0.33 b	5.02 ± 0.78 b
<b>Biocostra</b>	10.58 ± 0.63	0.06 ± 0.01	2.2 ± 0.76	1.06 ± 0.48 b	71.8 ± 3.49 a	75 ± 3.88 a
MATORRAL						
Parches:						
<b><i>B. dactyloides</i></b>	12.16 ± 0.63	0.09 ± 0.01	58 ± 8.89 a	4.2 ± 1.33	3.6 ± 1.53	65.8 ± 9.69 a
<b><i>M. repens</i></b>	11.75 ± 0.55	0.11 ± 0.01	31 ± 5.36 b	3.01 ± 0.4	0.40 ± 0.35	35.2 ± 5.42 a
<b><i>M. aculeaticarpa</i></b>	10.91 ± 0.72	0.05 ± 0.009	59 ± 5.89 a	3.8 ± 0.33	2.00 ± 0.40	63.6 ± 6.01 a
<b><i>D. bicolor</i></b>	10.08 ± 1.09	0.08 ± 0.01	53 ± 7.94 a	3.2 ± 0.71	2.00 ± 0.78	57.8 ± 8.12 a
Interespacios:						
<b>Suelo y piedras</b>	10.75 ± 0.72	0.06 ± 0.01	2.2 ± 0.65	2.6 ± 0.8 a	1.4 ± 0.53 b	6.2 ± 0.76 b
<b>Suelo desnudo</b>	10.5 ± 1.06	0.05 ± 0.008	1.8 ± 0.52	2.4 ± 0.45 a	0.2 ± 0.17 b	4.4 ± 0.87 b
<b>Biocostra</b>	10.58 ± 0.73	0.03 ± 0.008	2.2 ± 0.59	2.8 ± 0.33 a	71 ± 2.60 a	75.6 ± 2.12 a

	Cob.S/C	BR-H(0-5)	BR-H(5-10)	BR- H(10-20)	BR-Total	GWC-0-5 SS
<b>PASTIZAL</b>						
Parches:						
<b><i>B. dactyloides</i></b>	59.2 ± 6.18 ab	161.77 ± 14.38 ab	228.86 ± 47.43 a	351.26 ± 10.25 a	741.89 ± 43.87 a	3.16 ± 0.46 a
<b><i>M. repens</i></b>	51 ± 5.74 b	155.97 ± 2.09 b	126.36 ± 12.29	339.62 ± 11.25 a	621.97 ± 5.57 b	0.90 ± 0.18 c
<b><i>M. aculeaticarpa</i></b>	71.8 ± 7.20 a	181.94 ± 40.79 a	256.53 ± 24.47 a	211.95 ± 25.65 b	650.43 ± 62.80 ab	1.68 ± 0.25 bc
<b><i>D. bicolor</i></b>	63.2 ± 9.47 ab	36.28 ± 5.78 c	257.74 ± 63.03 a	334.81 ± 31.62 ab	628.85 ± 55.07 b	1.95 ± 0.41 bc
Interespacios:						
Suelo y piedras	4.2 ± 0.59	90.38 ± 16.03 c	75.01 ± 8.74 b	247.09 ± 3.49 b	412.50 ± 20.27 c	2.37 ± 0.41 ab
Suelo desnudo	3.2 ± 0.52	71.75 ± 2.03	153.52 ± 2.30 b	272.29 ± 260.15 ab	497.57 ± 11.69 c	1.63 ± 0.52 bc
Biocostra	3.2 ± 1.14	151.35 ± 21.81 ab	149.58 ± 5.43 b	300.16 ± 31.62 ab	601.09 ± 38.31 b	1.52 ± 0.25 bc
<b>MATORRAL</b>						
Parches:						
<b><i>B. dactyloides</i></b>	62.2 ± 10.14 ab	151.86 ± 7.17 ab	242.81 ± 44.95 a	321.90 ± 5.83 a	716.58 ± 44.88 a	2.66 ± 0.16 a
<b><i>M. repens</i></b>	34.8 ± 5.52 b	126.50 ± 15.19 b	108±	332.08 ± 60.54 a	566.63 ± 68.86 b	1.33 ± 0.43 c
<b><i>M. aculeaticarpa</i></b>	61.6 ± 6.02 a	183. ± 20.94 a	251.98 ± 27.90 a	249.48 ± 26.76 b	684.93 ± 26.77	1.53 ± 0.28 bc
<b><i>D. bicolor</i></b>	55.8 ± 8.07 ab	72.14 ± 4.45 c	291.21 ± 29.11 a	260.15 ± 56.55 ab	623.50 ± 74.12 b	1.81 ± 0.35 bc
Interespacios:						
Suelo y piedras	4.8 ± 0.52	75.31 ± 2.82 c	111.98 ± 7.85 b	233.30 ± 6.10 b	420.60 ± 14.01 c	2.01 ± 0.43 ab
Suelo desnudo	4.2 ± 0.92	71.95 ± 8.08 c	127.81 ± 5.11 b	264.73 ± 12.01 ab	464.50 ± 17.14 c	1.34 ± 0.35 c
Biocostra	4.6 ± 1.35	175.11 ± 9.60 ab	153.92 ± 6.13 b	247.10 ± 50.43 ab	576.14 ± 53.62 b	1.58 ± 0.35 bc

	GWC 5-10	GWC 10-20	GWC 0-5	GWC 5-10	GWC 10-20	DAP (0-5)
PASTIZAL						
Parches:						
<i>B. dactyloides</i>	3.52 ± 0.15 a	2.46 ± 0.19 ab	32.44 ± 2.33 a	30.08 ± 3.36 a	13.17 ± 1.50 a	1.003 ± 0.29 b
<i>M. repens</i>	2.03 ± 0.33 bcd	1.40 ± 0.46 c	29.33 ± 2.19 ab	19.20 ± 1.83 b	7.81 ± 1.18 b	1.09 ± 0.43 a
<i>M. aculeaticarpa</i>	3.18 ± 0.55 abc	1.57 ± 0.51 abc	22.19 ± 1.13 bc	17.97 ± 2.52 b	8.06 ± 1.81 b	1.09 ± 0.12 a
<i>D. bicolor</i>	3.33 ± 0.49 ab	1.92 ± 0.29 abc	19.73 ± 1.87 ab	17.55 ± 3.65 b	9.45 ± 3.76 b	0.98 ± 0.12 a
Interespacios:						
<b>Suelo y piedras</b>	1.68 ± 0.28 bcd	2.33 ± 0.38 a	11.95 ± 0.29 d	4.78 ± 1.06 c	1.53 ± 0.28 c	1.34 ± 0.06 a
<b>Suelo desnudo</b>	1.08 ± 0.17 d	1.15 ± 0.27 c	14.52 ± 1.63 cd	4.12 ± 0.51 c	2.07 ± 0.24 c	1.39 ± 0.08 a
<b>Biocostra</b>	1.76 ± 0.35 cd	1.92 ± 0.32 bc	26.54 ± 3.60 a	27.14 ± 2.01 a	11.52 ± 1.2 ab	1.20 ± 0.12 a
MATORRAL						
Parches:						
<i>B. dactyloides</i>	2.97 ± 0.20 a	2.24 ± 0.29 ab	24.50 ± 3.2 a	22.73 ± 4.20 a	13.06 ± 2.70 a	0.78 ± 0.03 b
<i>M. repens</i>	1.69 ± 0.37 bcd	1.41 ± 0.53 c	20.41 ± 3.33 ab	12.55 ± 2.79 b	5.07 ± 1.72 b	1.19 ± 0.02 a
<i>M. aculeaticarpa</i>	1.98 ± 0.33 abc	2.31 ± 0.33 abc	15.23 ± 2.54 bc	10.52 ± 2.47 b	5.26 ± 1.82 b	1.47 ± 0.04 a
<i>D. bicolor</i>	2.15 ± 0.32 ab	1.85 ± 0.36 abc	30.20 ± 4.07 ab	16.51 ± 4.7 b	7.80 ± 2.27 b	1.28 ± 0.15 a
Interespacios:						
<b>Suelo y piedras</b>	2.23 ± 0.30 bcd	2.75 ± 0.29 a	9.5 ± 2.67 d	3.54 ± 0.87 c	2.03 ± 0.39 c ±	1.23 ± 0.08 a
<b>Suelo desnudo</b>	1.71 ± 0.55 d	1.53 ± 0.30 c	15.82 ± 3.49 cd	4.48 ± 1.42 c	1.80 ± 0.31 c	1.34 ± 0.09 a
<b>Biocostra</b>	1.81 ± 0.41 cd	1.39 ± 0.33 bc	26.52 ± 2.36 a	21.45 ± 2.87 a	7.72 ± 1.18 ab	1.18 ± 0.08 a

	DAP (5-10)s	DAP (10-20)s	DAP (0-5)h	DAP (5-10)h	DAP (10-20)h
PASTIZAL					
Parches:					
<i>B. dactyloides</i>	1.37 ± 0.29	1.06 ± 0.01 d	0.95 ± 0.18	1.19 ± 0.06 ABC	1.17 ± 0.12 c
<i>M. repens</i>	1.44 ± 0.04	1.59 ± 0.04 a	0.93 ± 0.05	1.24 ± 0.03 AB	1.39 ± 0.06 a
<i>M. aculeaticarpa</i>	1.23 ± 0.14	0.98 ± 0.12 d	1.02 ± 0.05	1.10 ± 0.04 BC	1.19 ± 0.09 ab

<i>D. bicolor</i>	1.47 ± 0.10	1.07 ± 0.13 cd	1.3 ± 0.08	1.19 ± 0.06 BC	1.32 ± 0.11 bc
Interespacios:					
Suelo y piedras	1.11 ± 0.09	1.43 ± 0.07 b	1,12 ± 0.05	1.48 ± 0.05 A	1.29 ± 0.04 ab
Suelo desnudo	1.48 ± 0.11±	1.08 ± 0.13 cd	1.03 ± 0.71	1.33 ± 0.13 ABC	1.11 ± 0.12 bc
Biocostra	1.48 ± 0.79	1.32 ± 0.12 bc	1.13 ± 0.09	1.14 ± 0.04 C	1.29 ± 0.11 ab
MATORRAL					
Parches:					
<i>B. dactyloides</i>	1.25 ± 0.05	1.09 ± 0.02 d	0.84 ± 0.12	1.41 ± 0.10 abc	0.93 ± 0.10 c
<i>M. repens</i>	1.36 ± 0.04	1.62 ± 0.02 a	1.23 ± 0.17	1.58 ± 0.11 ab	1.58 ± 0,09 a
<i>M. aculeaticarpa</i>	1.42 ± 0.05	1.37 ± 0.02 d	1.29 ± 0.06	1.41 ± 0.09 bc	1.36 ± 0.04 ab
<i>D. bicolor</i>	1.48 ± 0.77	1.35 ± 0.09 cd	1.30 ± 0.08	1.21 ± 0.14 bc	1.18 ± 0.10 bc
Interespacios:					
Suelo y piedras	1.29 ± 0.11	1.39 ± 0.06 b	1.03 ± 0.14	1.47 ± 0.11 a	1.30 ± 0.07 ab
Suelo desnudo	1.32 ± 0.05	1.37 ± 0.03 cd	1.22 ± 0.09	1.27 ± 0.05 abc	1.35 ± 0.04 bc
Biocostra	1.40 ± 0.14	1.45 ± 0.05 bc	0.94 ± 0.11	1.22 ± 0.06 c	1.43 ± 0.06 ab

### 3.4.1 Variables bióticas y abióticas considerando comunidades y micrositios

**Pendiente:** El promedio de la pendiente fue de  $10.58 \pm 0.36$  % para el interespacio y  $11.02 \pm 0.36$  % para los parches. No existieron interacciones significativas entre las comunidades y los micrositios. (Anexo II; Cuadro 32, Anexo IV; Figura 1)

**Rugosidad:** El índice de rugosidad del terreno fue menor en los interespacios ( $0.055 \pm 0.006$ ) que en los parches ( $0.083 \pm 0.006$ ) ( $P= 0.0019$ ) (Anexo II; Cuadro 35) sin existir una interacción significativa entre las comunidades y los micrositios (Anexo IV, Figura 2)

**Cobertura vegetal:** La cobertura vegetal fue menor en los interespacios ( $2.10 \pm 1.68$  %) que en los parches ( $53.22 \pm 2.91$  %) ( $P=0.0003$ ) (Anexo II; Cuadro 38) sin existir interacción significativa entre las comunidades y micrositios (Anexo IV; Figura 3).

**Mantillo:** Los parches presentaron mayor cantidad de mantillo ( $3.36 \pm 0.27$  %) sobre ( $1.93 \pm 0.25$  %) el interespacios ( $P= 0.0001$ ) (Anexo II; Cuadro 41). Existió una interacción entre el micrositio y la comunidad ( $P=0.0129$ ) (Anexo IV; Figura 4).

**Cobertura de la biocostra:** La cobertura de biocostra fue de  $24.53 \pm 3.21$ % en los interespacios y de  $1.97 \pm 0.32$  % en los parches. No hubo interacción entre las comunidades y los micrositios. (Anexo II; Cuadro 44 Anexo IV; Figura 5)

**Cobertura total:** Los parches mostraron el doble de cobertura total ( $58.56 \pm 3.09$  %) que los interespacios ( $28.56 \pm 4.72$  %) ( $P= 0.0005$ ) (Anexo II; Cuadro 47). No hubo interacción entre la comunidad y el micrositio. (Anexo IV; Figura 6).

**Cobertura total sin la biocostra:** La cobertura vegetal más el mantillo fue 12 veces mayor en los parches ( $56.58 \pm 3.03$  %) que en los interespacios ( $4.03 \pm 1.08$  %) ( $P= 0.0002$ ) (Anexo II; Cuadro 50). Existió interacción entre la comunidad y el micrositio ( $P=0.0175$ ) (Anexo IV; Figura 7).

**Biomasa radicular profundidad de (0-5 cm):** La biomasa radicular fue de  $159.48 \pm 19.75$  gr/m<sup>2</sup> para pastizal y  $58.92 \pm 11.33$  gr/m<sup>2</sup> para matorral. No existieron interacciones entre las comunidades y los micrositios (Anexo II; Cuadro 53, Anexo IV; Figura 8).

**Biomasa radicular profundidad de (5-10 cm):** La biomasa radicular era mayor para la comunidad de pastizal ( $254.72 \pm 23.04$  gr/m<sup>2</sup>) que para el matorral ( $184.77 \pm 17.55$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P=0.0347$ ) (Anexo II; Cuadro 56). Existió interacción entre las comunidades y los micrositios ( $P=0.0074$ ) (Anexo IV; Figura 9).

**Biomasa radicular profundidad de (10-20 cm):** En promedio la biomasa radicular fue de  $468.48 \pm 34.02$  gr/m<sup>2</sup> para el pastizal y  $392.65 \pm 42.29$  gr/m<sup>2</sup> para el matorral. No hubo interacción entre comunidades y micrositio (Anexo II; Cuadro 59, Anexo IV; Figura 10).

**Biomasa radicular total:** La biomasa radicular del pastizal fue de  $882.69 \pm 55.74$  gr/m<sup>2</sup> y  $736.34 \pm 46.61$  gr/m<sup>2</sup> para el matorral. No hubo interacción entre las comunidades y el micrositio (Anexo II; Cuadro 62, Anexo IV; Figura 11).

**Humedad relativa del suelo seco (0-5 cm):** El promedio de la humedad relativa fue de  $1.89 \pm 0.17$  % para el pastizal y ( $1.73 \pm 0.16$  %) para el matorral, no existió interacción entre las comunidades y micrositio. (Anexo II; Cuadro 65, Anexo IV; Figura 12)

**Humedad relativa del suelo seco (5-10 cm):** La humedad relativa fue menor en el interespacio ( $1.71 \pm 0.16$  %) que en el parche ( $2.59 \pm 0.15$  %) en comparación de micrositios. ( $P=0.0002$ ) (Anexo II; Cuadro 68). Existió interacción entre las comunidades y los micrositios ( $P=0.0101$ ) (Anexo IV; Figura 13)

**Humedad relativa del suelo seco (10-20 cm):** La humedad relativa promedio fue de  $1.85 \pm 0.14$  % para el pastizal y  $1.92 \pm 0.18$  % para el matorral. No hubo interacción entre las comunidades y micrositio (Anexo II Cuadro 71, Anexo IV; Figura 14).

**Humedad relativa del suelo post simulación (0-5 cm):** La humedad relativa era menor para los interespacios ( $17.48 \pm 1.35$  %) que los parches ( $24.11 \pm 0.26$  %) ( $P=0.0005$ ) (Anexo II Cuadro 74). No hubo interacción entre comunidades y micrositio. (Anexo IV; Figura 15)

**Humedad relativa del suelo post simulación (5-10 cm):** La humedad relativa fue casi la mitad en los interespacios ( $10.92 \pm 1.77$  %) que en los parches ( $18.22 \pm 1.40$  %) ( $P=0.0002$ ) (Anexo II Cuadro 77). No hubo interacción entre las comunidades y micrositio. (Anexo IV; Figura 16)

**Humedad relativa del suelo post simulación (10-20 cm):** La humedad relativa fue la mitad ( $4.44 \pm 0.44$  %) en los interespacios que en los parches ( $8.63 \pm 0.90$  %) ( $P=0.0002$ ) (Anexo II; Cuadro 80). No hubo interacción entre las comunidades y micrositio. (Anexo IV; Figura 17)

**Densidad aparente del suelo (0-5 cm):** La densidad aparente del suelo fue menor ( $1.006 \pm 0.037$  gr/cm<sup>3</sup>) para los interespacios que para los parches ( $1.13 \pm 0.038$  gr/cm<sup>3</sup>) ( $P=0.0400$ ) (Anexo II; Cuadro 83). Mientras que la densidad aparente fue menor en los interespacios en el matorral que en el pastizal, en los parches fue mayor en el matorral que en el pastizal ( $P=0.0487$ ) (Anexo IV; Figura 18).

**Densidad aparente del suelo (5-10 cm):** La densidad aparente del suelo fue menor en el pastizal ( $1.25 \pm 0.032$  gr/cm<sup>3</sup>) que en el matorral ( $1.36 \pm 0.035$  gr/cm<sup>3</sup>) ( $P=0.0226$ ) (Anexo II; Cuadro 86). En el pastizal los parches presentan una menor densidad aparente que los interespacios, mientras que en el matorral los interespacios presentan menor densidad aparente que los parches ( $P=0.0492$ ) (Anexo IV; Figura 19)

**Densidad aparente del suelo (10-20 cm):** En promedio la densidad aparente para el pastizal fue de  $1.24 \pm 0.041$  gr/cm<sup>3</sup> y de  $1.29 \pm 0.037$  gr/cm<sup>3</sup> para el matorral. No hubo interacción entre comunidad y micrositios (Anexo II; Cuadro 89, Anexo IV; Figura 20).

#### 3.4.2 Variables bióticas y abióticas considerando comunidades e interespacios

**Pendiente:** La pendiente para el pastizal fue de  $10.55 \pm 0.65$  % y para el matorral  $10.61 \pm 0.83$  % ( $P = 0.5320$ ). Por tipo de cobertura la pendiente para el suelo con piedras fue  $10.16 \pm 0.69$  %, para la biocostra  $10.58 \pm 0.68$  %, y para suelos desnudos  $11.0 \pm 0.87$  % ( $P = 0.4290$ ) (Cuadro 33, Anexo IV; Figura 21).

**Rugosidad:** El índice de rugosidad para el pastizal fue de ( $0.061 \pm 0.011$ ) y ( $0.05 \pm 0.010$ ) para el matorral ( $P = 0.1930$ ). Por tipo de cobertura fue de ( $0.071 \pm 0.011$ ) para el suelo con piedras, ( $0.049 \pm 0.008$ ) para suelo desnudo y ( $0.047 \pm 0.013$ ) ( $P=0.1120$ ) para el suelo con biocostra. (Anexo II Cuadro 36, Anexo IV; Figura 22).

**Cobertura vegetal:** Para el pastizal el promedio de cobertura fue de  $2.13 \pm 0.44$  % y para el matorral  $2.06 \pm 0.59$  %. En cuanto a cobertura el promedio para el suelo con piedras fue de  $2.1 \pm 0.52$  %, para suelo desnudo  $2.00 \pm 0.34$  % y para biocostra  $2.2 \pm 0.68$  (Anexo II Cuadro 39, Anexo IV; Figura 23).

**Mantillo:** La cobertura de mantillo resultó superior en el matorral ( $2.46 \pm 0.42$  %) que en el pastizal ( $1.40 \pm 0.46$  %) ( $P=0.0159$ ) (Anexo II; Cuadro 42). El suelo con piedras presentó la mayor cantidad de cobertura ( $2.40 \pm 0.39$  %) seguido del suelo desnudo ( $1.70 \pm 0.46$  %) y la biocostra ( $1.70 \pm 0.47$  %) (Anexo IV; Figura 24).

**Cobertura de la biocostra:** La cobertura promedio fue de  $24.86 \pm 1.36$  % para el pastizal y  $24.20 \pm 1.10$  % para el matorral, la menor cobertura se presentó en el suelo con piedras ( $1.20 \pm 0.40$  %) junto con el suelo desnudo ( $1.00 \pm 0.25$  %) siendo 70 veces mayor en los micrositos con biocostra ( $71.40 \pm 3.004$  %) ( $P=0.0002$ ) (Anexo II Cuadro 45). Para el suelo desnudo la cobertura de biocostra fue mayor en el pastizal ( $1.80 \pm 0.025$  %) que en el matorral ( $0.20 \pm 0.012$  %) ( $P=0.0437$ ) (Anexo IV; Figura 25)

**Cobertura total:** El promedio para el pastizal fue de  $28.40 \pm 1.78$  % y para el matorral de  $28.73 \pm 1.25$  %. El promedio de cobertura para suelo con piedras ( $5.7 \pm 0.72$  %) y suelo desnudo ( $4.7 \pm 0.82$  %) fue inferior al suelo con biocostra ( $75.30 \pm 3.08$  %) ( $P=0.0002$ ) (Anexo II; Cuadro 48). No hubo interacción entre la comunidad y la cobertura de suelo. (Anexo IV; Figura 26)

**Cobertura total sin la biocostra:** El promedio para el pastizal fue de  $3.53 \pm 0.75$  % para el matorral  $4.53 \pm 0.68$  %. En cuanto a tipos de cobertura; el suelo con piedras presentó  $4.5 \pm 0.55$  % de cobertura seguido del suelo desnudo ( $3.7 \pm 0.76$  %) y la biocostra ( $3.0 \pm 0.87$  %). No hubo interacción entre las comunidades y el tipo de cobertura de suelo. (Anexo II Cuadro 51, Anexo IV; Figura 27)

**Biomasa radicular profundidad de (0-5 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $183.48 \pm 15.72$  gr/m<sup>2</sup> y para el matorral  $177.31 \pm 46.40$  gr/m<sup>2</sup>. Por tipo de cobertura de suelo el promedio fue  $149.25 \pm 67.30$  gr/m<sup>2</sup> para suelo con piedra,  $71.85 \pm 5.04$  gr/m<sup>2</sup> para suelos desnudos y  $320.08 \pm 20.89$  gr/m<sup>2</sup> para biocostra. No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo II Cuadro 54, Anexo IV; Figura 28).

**Biomasa radicular profundidad de (5-10 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $294.69 \pm 46.50$  gr/m<sup>2</sup> y para el matorral de  $146.04 \pm 11.74$  gr/m<sup>2</sup>. En cuanto a tipo de cobertura el promedio para suelo y piedras fue de  $106.23 \pm 50.84$  gr/m<sup>2</sup>, para suelo desnudo  $265.69 \pm 21.68$  gr/m<sup>2</sup> y para la biocostra  $289.18 \pm 14.82$  gr/m<sup>2</sup>. No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo II; Cuadro 57, Anexo IV; Figura 29).

**Biomasa radicular profundidad de (10-20 cm):** El promedio del pastizal fue superior ( $497.96 \pm 14.65$  gr/m<sup>2</sup>) al matorral ( $374.48 \pm 15.49$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P=0.0007$ ).

Mientras que por tipo de cobertura la mayor biomasa radicular a esta profundidad fue en la biocostra ( $612.39 \pm 11.69 \text{ gr/m}^2$ ) seguido del suelo con piedras ( $397.10 \pm 13.94 \text{ gr/m}^2$ ) y con ( $299.16 \pm 19.59 \text{ gr/m}^2$ ) el suelo desnudo ( $P=0.0005$ ) (Anexo II; Cuadro 60). Hubo interacción entre el suelo desnudo y el suelo con piedras ( $P=0.0001$ ) (Anexo IV; Figura 30).

**Biomasa radicular total:** El promedio del pastizal fue de  $976.14 \pm 61.83 \text{ gr/m}^2$  y para el matorral de  $697.84 \pm 62.85 \text{ gr/m}^2$ . En cuanto al tipo de cobertura, el promedio para suelo con piedras fue de  $652.59 \pm 111.80 \text{ gr/m}^2$ , para el suelo desnudo  $636.71 \pm 33.08 \text{ gr/m}^2$  y para la biocostra  $1221.66 \pm 42.14 \text{ gr/m}^2$  (Anexo II; Cuadro 63). Hubo interacción entre las comunidades y la cobertura de suelo ( $P=0.0373$ ) (Anexo IV; Figura 31).

**Humedad relativa del suelo seco (0-5 cm):** El contenido de humedad fue  $1.84 \pm 0.39 \%$  para el pastizal y  $1.64 \pm 0.38 \%$  para el matorral. En cuanto a tipo de cobertura la humedad para el suelo con piedra fue  $2.19 \pm 0.42 \%$ , para suelo desnudo  $1.49 \pm 0.43 \%$  y para el suelo con biocostra  $1.53 \pm 0.32 \%$ . No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo II Cuadro 66, Anexo IV; Figura 32).

**Humedad relativa del suelo seco (5-10 cm):** La humedad relativa en esta profundidad fue de  $1.51 \pm 0.26 \%$  para el pastizal y  $1.92 \pm 0.42 \%$  para el matorral. Para tipo de cobertura, la humedad relativa fue  $1.96 \pm 0.29 \%$  para suelo y piedras,  $1.40 \pm 0.36 \%$  para el suelo desnudo y  $1.79 \pm 0.38 \%$  para el suelo con biocostra. No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo II Cuadro 69, Anexo IV; Figura 33).

**Humedad relativa del suelo seco (0-20 cm):** El promedio de humedad relativa para esta profundidad es de  $1.80 \pm 0.32 \%$  para el pastizal y  $1.89 \pm 0.31 \%$  para el matorral. Por tipo de cobertura la humedad fue superior en el suelo con piedras ( $2.54 \pm 0.34 \%$ ) que en el suelo desnudo ( $1.34 \pm 0.28 \%$ ) y la biocostra ( $1.66 \pm 0.33 \%$ ) ( $P=0.0077$ ). Anexo II Cuadro 72). No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo IV; Figura 34).

**Humedad relativa del suelo post simulación (0-5 cm):** Para el pastizal la humedad relativa del suelo post simulación fue de  $17.67 \pm 1.84 \%$  y para el matorral de  $17.29 \pm 2.84 \%$ . En cuanto al tipo de cobertura, la biocostra presentó mayor humedad ( $26.53 \pm 2.98 \%$ ) que el suelo desnudo ( $15.17 \pm 2.56 \%$ ) y el suelo con piedras ( $10.74 \pm 1.48 \%$ ) ( $P=0.0004$ ) (Anexo II; Cuadro 75). No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura (Anexo IV; Figura 35).

**Humedad relativa del suelo post simulación (5-10 cm):** Para el pastizal el promedio de humedad relativa fue de  $12.01 \pm 1.19 \%$  y  $9.82 \pm 1.71 \%$  para el matorral. En cuanto al tipo de cobertura la biocostra presentó mayor humedad ( $24.30 \pm 2.44 \%$ ) que el suelo con piedra ( $4.16 \pm 0.96 \%$ ) y el suelo desnudo ( $4.30 \pm 0.97 \%$ ) ( $P=0.0039$ ) (Anexo II; Cuadro 78). No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura. (Anexo IV; Figura 36)



**Humedad relativa del suelo post simulación (10-20 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $5.04 \pm 1.07 \%$  y  $3.84 \pm 0.63 \%$  para el matorral. En cuanto al tipo de cobertura la humedad relativa fue mayor en el suelo con biocostra ( $9.62 \pm 1.19 \%$ ) que en el suelo con piedra ( $1.76 \pm 0.34 \%$ ) y el suelo desnudo ( $1.94 \pm 1.03 \%$ ) ( $P=0.0023$ ) (Anexo II; Cuadro 81). No hubo interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura. (Anexo IV; Figura 37)

**Densidad aparente del suelo (0-5 cm):** El promedio de densidad aparente para el pastizal es de  $1.06 \pm 0.08 \text{ gr/cm}^3$  y para el matorral  $0.94 \pm 0.11 \text{ gr/cm}^3$ . En cuanto al tipo de cobertura la densidad del suelo con piedra es de  $1.07 \pm 0.09 \text{ gr/cm}^3$ , para el suelo desnudo  $0.90 \pm 0.10 \text{ gr/cm}^3$  y para el suelo con biocostra  $1.04 \pm 0.095 \text{ gr/cm}^3$  (Anexo II; Cuadro 84, Anexo IV; Figura 38).

**Densidad aparente del suelo (5-10 cm):** El promedio de densidad aparente para el pastizal es de  $1.32 \pm 0.07 \text{ gr/cm}^3$  y para el matorral  $1.33 \pm 0.05 \text{ gr/cm}^3$ . Para el tipo de cobertura la densidad aparente es mayor para el suelo con piedra ( $1.48 \pm 0.08 \text{ gr/cm}^3$ ) y para el suelo desnudo ( $1.30 \pm 0.09 \text{ gr/cm}^3$ ) que con el suelo con biocostra ( $1.18 \pm 0.05$ ) ( $P=0.0158$ ). (Anexo II; Cuadro 87). No hubo interacción entre la comunidad y los tipos de cobertura. (Anexo IV; Figura 39)

**Densidad aparente del suelo (10-20 cm):** La densidad aparente promedio para el pastizal es de  $1.19 \pm 0.1 \text{ gr/cm}^3$  y para el matorral  $1.24 \pm 0.07 \text{ gr/cm}^3$ . En cuanto al tipo de cobertura la mayor densidad aparente es del suelo con biocostra ( $1.36 \pm 0.08 \text{ gr/cm}^3$ ) que comparte características únicamente con el suelo desnudo ( $1.23 \pm 0.08$ ), siendo menor en el suelo con piedras ( $1.05 \pm 0.11 \text{ gr/cm}^3$ ) ( $P=0.0319$ ) (Anexo II Cuadro 90). No existió interacción entre la comunidad y el tipo de cobertura de suelo (Anexo IV; Figura 40)

### 3.4.3 Variables bióticas y abióticas considerando comunidades e especies

**Pendiente:** La pendiente promedio para el pastizal es de  $10.71 \pm 1.06 \%$  y para el matorral  $11.22 \pm 0.75 \%$ . En general por especie el promedio es  $10.97 \pm 0.87 \%$ . No existió interacción entre la comunidad y las especies (Anexo II Cuadro 34 Anexo IV; Figura 41).

**Rugosidad:** El índice de rugosidad en promedio para el pastizal es de  $0.06 \pm 0.011$  y de  $0.05 \pm 0.012$  para el matorral. En cuanto a especies la rugosidad fue similar en *Melinis repens* ( $0.11 \pm 0.01$ ), *Buchloe dactyloides* ( $0.10 \pm 0.02$ ) y mayor que *Dalea bicolor* ( $0.073 \pm 0.11$ ) que compartieron características con *Mimosa aculeaticarpa* ( $0.05 \pm 0.057$ ) ( $P = 0.0366$ ) (Anexo II; Cuadro 37). No hubo interacción entre la comunidad y las especies ( $P = 0.6153$ ) (Anexo IV; Figura 42).

**Cobertura vegetal:** La cobertura promedio para el pastizal es de  $57.75 \pm 6.88 \%$  y para el matorral  $50.25 \pm 7.02 \%$ . En cuanto a las especies la cobertura es similar en los sitios de *Mimosa aculeaticarpa* ( $63.5 \pm 6.45 \%$ ), *Dalea bicolor* ( $56.50 \pm 8.44 \%$ )

y *Buchloe dactyloides* ( $55.6 \pm 7.27$  %) y menor para *Melinis repens* ( $39.5 \pm 5.64$  %) ( $P=0.0321$ ) (Anexo II; Cuadro 40). No hubo interacción entre la comunidad y las especies (Anexo IV; Figura 43).

**Mantillo:** La cobertura de mantillo promedio fue de  $3.55 \pm 0.62$  % para el pastizal y  $3.35 \pm 0.64$  % para el matorral. El promedio para las especies fue de  $3.45 \pm 0.63$  %. No hubo interacción entre la comunidad y las especies (Anexo II; Cuadro 43, Anexo IV; Figura 44).

**Cobertura de la biocostra:** La cobertura de biocostra en promedio fue de  $1.95 \pm 0.66$  % para el pastizal y  $2.00 \pm 0.76$  % para el matorral. El promedio para las especies fue de  $1.97 \pm 0.71$  %. No hubo interacción entre la comunidad y las especies (Anexo II; Cuadro 46, Anexo IV; Figura 45).

**Cobertura total:** La cobertura total promedio es de  $63.25 \pm 7.22$  % para pastizal y  $55.60 \pm 7.31$  % para el matorral. El promedio fue mayor y similar en los sitios de *Mimosa aculeaticarpa* ( $68.40 \pm 6.49$  %), *Buchloe dactyloides* ( $63.60 \pm 7.67$  %) y *Dalea bicolor* ( $62.10 \pm 9.23$  %) que en el sitio de *Melinis repens* ( $43.60 \pm 5.67$  %) ( $P=0.0300$ ) (Anexo II; Cuadro 49). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 46).

**Cobertura total sin la biocostra:** El promedio para el pastizal fue de  $61.30 \pm 7.15$  % y para el matorral de  $53.60 \pm 7.44$  %. A nivel de especie la mayor cobertura sin costra se presentó en la *Mimosa aculeaticarpa* ( $66.7 \pm 6.61$  %) seguido por *Buchloe dactyloides* ( $60.70 \pm 8.16$  %) y *Dalea bicolor* ( $59.5 \pm 8.77$  %). La especie con menor cobertura fue *Melinis repens* ( $42.9 \pm 5.63$  %) ( $P=0.0463$ ) (Anexo II; Cuadro 52). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 47).

**Biomasa radicular profundidad de (0-5 cm):** El promedio de biomasa radicular fue de  $133.99 \pm 15.74$  gr/m<sup>2</sup> para el pastizal y  $140.52 \pm 13.72$  gr/m<sup>2</sup> para el matorral. Por especie el promedio fue superior y similar en *Mimosa aculeaticarpa* ( $182.70 \pm 30.87$  gr/m<sup>2</sup>), *Buchloe dactyloides* ( $170.88 \pm 14.34$  gr/m<sup>2</sup>) y *Melinis repens* ( $141.24 \pm 8.6$  gr/m<sup>2</sup>) que sobre *Dalea bicolor* ( $54.21 \pm 5.12$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P=0.0002$ ) (Anexo II; Cuadro 55). No hubo interacción entre la comunidad y las especies (Anexo IV; Figura 48).

**Biomasa radicular profundidad de (5-10 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $217.37 \pm 36.81$  gr/m<sup>2</sup> y para el matorral de  $223.51 \pm 28.71$  gr/m<sup>2</sup>. Por especie la mayor cantidad de biomasa radicular estuvo en las especies *Dalea bicolor* ( $274.47 \pm 46.07$  gr/m<sup>2</sup>), *Mimosa aculeaticarpa* ( $254.26 \pm 26.19$  gr/m<sup>2</sup>) y *Buchloe dactyloides* ( $235.83 \pm 46.19$  gr/m<sup>2</sup>), todas ellas superiores a *Melinis repens* ( $117.20 \pm 12.58$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P=0.0024$ ) (Anexo II Cuadro 58). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 49).

**Biomasa radicular profundidad de (10-20 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $427.33 \pm 29.30$  gr/m<sup>2</sup> y para el matorral de  $410.81 \pm 46.50$  gr/m<sup>2</sup>. En cuanto a

especies *Buchloe dactyloides* ( $812.23 \pm 45.41$  gr/m<sup>2</sup>) presentó la mayor cantidad de biomasa radicular seguido de *Melinis repens* ( $335.85 \pm 35.89$  gr/m<sup>2</sup>) y *Dalea bicolor* ( $297.48 \pm 44.09$  gr/m<sup>2</sup>), la *Mimosa aculeaticarpa* ( $230.72 \pm 26.20$  gr/m<sup>2</sup>) presentó la menor cantidad de biomasa ( $P=0.0007$ ) (Anexo II; Cuadro 61). No hubo interacción entre la comunidad y las especies (Anexo IV; Figura 50).

**Biomasa radicular total:** El promedio para el pastizal fue de  $778.70 \pm 51.53$  gr/m<sup>2</sup> y de para el matorral  $774.85 \pm 61.45$  gr/m<sup>2</sup>. En cuanto a especies *Buchloe dactyloides* presentó mayor biomasa total ( $1218.95 \pm 79.37$  gr/m<sup>2</sup>) en comparación a *Mimosa aculeaticarpa* ( $667.68 \pm 44.79$  gr/m<sup>2</sup>), *Dalea bicolor* ( $626.18 \pm 64.59$  gr/m<sup>2</sup>) y *Melinis repens* ( $594.30 \pm 37.21$  gr/m<sup>2</sup>) ( $P=0.0017$ ) (Anexo II; Cuadro 64). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 51).

**Humedad relativa del suelo seco (0-5 cm):** El promedio para el pastizal fue  $1.92 \pm 0.32$  % y para el matorral  $1.83 \pm 0.24$  %. En cuanto a las especies la mayor humedad se encontró en los parches de *Buchloe dactyloides* (Anexo II Cuadro 67 Anexo IV; Figura 52)

**Humedad relativa del suelo seco (5-10 cm):** El promedio de humedad relativa para el pastizal fue mayor ( $3.017 \pm 0.38$  %) que para el matorral ( $2.19 \pm 0.30$  %) ( $P=0.0085$ ). Por especie la mayor humedad relativa se presentó en el *Buchloe dactyloides* ( $3.24 \pm 0.18$  %), seguido de *Dalea bicolor* ( $2.74 \pm 0.40$  %) y *Mimosa aculeaticarpa* ( $2.58 \pm 0.44$  %). *Melinis repens* presentó menor humedad relativa a esta profundidad ( $1.86 \pm 0.35$  %) ( $P=0.0179$ ) (Anexo II; Cuadro 70). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 53).

**Humedad relativa del suelo seco (10-20 cm):** El promedio para el pastizal fue de  $1.84 \pm 0.27$  % y para el matorral de ( $1.95 \pm 0.38$  %). Para todas las especies el promedio de humedad relativa fue de  $1.90 \pm 0.25$  % (Anexo II; Cuadro 73). No hubo interacción entre las comunidades y las especies. (Anexo IV; Figura 54).

**Humedad relativa del suelo post simulación (0-5 cm):** El promedio de humedad relativa para esta profundidad en el pastizal fue de  $25.95 \pm 1.88$  % y para el matorral  $22.59 \pm 3.28$  %. En cuanto a especies la mayor humedad en este estrato de suelo fue del *Buchloe dactyloides* ( $28.47 \pm 2.76$  %), compartiendo características con la *Dalea bicolor* ( $24.97 \pm 2.97$ ) y el *Melinis repens* ( $24.87 \pm 2.76$  %). La especie con menor humedad fue la *Mimosa aculeaticarpa* ( $18.76 \pm 1.83$  %) ( $P=0.0263$ ) (Anexo II Cuadro 76). Existió interacción significativa en las dos comunidades ( $P=0.0086$ ) (Anexo IV; Figura 55).

**Humedad relativa del suelo post simulación (5-10 cm):** El promedio de humedad en el pastizal fue de  $21.20 \pm 2.84$  % y para matorral de  $15.58 \pm 3.54$  % ( $P=0.0141$ ). Para las especies la mayor humedad relativa fue en la especie *Buchloe dactyloides* ( $26.41 \pm 3.78$  %), que para las especies *Dalea bicolor* ( $17.03 \pm 4.17$  %), *Melinis repens* ( $15.88 \pm 2.31$  %) y *Mimosa aculeaticarpa* ( $14.25 \pm 2.50$  %) ( $P=0.0170$ )

(Anexo II; Cuadro 79). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 56).

**Humedad relativa del suelo post simulación (10-20 cm):** El promedio de humedad relativa en el pastizal fue de  $9.63 \pm 2.06$  % y  $7.78 \pm 2.13$  % para el matorral. Para las especies la humedad relativa es casi el doble para *Buchloe dactyloides* ( $13.12 \pm 2.10$  %) que para el resto de las especies con *Dalea bicolor* de  $8.63 \pm 3.01$  %, *Mimosa aculeaticarpa* de  $6.66 \pm 1.82$  % y *Melinis repens* de  $6.41 \pm 1.45$  % ( $P=0.0457$ ) (Anexo II; Cuadro 82). No hubo interacción entre las comunidades y las especies. (Anexo IV; Figura 57)

**Densidad aparente del suelo (0-5 cm):** En promedio para el pastizal la densidad aparente del suelo fue  $1.07 \pm 0.06$  gr/cm<sup>3</sup> y para el matorral de  $1.19 \pm 0.11$  gr/cm<sup>3</sup>. (Anexo II; Cuadro 85). Hubo una interacción significativa entre especies y comunidades ( $P=0.0351$ ) (Anexo IV; Figura 58).

**Densidad aparente del suelo (5-10 cm):** El promedio de densidad aparente fue diferente para el pastizal ( $1.18 \pm 0.05$  gr/cm<sup>3</sup>) que para el matorral ( $1.40 \pm 0.11$  gr/cm<sup>3</sup>) ( $P=0.0036$ ). Por especie en general el promedio fue de  $1.29 \pm 0.08$  gr/cm<sup>3</sup> (Anexo II; Cuadro 88). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 59)

**Densidad aparente del suelo (10-20 cm):** El promedio de densidad para el pastizal fue de  $1.30 \pm 0.08$  y para el matorral de  $1.35 \pm 0.07$  gr/cm<sup>3</sup>. En general el promedio por especie fue de  $1.33 \pm 0.08$  gr/cm<sup>3</sup> (Anexo II; Cuadro 91). No hubo interacción entre la comunidad y las especies. (Anexo IV; Figura 60)

#### 4) DISCUSIÓN

La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas son el resultado de múltiples factores bióticos y abióticos (Jenny 1947, Chapin et al. 2011) como el clima, la topografía, el material parental, la biota potencial, y el tiempo de desarrollo. Sin embargo, tanto en escala local y de paisaje existe un amplio espectro de otros factores anidados en los factores de estado que influyen en la heterogeneidad espacial y temporal de la estructura y funcionamiento de ecosistemas particulares (Fig. 1.1). En las zonas áridas y semiáridas, son principalmente los procesos del ciclo hidrológico los que influyen en la composición de las especies de plantas y en la estructura de la cobertura vegetal, lo cual a su vez retroalimenta la redistribución espacial de la precipitación (D'Odorico y Porporato 2006). Los mecanismos complejos que vinculan los patrones y procesos ecológicos con su funcionamiento hidrológico se estudian a través de la ecohidrología (Rodríguez-Iturbe 2000). Los matorrales y pastizales son los tipos de ecosistemas más abundantes en las zonas áridas y semiáridas de México. Mientras la distribución geográfica de estos dos

biomas está bien definido y delineada por los patrones de precipitación, tipos de suelo y topografía (Rzedowski 1978), las condiciones locales, donde influyen potencialmente microclimas distintos gobernados por la orientación, norte o sur y/o un efecto del legado de uso de suelo, por ejemplo, por la ganadería, la vegetación está caracterizada por mosaicos de comunidades dominados por arbustos o gramíneas.

El sitio de estudio ubicado en la localidad de Santo Domingo municipio de Santa María de Río, San Luis Potosí, se encuentra dentro de las zonas semiáridas del estado y está caracterizado por ser un terreno complejo, compuesto por planicies y cerros intermedios y altos. En esta zona se aprecia el ecotono entre matorral xerófilo micrófilo / rosetófilo / crasicaule y el pastizal abierto y ha existido una larga historia de ganadería extensiva. Por lo tanto, ***este sitio de estudio ofreció una excelente oportunidad para estudiar la interacción entre los factores de topografía (orientación norte y sur), biota (arbustos y gramíneas), características de la superficie de suelo (biocostra, desnudo) en la riqueza, cobertura y estructura vegetal así como su relación a los procesos ecohidrológicos.***

El sitio de estudio se caracterizó por una riqueza extraordinaria de plantas, tanto a nivel de grupos funcionales (arbustos, sub-arbustos, arboles, gramíneas, hierbas, suculentas, anuales) como de especies. En total se registraron 123 especies en esta zona. En los sitios de estudio las comunidades caracterizadas por las matrices de arbustos y gramíneas albergaron entre 20 y 30 especies vegetales. Acorde a la hipótesis, los sitios con orientación norte se caracterizaron con una mayor riqueza y diversidad que los sitios con más alta exposición de radiación solar con orientación sur. De la misma manera, la topografía, es decir la ubicación de los sitios a lo largo de la ladera tuvo efecto claro en la distribución de riqueza de especie. En las cimas de las dos exposiciones se concentraron la mayoría de las especies, seguido por las comunidades de pastizal ubicadas en la parte media del cerro y las comunidades de matorral ubicadas en el pie de monte con la menor riqueza y diversidad. Este resultado era contrario a la hipótesis, donde se postuló que los matorrales cuentan con más especies que los pastizales. Es importante resaltar que en el sitio de estudio se encontraron 23 especies de gramíneas, elementos importantes no solo de los pastizales, sino también como forraje potencial para el ganado. Entre las gramíneas se encuentra también la especie exótica *Melinis repens*, en todos los sitios por lo nos interesó examinar el efecto de esta especie en particular en su efecto ecohidrológico en comparación a las especies nativas de gramíneas.

La funcionalidad del paisaje, que considera el número, ancho, área y composición de los parches de la vegetación si fue afectado por la orientación y las comunidades dentro de cada orientación tal como lo postuló la hipótesis. Sin embargo, se observó que los parches más grandes se encontraron en las comunidades de en la

orientación sur; fueron casi tres veces más grandes que los parches en las mismas comunidades con orientación norte. En este último caso, el número de parches era el más alto de todos los sitios. Considerando los parches en las comunidades de matorral, no se encontraron diferencias en respuesta a la orientación de las laderas, sin embargo, en comparación a los números y área de los parches de las gramíneas si hubo una diferencia marcada. Con orientación sur, los parches en las comunidades de los arbustos fueron menos y más grandes que en el pastizal, mientras que en la orientación norte, el número de parches fue mayor y el área menor en comparación a los parches en las comunidades de las gramíneas. Sería importante examinar las especies de gramíneas y otros grupos funcionales que formaron los parches en los diferentes comunidades y orientaciones y si la estructura de crecimiento de las especies podría haber influido en el área y número de parches. La especie dominante de los parches de gramíneas era *Buchloe dactyloides*, que es una especie estolonífera que se propaga vegetativamente y por su forma de crecimiento favorece la formación de parches de vegetación más continuos que por ejemplo *Melinis repens*, la cual es una especie bianual, que forma macollos pequeños y por lo tanto contribuye de manera distinta a la formación de parches. Los interespacios más largos ocurrieron en las comunidades de matorral y los más cortos en las comunidades de pastizal ambos en sitios con orientación sur. Considerando la configuración de parches y interespacios, en la orientación sur las franjas de las comunidades dominados por gramíneas son más cerradas y retienen más agua que las comunidades en la orientación sur.

El modelo utilizado permitió comparar las respuestas ecohidrológicas en dos niveles, en comunidades vegetales dominantes y a nivel de micrositio; en este caso se realizó la comparación entre diferentes tipos de cobertura de los interespacios y de los parches.

A nivel de comunidad y micrositio las pendientes fueron similares para todos los sitios en ambas comunidades, los parches se caracterizaron por tener mayor rugosidad, cobertura vegetal y mantillo que los interespacios. Para el mantillo, en el pastizal fue menor que en el matorral y en el parche fue similar para ambas comunidades. En cuanto a cobertura, la cobertura de biocostra fue similar para todos los sitios, sumando el mantillo y la cobertura vegetal los parches presentaron el doble de cobertura que los interespacios. Quitando la biocostra la cobertura vegetal y el mantillo fueron menor en los parches del matorral que en los parches del pastizal y similar para los interespacios. En los primeros 5 cm de profundidad y en los últimos 10 cm hasta llegar a 20 cms, las biomásas radiculares de todos los sitios fueron similares. Para la profundidad de 5 a 10 cm la comunidad de pastizal presentó mayor cantidad de biomasa que el matorral. A esta profundidad también existió mayor cantidad de biomasa en los interespacios del matorral que sobre los

parches, para el matorral fue inverso. No existieron diferencias entre la biomasa total de todos los sitios. Para la humedad presente en el suelo antes de las simulaciones en los primeros 5 cms y para los últimos 10 a 20 cms no hubo diferencias, sin embargo, en la parte intermedia de 5 a 10 cms el interespacio presentó menor humedad que los parches para el pastizal, para el matorral fue similar. En cuanto al comportamiento de la humedad una vez terminada la simulación, los suelos en las tres profundidades presentaron mayor contenido de humedad en los parches que en los interespacios.

Los parches de vegetación y su función ecohidrológica están vinculados a las características de forma y crecimiento de las especies más abundantes de las comunidades de matorral y pastizal. Para examinar el efecto de parches de gramíneas y arbustos en las tasas de escorrentía y producción de sedimentos, se aplicaron simulaciones de lluvia en parches de las gramíneas *Buchloe dactyloides* y *Melinis repens*, y de los arbustos *Dalea bicolor* y *Mimosa aculeaticarpa*. Estas especies influyen en las tasas de infiltración por su efecto en la microtopografía de la superficie de suelo y por su biomasa en el suelo. Considerando la rugosidad de la superficie de suelo, no hubo una diferencia marcada entre las cuatro especies (Cuadro 3), sin embargo, hubo una diferencia significativa en la distribución vertical de las raíces que podría influir en la infiltración y retención de la humedad de suelo (Cuadro 3). En los parches donde se aplicaron las simulaciones, en los 0-5 cm, la biomasa de raíces fue similar para *B. dactyloides* y *M. aculeaticarpa* pero cinco veces menor para *D. bicolor*, sin embargo, en 5-10 cm, la biomasa de raíces era mayor que en los 0-5 cm y este patrón se veía claramente para los cuatro especies, aunque en caso de *Melinis repens*, el aumento fue casi la mitad en comparación a las otras especies. En la profundidad de 10-20 cm, se presentó bastante biomasa de raíces para las cuatro especies, en este caso aún *M. aculeaticarpa* tuvo relativamente mucho menos biomasa que las otras especies. En suma, en los 0-20 cm de suelo, en los parches de comunidades de gramíneas y arbustos, *B. dactyloides* exhibieron la mayor biomasa, lo que implica que la invasión por *M. repens* reduce la biomasa de raíces en el suelo y potencialmente influirá en la capacidad de infiltración y retención de agua. Para los arbustos, la biomasa de *M. aculeaticarpa* era marginalmente menor que para *B. dactyloides* pero similar a *D. bicolor*. En el caso de los arbustos, las diferencias en el patrón de escorrentía y retención potencial de la humedad en el suelo se pueden relacionar a la distribución vertical diferente de la biomasa de raíces. Los datos de humedad gravimétrica (Cuadro 3 de las muestras de suelo (0-5, 5-10, 10-20 cm), luego de los 30 minutos de la aplicación de la simulación de la lluvia, demuestran que los parches de *B. dactyloides* permitieron la mayor infiltración de agua resultando en suelos más húmedos hasta una profundidad de 20 cm en comparación a *Melinis repens* y las dos especies de arbustos. Según los valores de la humedad de suelo los parches

de las cuatro especies influyeron de manera similar en la infiltración comparando la matriz de arbustos y gramíneas.

Los interespacios también demuestran una alta diversidad de cobertura de biocostra, mantillo, sedimentos, rocas, etc. que pueden influir en los procesos ecohidrológicos. En este estudio se contrastaron micro-sitios de biocostra, suelo con piedras y suelo desnudo. Como la distancia entre planta y micro-sitios de los interespacios era en promedio 20 cm menor para la biocostra que los otros dos micrositios, la influencia de las raíces en la infiltración y retención de humedad tiene que ser considerada también (Cuadro 3. La rugosidad de la superficie de suelo fue similar en los tres micro-sitios en las dos comunidades. En los micro-sitios con biocostra donde se aplicaron las simulaciones de lluvia la cobertura de la misma alcanzó 70%. Con la presencia de la biocostra, el agua infiltró hasta 20 cm siendo esta profundidad muy similar a las profundidades de infiltración de los parches. Se detectó que el contenido gravimétrico del agua era de alrededor de 25 % para la biocostra en profundidades de 0 a 5 cm bajaba ligeramente a 20 % entre 5 y 10 cms y era de 7% para la profundidad de 10 a 20, tanto en el matorral como en el pastizal. En el caso de suelo desnudo y suelo con rocas el contenido gravimétrico de agua para las mismas profundidades fue sustancialmente diferente; para la parte más superficial fluctuó entre 15 %y 10 % para la profundidad de 5 a 10 cm, entre 4 % y 5 % y para la profundidad de 10 a 20 cm y fue muy similar al suelo seco 3 %..

Función ecohidrológica de los diferentes parches de vegetación e interespacios:

Las respuestas hidrológicas y de erosión medidas con simulaciones de lluvia permitieron evaluar la función ecohidrológica de parches e interespacios en las áreas de pastizal y matorral en el sitio de Santo Domingo. Por una parte, se confirmó que en este ambiente semi-árido, y tanto en el matorral como en el pastizal, los parches funcionan de manera distinta que los interespacios, y que estos micrositios a su vez, constituyen las unidades ecohidrológicas mínimas en las dos comunidades estudiadas. Los tiempos de inicio de escorrentía, la escorrentía promedio, la escorrentía máxima y la producción de sedimentos fueron más favorables en todos los casos para los parches que para los interespacios. Estos resultados concuerdan con otros obtenidos en diversos estudios bajo condiciones similares (Hart y Frasier, 2003; Li et al., 2008; Mayor, 2008; Tanaka et al. 2002) lo que sugiere un funcionamiento de fuente-sumidero, en el cual interespacios producen mayor escorrentía y sedimentos que a su vez son conservados por los parches dada su mayor capacidad de infiltración y retención de humedad, dada esta última por la profundidad del frente húmedo.



Las cantidades más altas de cobertura del suelo en los parches aumentan la rugosidad y la interceptación de las gotas de lluvia (Whitford, 2002), lo que retarda el inicio de la escorrentía y reduce la cantidad de sedimentos producidos en los parches. En contraparte, una menor cantidad de cobertura del suelo produce superficies con menor rugosidad, lo que está asociado con cantidades mayores de escorrentía y producción de sedimentos.

La ausencia de interacciones entre las comunidades de matorral y pastizal y las respuestas hidrológicas y de erosión de los tipos de parches y los tipos de interespacios (con excepción de la profundidad del frente húmedo en los parches) sugiere que los micrositios estudiados tienen un funcionamiento ecohidrológico similar en las dos comunidades vegetales, en concordancia con gran parte de los resultados reportados por (Muñoz-Robles et al. 2011).

No obstante, al examinar los tipos de interespacios, se encontraron diferencias significativas e importantes desde una perspectiva ecohidrológica. De los tres tipos de interespacios, aquéllos con presencia de costras biológicas tuvieron características hidrológicas más deseables, seguidos de los interespacios con fragmentos de rocas y de los interespacios con suelo desnudo. Las costras biológicas retardaron el inicio de la escorrentía, redujeron las tasas de escorrentía promedio y máxima, retuvieron más humedad y produjeron menor cantidad de sedimentos. El papel hidrológico de las costras biológicas así como su contribución a la estabilidad del suelo han sido estudiados ampliamente, aunque en ocasiones los resultados son contradictorios. Por una parte, se acepta que, en general, las costras biológicas tienden a producir cantidades menores de sedimentos (Belnap et al. 2016) y pueden ser un indicador de estabilidad del suelo (Wilcox 1994). Sin embargo, la influencia de las costras biológicas en la escorrentía y la infiltración no es tan claro, y en ocasiones se ha reportado mayor infiltración, pero en otras se relaciona con un efecto opuesto (Danilewicz & Kabaci 2015) (West, 1990) (Muñoz-Robles et al. 2011). En el presente estudio, se observa que las biocostras dan mayor estabilidad a los interespacios y tienen mayor capacidad de infiltración en comparación con los interespacios con fragmentos de rocas o de suelo desnudo. A pesar de esta clara relación, la influencia de las biocostras en el funcionamiento ecohidrológico depende de factores como su especie y la rugosidad que puedan proporcionar a la superficie del suelo, ya que este último es un elemento importante cuando se analizan procesos hidrológicos a nivel de ladera, en donde la microtopografía local (e. g. rugosidad a escala de micrositio) pasa a tener una importancia secundaria, ya que no es suficiente para obstruir o reducir la velocidad de la escorrentía, entonces, a nivel de ladera su capacidad de retener agua o sedimentos disminuye (Tongway & Hindley 2004, Muñoz-Robles et al. 2013).

Por otra parte, los interespacios con presencia de fragmentos de rocas tuvieron características hidrológicas más favorables que los interespacios con suelo desnudo. La presencia de los fragmentos de rocas retardó el inicio de la escorrentía, y redujo las tasas de escorrentía promedio y escorrentía máxima. Los fragmentos de rocas proveen de protección al suelo contra el impacto de las gotas de lluvia y como resultado de esto disminuyen la escorrentía. Resultados similares han sido reportados por Kumar et al. (2005), quienes encontraron que la presencia de fragmentos de rocas sobre la superficie del suelo reduce sustancialmente la cantidad de escorrentía y la erosión, especialmente en eventos de lluvia intensa, debido a la menor intensidad de sellado o encostramiento del suelo que es promovido la intercepción de las gotas de lluvia por los fragmentos de rocas (Poesen, 1986).

Con respecto a los parches formados por *Buchloe dactyloides*, estos fueron los más eficientes para reducir la escorrentía y la producción de sedimentos. La forma de crecimiento de esta especie estolonífera favorece la intercepción de una mayor cantidad de gotas de lluvia, y aumenta la rugosidad de la superficie, que en este caso sí fue superior sobre todo a los sitios de las especies arbustivas, con lo que a su vez se retarda el inicio de escorrentía y disminuye las tasas de escorrentía y producción de sedimentos. En general, las diferencias en las respuestas hidrológicas de inicio de escorrentía y tasas promedio y máxima de escorrentía no fueron muy marcadas entre los parches de la gramínea *Melinis repens*, y los arbustos *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*. Sin embargo, en la producción de sedimentos, las especies arbustivas superaron a las gramíneas de manera evidente. Esto puede deberse al tipo de cobertura superficial que se encuentra bajo los arbustos y donde se aplicaron las simulaciones de lluvia.

#### Resiliencia de funcionalidad del paisaje

Si se consideran las respuestas hidrológicas y de erosión de los micrositos de parches e interespacios en conjunto con la estructura del paisaje (e. g. número y área de parches, longitud de interespacios), es posible dilucidar sobre el posible funcionamiento ecohidrológico a escala de ladera. La funcionalidad de un paisaje incluye su habilidad para responder al estrés y al disturbio (Tongway and Ludwig, 2007). Bajo un escenario de degradación, un paisaje se vuelve disfuncional, al perder recursos vitales, lo que disminuye su capacidad para brindar servicios ecosistémicos como agua y nutrientes para la producción de biomasa. En contraste, un paisaje funcional es resiliente y capaz de retener suficiente agua y nutrientes para regenerarse (Read et al. 2016).

Uno de los indicadores más importantes de la capacidad ecohidrológica de retención en un paisaje es la conectividad de las fuentes de escorrentía (Lesschen et al. 2009) (Michaelides and Chappell, 2009). Estas fuentes de escorrentía son representadas por los interespacios, que producen mayor escorrentía. En este sentido, se podría esperar un paisaje con menor capacidad de retener recursos en el matorral de la exposición sur dado que los interespacios son más largos, mientras que en el pastizal de la exposición sur se podría esperar la mayor retención de agua y sedimentos.

Asimismo, la densidad y área de parches son factores que indudablemente influyen en la habilidad de los paisajes para retener recursos escasos. Esta capacidad aumenta cuando el área de parches se incrementa (Tongway & Ludwig 1997; Muñoz-Robles et al. 2013). En este sentido, el pastizal con exposición norte posee menor área de parches, lo que puede llevar a un mayor potencial de pérdida de escorrentía y sedimentos. Sin embargo, estos factores (número y área de parches y la longitud de interespacios) por si solos no explican la dinámica espacial de la escorrentía y la erosión a nivel de ladera. La redistribución del suelo en una ladera está condicionada por la interconexión de interespacios, la topografía (Ludwig et al., 2002; Puigdefábregas, 2005) y el arreglo espacial de los parches (Mayor, et al., 2007, Bautista et al. 2007). Es necesario, entonces, desarrollar modelos espaciales que integren las respuestas hidrológicas de parches e interespacios en combinación con su distribución espacial para obtener resultados más precisos sobre la redistribución del suelo y el agua en el paisaje.

Debido a la complejidad de las interacciones ecohidrológicas en ambientes áridos y semiáridos y el costo económico de mediciones en campo sobre escorrentía y erosión, los indicadores visuales de la funcionalidad hidrológica son de gran relevancia y utilidad. En este estudio, se evaluó la relación entre los índices de infiltración y estabilidad derivados del LFA, y las mediciones de escorrentía y producción de sedimentos obtenidos con simulaciones de lluvia. Estos indicadores fueron desarrollados en Australia, pero carecen de validación en otros países (Maestre & Puche 2009). La escorrentía promedio explicó el 38% de la variabilidad en el índice de infiltración, mientras que la producción de sedimentos explicó únicamente el 6% de la variabilidad en el índice de estabilidad. Esto pone de manifiesto que, si bien la evaluación de la superficie del suelo del LFA es un método invaluable para la monitorización de la funcionalidad ecohidrológica de un paisaje, no es suficiente para describir con gran certidumbre la dinámica ecohidrológica de los parches e interespacios en el área de estudio. Resultados similares, con una baja relación entre los índices de infiltración y estabilidad del LFA han sido reportados en ambientes mediterráneos por Mayor & Bautista (2012) y por Manson et al. (2007) en África. Lo anterior indica que es necesario desarrollar una serie de

indicadores capaces de reflejar de manera más confiable la dinámica ecohidrológica en el área de estudio, o bien realizar ajustes locales a los indicadores de la evaluación de la superficie del suelo del LFA.

## **5) SÍNTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES.**

En la orientación norte, donde existe una mayor cantidad de parches en la comunidad del pastizal que sobre el matorral y en donde el área de los parches es mayor en el matorral que en el pastizal la escorrentía empieza tiempo después en los interespacios que en los parches, sin embargo, no hay diferencias de inicio de escorrentía ni en los parches ni en los interespacios de las dos comunidades, tampoco hubo diferencias en el tiempo que tomó alcanzar los picos en las tasas de escorrentía ni en la condición del micrositio o en la comunidad en la que se ubicaba. El punto donde se alcanzó la mayor cantidad de escorrentía fue producida en los parches de mayor área y menor cantidad ubicados en las comunidades de matorral, por lo tanto un signo de mayor funcionalidad ecohidrológica son los parches más pequeños y más numerosos, ubicadas en comunidades donde la cobertura vegetal es dominada por especies asociadas al pastizal alcanzando el doble de escorrentía en promedio en los parches que en los interespacios. La profundidad de la infiltración fue el doble en los parches que en los interespacios sin importar la comunidad en la que se encontraban. Además de que se perdió el doble de sedimento en los interespacios que en los parches y menos en la comunidad de pastizal que en el matorral.

En cuanto a los interespacios aunque el rango promedio del interespacio y la longitud promedio del mismo fueron similares, las respuestas hidrológicas variaron mucho en cuanto a los tres tipos de coberturas de suelo. Ante la simulación aplicada el micrositio con la biocostra tardó el doble de tiempo en iniciar a escurrir que el suelo con fragmentos de roca o los suelos desnudos, los tiempos de inicio de escurrimiento fueron similares para el pastizal y matorral. El tiempo para alcanzar el pico de escorrentía fue similar en todos los micrositios en ambas comunidades. Sin embargo las tasas de máxima escorrentía fueron mayores en el matorral que en los interespacios del pastizal y este pico máximo de escorrentía fue inferior en la biocostra que en los otros dos tipos de cobertura. En cuanto al promedio de escorrentía la biocostra estuvo a la mitad del suelo con rocas y de los suelos desnudos. Permitiendo una mayor profundidad de infiltración de la humedad casi el doble en los sitios con biocostra que sobre los sitios de suelo con piedras y el suelo desnudo. Los sitios con la biocostra también produjeron mucho menor sedimento que los suelos con fragmentos de roca o los suelos desnudos. Siendo mayor la pérdida de suelo en el matorral que en el pastizal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Archer, S., 1989. Have southern Texas savannas been converted to woodlands in recent history? *The American Naturalist*, 134(4), pp.545–561. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2462059>.
- Ares, J., Del Valle, H. & Bisigato, A., 2003. Detection of process-related changes in plant patterns at extended spatial scales during early dryland desertification. *Global Change Biology*, 9(11), pp.1643–1659.
- Van Auken, O.W., 2009. Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management*, 90(10), pp.2931–2942. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.04.023>.
- Bautista, S., Mayor, Á.G., Bourakhouadar, J. et al. 2007. Plant Spatial Pattern Predicts Hillslope Runoff and Erosion in a Semiarid Mediterranean Landscape. *Ecosystems* 10: 987
- Belnap, J. et al., 2016. Linkages between Microbial and Hydrologic Processes in Arid and Semiarid Watersheds Published by : Wiley Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3450948> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You may need to log in to JSTO. , 86(2), pp.298–307.
- Chapin, F.S. et al., 2008. Changing feedbacks in the climate-biosphere system. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), pp.313–320.
- Danilewicz, G. & Kabaci, W., 2015. LOG 2 ( N , m , p ) BROADCAST SWITCHING NETWORKS. , 2(506), pp.389–415.
- Eldridge, D.J. et al., 2013. Europe PMC Funders Group Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning : towards a global synthesis. , 14(7), pp.709–722.
- Eldridge, D.J., Bowker, M.A., Maestre, F.T., Roger, E., Reynolds, J.F., Whitford, W.G., 2011. Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecology Letters* 14 (7), 709e722.
- Feng, S. & Fu, Q., 2013. Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(19), pp.10081–10094.
- Foley, J. a et al., 2005. Global consequences of land use. *Science (New York, N.Y.)*, 309(5734), pp.570–4. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16040698>.
- Gaitán, J.J. et al., 2014. Vegetation structure is as important as climate for explaining ecosystem function across patagonian rangelands. *Journal of Ecology*, 102(6), pp.1419–1428.

- Graz, P.F., 2008. The woody weed encroachment puzzle: gathering pieces. *Ecohydrology* 1, 340e348.
- Goldewijk, K.K., 2001. Estimating global land use change over the past 300 years. *Global Biogeochemical Cycles*, 15(2), pp.417–433.
- Huxman, T.E. et al., 2005. *Ecohydrological Implications of Woody Plant Encroachment* Published by : Wiley Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3450949> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You may need to log in to JSTOR to access the linked refe. , 86(2), pp.308–319.
- Kumar M, U., Rao, K. V., Mishra, P. K., Vittal, K. P., Sharma, K. L., Narsimlu, B., Venkanna, K. (2005). Soil infiltration, runoff and sediment yield from a shallow soil with varied stone cover and intensity of rain. *European Journal of Soil Sciences*, 56, 435-443.
- Lesschen, J.P., Schoorl, J.M. & Cammeraat, L.H., 2009. Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity. *Geomorphology*, 109(3–4), pp.174–183. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.02.030>.
- Ludwig, J. a & Tongway, D., 1997. A landscape approach to rangeland ecology. *Landscape Ecology, Function and Management: Principles from Australia's Rangelands*, pp.1–12.
- Maestre, F.T. et al., 2013. Europe PMC Funders Group Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. , 335(6065), pp.214–218.
- Maestre, F.T. & Puche, M.D., 2009. Indices based on surface indicators predict soil functioning in Mediterranean semi-arid steppes. *Applied Soil Ecology*, 41(3), pp.342–350.
- Manson, A.D., Jewitt, D. & Short, A.D., 2007. Effects of season and frequency of burning on soils and landscape functioning in a moist montane grassland. *African Journal of Range and Forage Science*, 24(1), pp.9–18.
- Mayor, Á.G. & Bautista, S., 2012. Multi-scale evaluation of soil functional indicators for the assessment of water and soil retention in Mediterranean semiarid landscapes. *Ecological Indicators*, 20, pp.332–336. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.003>.
- Michaelides, K. and Chappell, A. 2009. Connectivity as a concept for haracterising hydrological behaviour. *Hydrol. Process.* 23, 517-522.
- Midgley, G.F., 2012. Biodiversity and ecosystem function. *Science*, 335(6065), pp.174–175.

- Muñoz-Robles, C. et al., 2013. A two-step up-scaling method for mapping runoff and sediment production from pasture and woody encroachment on semi-arid hillslopes. *Ecohydrology*, 6(1), pp.83–93.
- Muñoz-Robles, C. et al., 2011a. Soil hydrological and erosional responses in patches and inter-patches in vegetation states in semi-arid Australia. *Geoderma*, 160(3–4), pp.524–534.
- Muñoz-Robles C, Reid N, Tighe M, Briggs SV, Wilson B. 2011b. Soil hydrological and erosional responses in areas of woody encroachment, pasture and woodland in semi-arid Australia. *Journal of Arid Environments* 75: 936–945.
- Noble, J. & Brown, J., 1997. 7: A landscape perspective on rangeland management. *Landscape Ecology, Function and Management: ....*
- Okin, G.S., D'Odorico, P. & Archer, S.R., 2009. Impact of feedbacks on Chihuahuan desert grasslands: Transience and metastability. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 114(1), pp.1–8.
- Overpeck, J. & Udall, B., 2010. Dry Times. *5280*, 328(June), pp.80–93. Available at: <http://www.5280.com/sites/default/files/water.pdf>.
- Poesen, J. (1986). Surface sealing as influenced by slope angle and position of simulated stones in the top layer of loose sediments. *Earth Surf. Process. Landforms*, 11, 1-10.
- Ratajczak, Z, JB Nippert, y SL Collins. 2012. Woody encroachment decreases diversity across North American grasslands and savannas. *Ecology* 93(4): 697-703. DOI: 10.1890/11-1199.1
- Read, Z.J. et al., 2016. Landscape function analysis to assess soil processes on farms following ecological restoration and changes in grazing management. *European Journal of Soil Science*, (July), pp.409–420. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/ejss.12352>.
- Reynolds, J.F. et al., 2007. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development. *Science*, 316(5826), pp.847–851. Available at: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1131634>.
- Schlesinger, W.H. et al., 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science (New York, N.Y.)*, 247, pp.1043–1048.
- Smith, T.M., Shugart, H.H. y F.I. Woodward. 1997. *Plant Functional Types*. Cambridge University Press. Inglaterra.
- Soliveres, S. et al., 2014. Plant diversity and ecosystem multifunctionality peak at intermediate levels of woody cover in global drylands. *Global Ecology and Biogeography*, 23(12), pp.1408–1416.

- Soliveres, S. & Eldridge, D.J. (2013) Do changes in grazing pressure and the degree of shrub encroachment alter the effects of individual shrubs on understorey plant communities and soil function? *Functional Ecology*, 28, 530–537.
- Tanaka, J.A. et al., 2002. f.
- Tilman, D. & Downing, J.A., 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature*, 367(6461), pp.363–365. Available at: <http://www.nature.com/doi/10.1038/367363a0>.
- Tongway, D. & Ludwig, J. 2007. Landscape function as a target for restoring natural capital in semiarid Australia. In: *Restoring Natural Capital: Science, Business and Practice* (eds J. Aronson, S.J. Milton & J.N. Blignaut), pp. 76–84. Island Press, Washington.
- Tongway, D. & Hindley, N., 2004. Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland function. *African Journal of Range & Forage Science*, 21(2), pp.109–113.
- Tongway, D. & Ludwig, J. a, 1997. The conservation of water and nutrients within landscapes. *Landscape Ecology, Function and Management: Principles from Australia's Rangelands*, pp.13–22.
- Tongway, D.J. et al., 2003. Publishing information: *Forest Research*.
- UNCCD & Unep, 2011. Global Drylands: A UN system-wide response. , p.132.
- Whitford, W.G. 2002. Ecology of Desert Systems. Academic Press, London, 343 pp.
- Wilcox, B.P., 1994. Runoff and Erosion in Intercanopy Zones of Pinyon-Juniper Woodlands. *Journal of Range Management*, 47(4), p.285. Available at: <http://www.jstor.org/stable/4002549?origin=crossref>.
- Zalewski, M., 2002. Ecohydrology - the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources. *Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques*, 47(October 2002), pp.823–832. Available at: <Go to ISI>://WOS:000178362700014.



6) APÉNDICE (TABLAS, MAPAS, FIGURAS AND GRAFICAS.)

ANEXO I Curva de rarefacción y lista de especies.

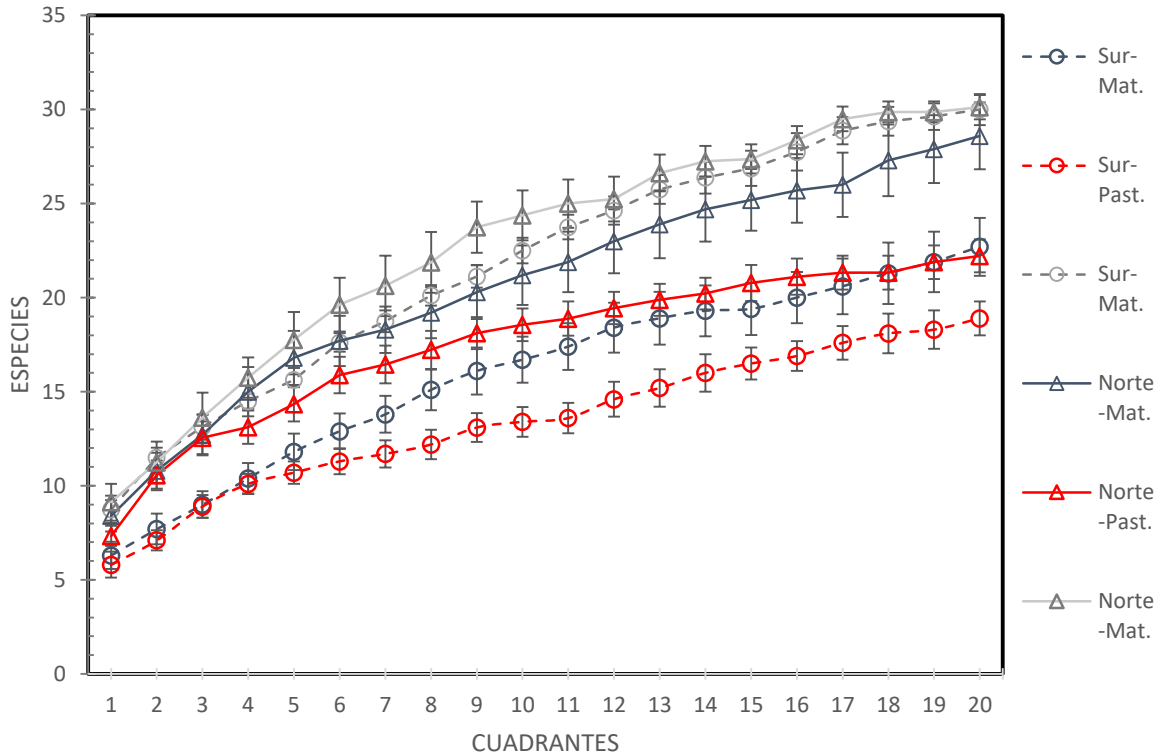


Figura I-1: Total de especies acumuladas (curva de rarefacción) de tres comunidades (pastizal, matorral) y de dos orientaciones (norte, sur) en los potreros del Bayo y Varal, Sto. Domingo, S.L.P. de un total de 55 transectos de 30 metros. (Mat = Matorral, Past = Pastizal).

**Listado de especies que abarca el grupo funcional arbustivo.**

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustivo
2	<i>Acacia rigídula</i>	Arbustivo
3	<i>Alloysia gratissima</i>	Arbustivo
4	<i>Alloysia incarnata</i>	Arbustivo
5	<i>Aloysia macrostachya</i>	Arbustivo
6	<i>Bursera fagaroides</i>	Arbustivo
7	<i>Calliandra eriophylla</i>	Arbustivo
8	<i>Citharexylum brachyanthum</i>	Arbustivo
9	<i>Croton dioicus</i>	Arbustivo
10	<i>Dalea bicolor</i>	Arbustivo
11	<i>Erythrina collaroides</i>	Arbustivo
12	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
13	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Arbustivo
14	<i>Jatropha dioica</i>	Arbustivo
15	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arbustivo
16	<i>Koanophyllon albicaule</i>	Arbustivo
17	<i>Lippia alba</i>	Arbustivo
18	<i>Loeselia mexicana</i>	Arbustivo
19	<i>Lycium berlandieri</i>	Arbustivo
20	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Arbustivo
21	<i>Parthenum incanum</i>	Arbustivo
22	<i>Piqueria trinervia</i>	Arbustivo
23	<i>Prosopis glandulosa</i>	Arbustivo
24	<i>Prosopis laevigata</i>	Arbustivo
25	<i>Rhus microphylla</i>	Arbustivo
26	<i>Senecio salignus</i>	Arbustivo
27	<i>Stevia linaria</i>	Arbustivo
28	<i>Talinopsis frutescens</i>	Arbustivo
29	<i>Trixis angustifolia</i>	Arbustivo
30	<i>Turnera diffusa</i>	Arbustivo
31	<i>Yucca filifera</i>	Arbustivo

**Listado de especies que abarca el grupo funcional Gramíneas:**

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	<i>Aristida adsenscionis</i>	Gramínea
2	<i>Aristida divaricata</i>	Gramínea
3	<i>Bouteloua annua</i>	Gramínea
4	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Gramínea
5	<i>Bouteloua gracilis</i>	Gramínea
6	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Gramínea
7	<i>Bouteloua repens</i>	Gramínea
8	<i>Buchloe dactyloides</i>	Gramínea
9	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Gramínea
10	<i>Chloris divaricata</i>	Gramínea
11	<i>Chloris virgata</i>	Gramínea
12	<i>Cyperus capitatus</i>	Gramínea
13	<i>Eleocharis minima</i>	Gramínea
14	<i>Erioneuron pulchelum</i>	Gramínea
15	<i>Hilaria cenchroides</i>	Gramínea
16	<i>Lycurus phleoides</i>	Gramínea
17	<i>Melinis repens</i>	Gramínea
18	<i>Muhlenbergia porteri</i>	Gramínea
19	<i>Muhlenbergia rigida</i>	Gramínea
20	<i>Pennisetum villosum</i>	Gramínea
21	<i>Setaria macrostachya</i>	Gramínea
22	<i>Sporobolus aereooides</i>	Gramínea
23	<i>Sporobolus indicus</i>	Gramínea

Listado de especies que se calificaron como herbáceas perennes:

CONSECUTIVO	ESPECIE	CLASIFICACION
1	<i>Abutilon hypoleucum</i>	Herbácea
2	<i>Acalypha phleoides</i>	Herbácea
3	<i>Acamptopappus sphaerocephalus</i>	Herbácea
4	<i>Acourtia nanna</i>	Herbácea
5	<i>Ageratina adenophora</i>	Herbácea
6	<i>Ageratina scorodonoides</i>	Herbácea
7	<i>Ambrosia peruviana</i>	Herbácea
8	<i>Anisacanthus quadrifidus</i>	Herbácea
9	<i>Bouvardia terniflora</i>	Herbácea
10	<i>Buddleja scordioides</i>	Herbácea
11	<i>Calibanus hookeri</i>	Herbácea
12	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Herbácea
13	<i>Chaptalia nutans</i>	Herbácea
14	<i>Commelina erecta</i>	Herbácea
15	<i>Dichondra argentea</i>	Herbácea
16	<i>Dodonea viscosa</i>	Herbácea
17	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	Herbácea
18	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Herbácea
19	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Herbácea
20	<i>Haplopappus spinulosus</i>	Herbácea
21	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Herbácea
22	<i>Hoffmanseggia glauca</i>	Herbácea
23	<i>Ibervillea tenuisecta</i>	Herbácea
24	<i>Krameria cytisoides</i>	Herbácea
25	<i>Maurocena americana</i>	Herbácea
26	<i>Menodora coulterii</i>	Herbácea
27	<i>Milla biflora</i>	Herbácea
28	<i>Mirabilis glabrifolia</i>	Herbácea
29	<i>Nitrophila occidentalis</i>	Herbácea
30	<i>Portulaca pilosa</i>	Herbácea
31	<i>Ruellia coerulea</i>	Herbácea
32	<i>Salsola kali</i>	Herbácea
33	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Herbácea
34	<i>Sida abutifolia</i>	Herbácea
35	<i>Solanum ehrenbergii</i>	Herbácea
36	<i>Thymophylla acerosa</i>	Herbácea
37	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	Herbácea
38	<i>Tiquila canescens</i>	Herbácea

**Listado de especies que se calificaron como herbáceas perennes  
(continuación):**

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
39	<i>Tripogandra purpurescens</i>	Herbácea
40	<i>Xanthisma spinulosum</i>	Herbácea
41	<i>Zaluzania triloba</i>	Herbácea
42	<i>Zinnia peruviana</i>	Herbácea

**Listado de especies que se calificaron como plantas suculentas:**

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	<i>Agave lechuguilla</i>	Suculentas
2	<i>Agave salmiana</i>	Suculentas
3	<i>Coryphantha clavata</i>	Suculentas
4	<i>Coryphantha echinoidea</i>	Suculentas
5	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Suculentas
6	<i>Dasyllirion acrotriche</i>	Suculentas
7	<i>Echeveria bifida</i>	Suculentas
8	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>	Suculentas
9	<i>Echinocereus pectinatus</i>	Suculentas
10	<i>Ferocactus histrix</i>	Suculentas
11	<i>Ferocactus latispinus</i>	Suculentas
12	<i>Hechtia glomerata</i>	Suculentas
13	<i>Mammillaria magnimamma</i>	Suculentas
14	<i>Mammillaria muehlenpfordtii</i>	Suculentas
15	<i>Mammillaria uncinata</i>	Suculentas
16	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Suculentas
17	<i>Opuntia engelmannii</i>	Suculentas
18	<i>Opuntia robusta</i>	Suculentas
19	<i>Opuntia streptacantha</i>	Suculentas
20	<i>Stenocactus pentacanthus</i>	Suculentas
21	<i>Stenocactus phyllacanthus</i>	Suculentas

**Listado de especies que se clasificaron como otro tipo de vegetación  
(Helechos y Plantas no Vasculares):**

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>CLASIFICACION</b>
1	<i>Astrolepis sinuata</i>	Otra vegetación
2	<i>Cheilanthes mexicana</i>	Otra vegetación
3	<i>Cheilanthes mycrophylla</i>	Otra vegetación
4	<i>Notholaena rigida</i>	Otra vegetación
5	<i>Selaginella lepidophylla</i>	Otra vegetación
6	<i>Selaginella rupicola</i>	Otra vegetación

## ANEXO II Análisis de varianza

**Cuadro I:** ANOVA para la riqueza total de especies de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) y dos exposiciones (norte, sur) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m: (N=26 para norte, N=29 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	2	716.6	358.3	18.842	<b>0.0008</b>
<b>Exposición</b>	1	122.4	122.4	6.435	<b>0.0144</b>
<b>Exposición x Comunidad</b>	2	77.3	38.6	2.032	0.1420
<b>Error</b>	49	931.8	19.01		
<b>Total</b>	54				

**Cuadro II:** ANOVA para la diversidad total de especies de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) y dos exposiciones (norte, sur) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m: (N=26 para norte, N=29 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	2	0.3008	0.1504	21.195	<b>0.0023</b>
<b>Exposición</b>	1	0.0849	0.0848	11.957	<b>0.0011</b>
<b>Exposición x Comunidad</b>	2	0.0357	0.0178	2.5150	0.0912
<b>Error</b>	49	0.3477	0.0071		
<b>Total</b>	54				

**Cuadro III:** ANOVA para el número de parches por cada diez metros en los transectos de dos exposiciones (norte, sur) y dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m: (N=19 para norte, N=20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Exposición</b>	1	49.79	49.79	12.186	<b>0.00132</b>
<b>Comunidad</b>	1	14.56	14.56	3.563	0.06740
<b>Exposición x Comunidad</b>	1	128.99	128.99	31.572	<b>0.00024</b>
<b>Error</b>	35	143.00	4.09		
<b>Total</b>	38				



**Cuadro IV:** ANOVA para la frecuencia de ocupación longitudinal de cada transecto (transformado a raíz cuadrada) de dos exposiciones (norte, sur), dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro especies diferentes (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Dalea bicolor* y *Mimosa aculeaticarpa*) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, S.L.P considerando una longitud de 30 m. (N= 19 para norte, N= 20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.70	0.702	0.645	0.4234
<b>Exposición</b>	1	5.68	5.684	5.219	<b>0.0238</b>
<b>Especie</b>	3	1.21	0.404	0.371	0.7740
<b>Comunidad x Exposición</b>	1	0.17	0.166	0.153	0.6965
<b>Comunidad x Especie</b>	3	44.65	14.883	13.665	<b>0.0007</b>
<b>Exposición x Especie</b>	3	0.52	0.175	0.160	0.9229
<b>Comunidad x Exposición x Especie</b>	3	9.09	3.031	2.783	<b>0.0432</b>
<b>Error</b>	140	152.48	1.089		
<b>Total</b>	155				

**Cuadro V:** ANOVA para el área total de parches en los transectos (transformación a logaritmo) de dos exposiciones (norte, sur) y dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m (N=19 para norte, N=20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Exposición</b>	1	2.043	2.043	12.942	<b>0.00982</b>
<b>Comunidad</b>	1	1.237	1.237	7.832	<b>0.00829</b>
<b>Exposición x Comunidad</b>	1	3.708	3.708	23.485	<b>0.00025</b>
<b>Error</b>	35	5.526	0.158		
<b>Total</b>	38				

**Cuadro VI:** ANOVA para la longitud promedio de los interespacios en los transectos de dos exposiciones (norte, sur) y dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m (N=19 para norte, N=20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Exposición	1	0.0001	0.0010	0.001	0.9808
Comunidad	1	0.2127	0.2126	10.409	<b>0.0027</b>
Exposición x Comunidad	1	0.2624	0.2624	12.844	<b>0.0010</b>
Error	35	0.7150	0.02043		
Total	38				

**Cuadro VII:** ANOVA para el rango longitudinal promedio de los interespacios en los transectos de dos exposiciones (norte, sur) y dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m (N=19 para norte, N=20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Exposición	1	4.299	4.299	7.069	<b>0.0117</b>
Comunidad	1	0.003	0.003	0.004	0.9486
Exposición x Comunidad	1	0.526	0.526	0.865	0.3587
Error	35	21.284	0.608		
Total	38				

**Cuadro VIII:** ANOVA para el índice de organización de paisaje de los transectos en dos exposiciones (norte, sur) y dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) de los potreros Bayo (norte) y Varal (sur), Sto. Domingo, SLP considerando un longitud de 30m (N=19 para norte, N=20 para sur).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Exposición	1	0.13494	0.13494	15.855	<b>0.00032</b>
Comunidad	1	0.02704	0.02704	3.177	0.08333
Exposición x Comunidad	1	0.00118	0.00118	0.138	0.71220
Error	35	0.29790	0.00851		
Total	38				

**Cuadro IX:** ANOVA de tiempo de inicio de escorrentía (minutos) (transformación logarítmica) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micrositios (parche e interespacio) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.034	0.034	0.162	0.6888
<b>Micrositio</b>	1	3.412	3.412	16.404	<b>0.0014</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.022	0.022	0.105	0.7464
<b>Error</b>	66	13.729	0.208		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro X:** ANOVA de tiempo a la escorrentía máxima (minutos) en una simulación de lluvia de 30 minutos en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micrositios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	74.1	74.06	3.451	0.0677
<b>Micrositio</b>	1	11.7	11.67	0.544	0.4635
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.00	0.00	0.000	0.9941
<b>Error</b>	66	1416.2	21.46		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XI:** ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micrositios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	2040	2040	8.407	<b>0.00507</b>
<b>Micrositio</b>	1	4519	4519	18.627	<b>0.00545</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	7	7	0.029	0.86438
<b>Error</b>	66	16013	243		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XII:** ANOVA de la tasa de escorrentía promedio (mm/h) (transformación 1/X) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micro sitios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.004	0.4301	0.088	0.7673
<b>Micrositio</b>	1	0.00405	0.4053	8.294	<b>0.0053</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.00002	0.00017	0.035	0.8527
<b>Error</b>	66	0.03226	0.000489		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XIII:** ANOVA del factor de la pendiente (transformación logaritmo base 10) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micro sitios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.0111	0.1155	0.910	0.344
<b>Micrositio</b>	1	0.0008	0.00082	0.068	0.795
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.0019	0.1899	0.156	0.694
<b>Error</b>	66	0.03226	0.000489		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XIV:** ANOVA de la profundidad del frente húmedo (centímetros) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micro sitios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

Fuente de variación	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.1	1.1	0.027	0.8690
<b>Micrositio</b>	1	818.7	818.7	21.159	<b>0.0019</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	56.0	56.0	1.447	0.2303
<b>Error</b>	66	2553.8	38.7		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XV:** Resumen del estadístico del modelo de regresión lineal simple entre la tasa de escorrentía promedio (mm/h) y valores del índice SSA en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y todos los micro sitios del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>= 0.3819, P= 0.0001, N= 70 para micrositios).

<b>Coefficientes</b>	<b>Estimador</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor T</b>	<b>Pr (&gt;T)</b>
<b>Intercepto</b>	61.59540	2.24571	27.428	<b>0.00002</b>
<b>Escorrentía Promedio</b>	-0.33567	0.05178	-6.482	<b>0.00012</b>

**Cuadro XVI:** Resumen del estadístico del modelo de regresión lineal simple entre la producción de sedimento (gr/m<sup>2</sup>) y valores del índice SSA en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y todos los micro sitios del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>= 0.0615, P=0.0383, N= 70 para micrositios).

<b>Coefficientes</b>	<b>Estimador</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor T</b>	<b>Pr (&gt;T)</b>
<b>Intercepto</b>	34.67010	1.40692	24.642	<b>0.00021</b>
<b>Sedimento Promedio</b>	-0.18867	0.08931	-2.113	<b>0.03830</b>

**Cuadro XVII:** ANOVA de la producción total de sedimentos colectados (gr/m<sup>2</sup>) en una simulación de lluvia de 30 minutos en dos comunidades (matorral, pastizal) y dos tipos de micro sitios (parche e interespacio) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parches).

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Comunidad</b>	1	290	290.0	4.771	<b>0.03250</b>
<b>Micrositio</b>	1	1355	1354.9	22.292	<b>0.00026</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	5	4.7	0.077	0.78270
<b>Error</b>	66	4012	60.8		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XVIII:** ANOVA del tiempo de inicio de la escorrentía (minutos) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup>. (N=5)

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.2	0.22	0.029	0.8650
<b>Cobertura de suelo</b>	2	360.4	180.19	23.746	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	1.9	0.94	0.124	0.8840
<b>Error</b>	24	182.1	7.59		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XIX:** ANOVA del tiempo para alcanzar la escorrentía máxima (minutos) una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup>. (N=5)

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	32.0	32.03	1.359	0.255
<b>Cobertura de suelo</b>	2	21.6	10.80	0.458	0.638
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	13.1	6.53	0.277	0.760
<b>Error</b>	24	565.6	23.57		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XX:** ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	758.9	758.9	8.846	<b>0.006597</b>
<b>Cobertura de suelo</b>	2	1770.7	885.4	10.320	<b>0.000583</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	486.9	243.5	2.838	0.078276
<b>Error</b>	24	2058.9	85.8		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXI:** ANOVA de la escorrentía promedio (mm/hora) en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	121	120.9	1.452	0.2400
<b>Cobertura de suelo</b>	2	5535	2767.7	33.238	<b>0.00012</b>

<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	175	87.5	1.051	0.3650
<b>Error</b>	24	1998	83.3		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXII:** ANOVA del coeficiente de pendiente en una simulación de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.00162	0.001616	0.290	0.5954
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.05948	0.029742	5.331	<b>0.0121</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.00822	0.004110	0.737	0.4893
<b>Error</b>	24	1998	83.3		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXIII:** ANOVA de la profundidad del frente húmedo (cm) (transformación logarítmica) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	24.8	24.84	1.512	0.23070
<b>Cobertura de suelo</b>	2	295.9	147.97	9.008	<b>0.00121</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	47.3	23.65	1.440	0.25669
<b>Error</b>	24	394.2	16.43		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXIV:** ANOVA del total de sedimentos producidos (gr/m<sup>2</sup>) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y tres tipos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	163.3	691.3	15.691	<b>0.00058</b>
<b>Cobertura de suelo</b>	2	1001.6	1001.6	96.231	<b>0.00034</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	17.7	17.7	1.698	0.2024
<b>Error</b>	24	249.8	10.4		

<b>Total</b>	29				
--------------	----	--	--	--	--

**Cuadro XXV:** ANOVA del tiempo de inicio de la escorrentía (minutos) en una simulación 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.6	1.58	0.249	0.621
<b>Especie</b>	3	374.9	124.95	19.681	<b>0.002</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	15.7	5.23	0.823	0.491
<b>Error</b>	32	203.2	6.35		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXVI:** ANOVA del tiempo al pico de escorrentía (minutos) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	42.0	42.03	2.348	0.1353
<b>Especie</b>	3	216.7	72.23	4.035	<b>0.0153</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	26.5	8.83	0.493	0.6897
<b>Error</b>	32	572.8	17.90		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXVII:** ANOVA de la tasa de escorrentía máxima (mm/hora) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1288	1288.0	8.616	<b>0.00612</b>
<b>Especie</b>	3	6706	2235.3	14.953	<b>0.00029</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	207	69.0	0.462	0.71099
<b>Error</b>	32	4784	149.5		
<b>Total</b>	39				



**Cuadro XXVIII:** ANOVA de la tasa promedio de escorrentía (mm/hora) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	256	256.3	5.412	<b>0.0265</b>
<b>Especie</b>	3	4326	1442.3	30.454	<b>0.00016</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	256	85.2	1.799	0.1673
<b>Error</b>	32	1515	47.3		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXIX:** ANOVA del factor de la pendiente (minutos)(transformado a raíz cuadrada) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura de suelo (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.0058	0.00579	0.214	0.6466
<b>Especie</b>	3	0.3312	0.11039	4.083	<b>0.0146</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.1313	0.04378	1.619	0.2042
<b>Error</b>	32	0.8651	0.2703		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXX:** ANOVA de la profundidad del frente húmedo (centímetros) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	32.2	32.22	1.153	0.29093
<b>Especie</b>	3	456.9	152.31	5.451	<b>0.00384</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	465.3	155.09	5.551	<b>0.00349</b>
<b>Error</b>	32	894.1	27.94		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXXI:** ANOVA de la producción total de sedimentos (gr/m<sup>2</sup>) en una simulación de 30 minutos de lluvia en dos comunidades (matorral, pastizal) y cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) del potrero de Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área de 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	131.3	131.3	6.230	<b>0.0179</b>
<b>Especie</b>	3	972.3	324.1	15.377	<b>0.000227</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	76.5	25.5	1.209	0.3222
<b>Error</b>	32	674.5	21.1		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXXII:** ANOVA para la pendiente en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.68	1.677	0.395	0.532
<b>Micrositio</b>	1	2.69	2.686	0.634	0.429
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.85	0.847	0.200	0.656
<b>Error</b>	66	279.82	4.240		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XXXIII:** ANOVA para la pendiente en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.02	0.023	0.007	0.936
<b>Cobertura de suelo</b>	2	3.47	1.736	0.491	0.618
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	5.88	2.940	0.831	0.448
<b>Error</b>	24	84.93	2.539		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXXIV:** ANOVA para la pendiente en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y

*Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	2.50	2.500	0.476	0.495
<b>Especie</b>	3	8.14	2.714	0.517	0.674
<b>Comunidad x Especie</b>	3	9.27	3.090	0.588	0.627
<b>Error</b>	32	168.12	5.254		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXXV:** ANOVA para la rugosidad (transformado raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.00011	0.00011	0.223	0.6386
<b>Micrositio</b>	1	0.0515	0.05153	10.40	<b>0.0019</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.0078	0.00776	1.566	0.2151
<b>Error</b>	66	0.3269	0.00495		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XXXVI:** ANOVA para la rugosidad (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.00780	0.007799	1.794	0.193
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.02083	0.010416	2.396	0.112
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.00835	0.004173	0.960	0.397
<b>Error</b>	24	0.10432	0.004346		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XXXVII:** ANOVA para la rugosidad en las parcelas experimentales (transformado a logaritmo) de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.074	0.0741	0.330	0.5694
<b>Especie</b>	3	2.149	0.7163	3.194	<b>0.0366</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.408	0.1361	0.607	0.6153
<b>Error</b>	32	7.176	0.2243		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XXXVIII:** ANOVA para la cobertura vegetal (transformado a seno) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.064	0.064	0.187	0.6667
<b>Micrositio</b>	1	4.800	4.800	13.933	<b>0.0003</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.251	0.251	0.728	0.3996
<b>Error</b>	66	22.740	0.345		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XXXIX:** ANOVA para la cobertura vegetal en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.03	0.0333	0.017	0.896
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.20	0.1000	0.052	0.949
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.47	0.2333	0.122	0.886
<b>Error</b>	24	46.00	1.9167		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XL:** ANOVA para la cobertura vegetal en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	563	562.5	1.789	0.1904

<b>Especie</b>	3	3130	1043.3	3.319	<b>0.0321</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	508	169.2	0.538	0.6596
<b>Error</b>	32	10060	314.4		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XLI:** ANOVA para la cobertura de mantillo (transformado a raíz cuadrada en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Comunidad</b>	1	0.618	0.618	2.193	0.1434
<b>Micrositio</b>	1	4.748	4.748	16.843	<b>0.0001</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	1.840	1.840	6.527	<b>0.0129</b>
<b>Error</b>	66	18.605	0.282		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XLII:** ANOVA para la cobertura de mantillo en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Comunidad</b>	1	8.533	8.533	6.737	<b>0.0159</b>
<b>Cobertura de suelo</b>	2	3.267	1.633	1.289	0.2938
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	1.667	0.883	0.658	0.5270
<b>Error</b>	24	30.400			
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XLIII:** ANOVA para la cobertura de mantillo en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>
<b>Comunidad</b>	1	0.02	0.025	0.006	0.9380
<b>Especie</b>	3	29.47	9.825	2.433	0.0830
<b>Comunidad x Especie</b>	3	10.27	3.425	0.848	0.4780
<b>Error</b>	32	129.20	4.038		

<b>Total</b>	39				
--------------	----	--	--	--	--

**Cuadro XLIV:** ANOVA para la cobertura de biocostra (transformación arcoseno) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.525	0.5246	1.478	0.228
<b>Micrositio</b>	1	0.076	0.0764	0.215	0.644
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.385	0.3850	1.084	0.302
<b>Error</b>	66	23.431	0.3550		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XLV:** ANOVA para la cobertura de biocostra (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.1	1.05	3.689	0.0667
<b>Cobertura de suelo</b>	2	386.5	193.24	676.161	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	2.001	1.02	3.576	<b>0.0437</b>
<b>Error</b>	24	6.900	0.29		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XLVI:** ANOVA para la cobertura de biocostra (transformado raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.003	0.0026	0.004	0.9514
<b>Cobertura de suelo</b>	3	5.254	1.7513	2.587	0.0702
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	3	1.712	0.5706	0.843	0.4805
<b>Error</b>	32	21.662	0.6769		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro XLVII:** ANOVA para la cobertura total (transformado logarítmico) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.14	0.14	0.158	0.6921
<b>Micrositio</b>	1	39.82	39.82	44.909	<b>0.0005</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.13	0.13	0.148	0.7011
<b>Error</b>	66	58.53	0.89		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XLVIII:** ANOVA para la cobertura total (transformado a raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.01	0.01	0.045	0.8340
<b>Cobertura de suelo</b>	2	275.42	137.71	716.043	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.17	0.09	0.443	0.6470
<b>Error</b>	24	4.62	0.19		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XLIX:** ANOVA para la cobertura total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	585	585.2	1.670	0.2050
<b>Especie</b>	3	3556	1185.2	3.383	<b>0.0300</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	584	194.7	0.556	0.6480
<b>Error</b>	32	11211	350.3		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro L:** ANOVA para la cobertura sin biocostra (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.04	0.04	0.211	0.6478
<b>Micrositio</b>	1	125.12	125.12	647.600	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	1.15	1.15	5.944	<b>0.0175</b>
<b>Error</b>	66	12.75	0.19		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LI:** ANOVA para la cobertura sin biocostra (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.888	0.8876	3.486	0.0741
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.483	0.2416	0.949	0.4012
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.312	0.1558	0.612	0.5505
<b>Error</b>	24	6.111	0.2546		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LII:** ANOVA para la cobertura sin biocostra en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	593	592.9	1.695	0.2022
<b>Especie</b>	3	3120	1040.1	2.974	<b>0.0463</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	483	160.9	0.460	0.7121
<b>Error</b>	32	11192	349.7		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LIII:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad hasta 5 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades



vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Comunidad	1	0.12	0.1233	0.244	0.623
Micrositio	1	0.16	0.1562	0.310	0.580
Comunidad x Micrositio	1	0.20	0.1962	0.389	0.535
Error	66	33.30	0.5045		
Total	29				

**Cuadro LIV:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad hasta 5 cm (transformado a seno) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Comunidad	1	0.035	0.0345	0.071	0.792
Cobertura de suelo	2	0.423	0.2113	0.436	0.652
Comunidad x Cobertura de suelo	2	1.688	0.8438	1.740	0.197
Error	24				
Total	29				

**Cuadro LV:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad hasta 5 cm (transformado raíz cuadrada) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
Comunidad	1	3.18	3.18	0.975	0.3310
Especie	3	238.25	79.42	24.303	<b>0.0002</b>
Comunidad x Especie	3	19.16	6.39	1.955	0.1410
Error	32	104.57	3.27		
Total	39				

**Cuadro LVI:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad de 5 a 10 cms en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo,

Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	63434	63434	4.646	<b>0.03478</b>
<b>Micrositio</b>	1	0	0	0.000	0.99785
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	102689	102689	7.521	<b>0.00784</b>
<b>Error</b>	66	901193	13654		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LVII:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad 5-10 cm (transformado a seno) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.090	1.0904	2.597	0.1202
<b>Cobertura de suelo</b>	2	2.602	1.3010	3.098	0.0636
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.914	0.4569	1.088	0.3530
<b>Error</b>	24	10.078	0.4199		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LVIII:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad 5-10 cm total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	376	376	0.045	0.8340
<b>Especie</b>	3	149588	49863	5.916	<b>0.0024</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	3800	1267	0.150	0.9287
<b>Error</b>	32	269691	8424		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LIX:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad de 10 a 20 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o

interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.538	0.5377	1.949	0.167
<b>Micrositio</b>	1	0.384	0.3836	1.391	0.243
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.143	0.1433	0.520	0.474
<b>Error</b>	66	18.207	0.2759		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LX:** ANOVA para la biomasa radicular profundidad de 10-20 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	114342	114342	74.93	<b>0.0007</b>
<b>Cobertura de suelo</b>	2	513520	256760	168.25	<b>0.0005</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	74240	37120	24.32	<b>0.0012</b>
<b>Error</b>	24	36625	1526		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXI:** ANOVA para la biomasa radicular 10-20 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	2728	2728	0.258	0.6150
<b>Especie</b>	3	211762	705875	66.866	<b>0.0007</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	16015	5338	0.506	0.6810
<b>Error</b>	32	337809	10557		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXII:** ANOVA para la biomasa radicular total (transformado a 1/log) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo,

Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.000264	0.000264	3.443	0.0680
<b>Micrositio</b>	1	0.000017	0.000169	0.220	0.6405
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.000242	0.000242	3.159	0.0801
<b>Error</b>	66	0.005056	0.000767		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXIII:** ANOVA para la biomasa radicular total (transformado a arcoseno) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.533	0.5332	1.257	0.2733
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.562	0.2811	0.663	0.5246
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	3.210	1.6049	3.784	<b>0.0373</b>
<b>Error</b>	24	10.179	0.4241		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXIV:** ANOVA para la biomasa radicular total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	148	148	0.006	0.9380
<b>Especie</b>	3	263403	878010	36.744	<b>0.0017</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	10846	3615	0.151	0.9280
<b>Error</b>	32	764656	23896		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXV:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco profundidad hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o

interesespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interesespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.34	0.3441	0.354	0.554
<b>Micrositio</b>	1	0.34	0.3396	0.349	0.557
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.06	0.0633	0.065	0.799
<b>Error</b>	66	64.24	0.9733		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXVI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.330	0.3298	0.333	0.5690
<b>Cobertura de suelo</b>	2	3.064	1.5320	1.547	0.2330
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.214	0.1069	0.108	0.8980
<b>Error</b>	24	23.760	0.9900		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXVII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.078	0.078	0.132	0.7190
<b>Especie</b>	3	17.286	5.762	9.806	<b>0.0009</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	1.108	0.369	0.628	0.6020
<b>Error</b>	32	18.803	0.588		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXVIII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 5 a 10 cms en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interesespacio)

en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.47	1.474	1.597	0.2107
<b>Micrositio</b>	1	13.57	13.570	14.702	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	6.48	6.475	7.015	<b>0.0101</b>
<b>Error</b>	66	60.92	0.923		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXIX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 5-10 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.274	1.2739	1.513	0.2310
<b>Cobertura de suelo</b>	2	1.653	0.8263	0.981	0.3890
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.499	0.2494	0.296	0.7460
<b>Error</b>	24	20.212	0.8422		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco 5-10 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	6.676	6.676	7.847	<b>0.0085</b>
<b>Especie</b>	3	9.895	3.298	3.877	<b>0.0179</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	1.440	0.480	0.564	0.6424
<b>Error</b>	32	27.222	0.851		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10 a 20 cms en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio)

en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.18	0.1849	0.221	0.640
<b>Micrositio</b>	1	0.04	0.0430	0.052	0.821
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.00	0.0026	0.003	0.956
<b>Error</b>	66	55.14	0.8355		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10-20 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.059	0.059	0.090	0.7662
<b>Cobertura de suelo</b>	2	7.815	3.908	5.989	<b>0.0077</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	1.468	0.734	1.125	0.3411
<b>Error</b>	24	15.658	0.652		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXIII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo seco de 10-20 cm total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.129	0.1286	0.169	0.6840
<b>Especie</b>	3	4.472	1.4907	1.959	0.1400
<b>Comunidad x Especie</b>	3	1.373	0.4577	0.601	0.6190
<b>Error</b>	32	24.355	0.7611		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXIV:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo hasta 5 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de

micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.463	0.4630	2.1260	0.1495
<b>Micrositio</b>	1	2.839	2.8394	13.041	<b>0.0005</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.016	0.0164	0.075	0.7847
<b>Error</b>	66	14.370	0.2177		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXV:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua de suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.1	1.1	0.026	0.8720
<b>Cobertura de suelo</b>	2	1326.6	663.3	15.623	<b>0.0004</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	18.0	9.021	0.211	0.8110
<b>Error</b>	24	1019.0	42.5		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXVI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua de suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	113.1	113.14	2.437	0.1283
<b>Especie</b>	3	488.4	162.81	3.507	<b>0.0263</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	641.9	213.96	4.609	<b>0.0086</b>
<b>Error</b>	32	1495.4	46.42		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXVII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 5 a 10 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de



micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.96	1.961	3.118	0.0820
<b>Micrositio</b>	1	13.04	13.036	20.725	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.08	0.079	0.125	0.7240
<b>Error</b>	66	41.51	0.629		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXVIII:** ANOVA para el contenido gravimétrico del suelo húmedo 5-10cm (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.496	0.496	1.583	0.2201
<b>Cobertura de suelo</b>	2	23.619	11.810	37.657	<b>0.0039</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.006	0.003	0.009	0.9910
<b>Error</b>	24	7.527	0.314		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXIX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo 5-10 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.544	1.543	6.750	<b>0.0141</b>
<b>Especie</b>	3	2.698	0.8992	3.932	<b>0.0170</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.345	0.1151	0.503	0.6827
<b>Error</b>	32	7.319	0.2285		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXX:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10 a 20 cms (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos

comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.04	1.037	1.4180	0.2379
<b>Micrositio</b>	1	11.25	11.246	15.381	<b>0.0002</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.16	0.158	0.2160	0.6433
<b>Error</b>	66	48.26	0.731		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXXI:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10-20 cm (transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.134	0.134	0.726	0.4030
<b>Cobertura de suelo</b>	2	18.790	9.395	50.914	<b>0.0023</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.497	0.248	1.345	0.2790
<b>Error</b>	24	4.429	0.185		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXXII:** ANOVA para el contenido gravimétrico de agua del suelo húmedo de 10-20 cm (Transformado a logaritmo) en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	1.061	1.0613	1.876	0.1803
<b>Especie</b>	3	5.604	1.6882	2.985	<b>0.0457</b>
<b>Comunidad x Especie</b>	3	1.378	0.4595	0.812	0.4965
<b>Error</b>	32	18.099	0.5656		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXXIII:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.004	0.0043	0.067	0.7962
<b>Micrositio</b>	1	0.282	0.2822	4.388	<b>0.0400</b>
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.259	0.2594	4.035	<b>0.0487</b>
<b>Error</b>	66	4.244	0.0643		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXXIV:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.1170	0.11698	1.724	0.202
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.1744	0.08721	1.286	0.295
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.0137	0.00684	0.101	0.904
<b>Error</b>	24	1.6281	0.06784		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXXV:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo hasta 5 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.1468	0.1466	2.567	0.1190
<b>Especie</b>	3	0.0425	0.0141	0.247	0.8626
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.5552	0.1850	3.235	<b>0.0351</b>
<b>Error</b>	32	1.8307	0.5721		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXXVI:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.298	0.2985	5.448	<b>0.0226</b>
<b>Micrositio</b>	1	0.014	0.0142	0.259	0.6124
<b>Comunidad x Micorsitio</b>	1	0.220	0.2205	4.016	<b>0.0492</b>
<b>Error</b>	66	3.616	0.0547		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro LXXXVII:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.0001	0.00001	0.0001	0.9885
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.4409	0.22046	4.952	<b>0.0158</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.0224	0.01120	0.252	0.7795
<b>Error</b>	24	1.0686	0.04452		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro LXXXVIII:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 5 a 10 cm total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.5185	0.5185	9.822	<b>0.0036</b>
<b>Especie</b>	3	0.2379	0.0793	1.502	0.2328
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.1572	0.0524	0.992	0.4088
<b>Error</b>	32	1.6894	0.0528		
<b>Total</b>	39				

**Cuadro LXXXIX:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en dos tipos de micrositio (parche o interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=15 para interespacio, N=20 para parche).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.044	0.0436	0.688	0.4098
<b>Micrositio</b>	1	0.219	0.2192	3.456	0.0675
<b>Comunidad x Micrositio</b>	1	0.001	0.0004	0.007	0.9356
<b>Error</b>	66	4.187	0.0634		
<b>Total</b>	69				

**Cuadro XC:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en tres tipos de cobertura de suelo (desnudo, fragmentos de roca y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

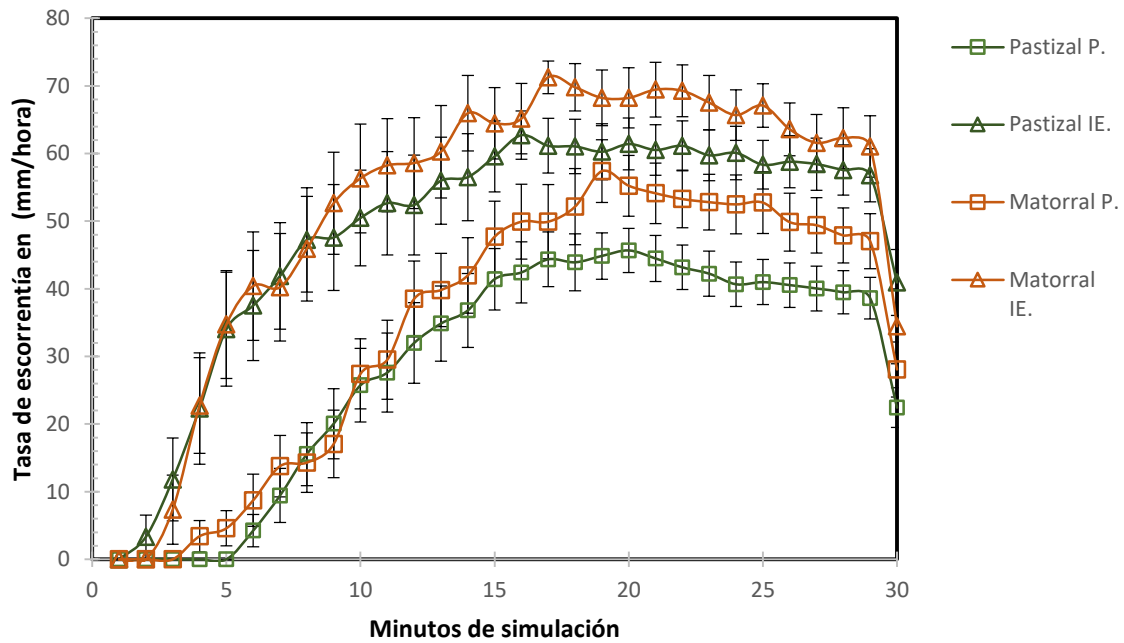
Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.0147	0.01472	0.246	0.6246
<b>Cobertura de suelo</b>	2	0.4780	0.23898	3.989	<b>0.0319</b>
<b>Comunidad x Cobertura de suelo</b>	2	0.3142	0.15710	2.623	0.0933
<b>Error</b>	24	1.4376	0.05990		
<b>Total</b>	29				

**Cuadro XCI:** ANOVA para la densidad aparente en suelo húmedo de 10 a 20 cm total en las parcelas experimentales de dos comunidades vegetativas dominantes (matorral, pastizal) en cuatro tipos de cobertura vegetal (*Buchloe dactyloides*, *Melinis repens*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, SLP considerando un área 457.3 cm<sup>2</sup> (N=5).

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr (>F)
<b>Comunidad</b>	1	0.0293	0.0293	0.661	0.4222
<b>Especie</b>	3	0.3537	0.1179	2.656	0.0651
<b>Comunidad x Especie</b>	3	0.1828	0.0609	1.372	0.2689
<b>Error</b>	32	1.4205	0.0443		
<b>Total</b>	39				

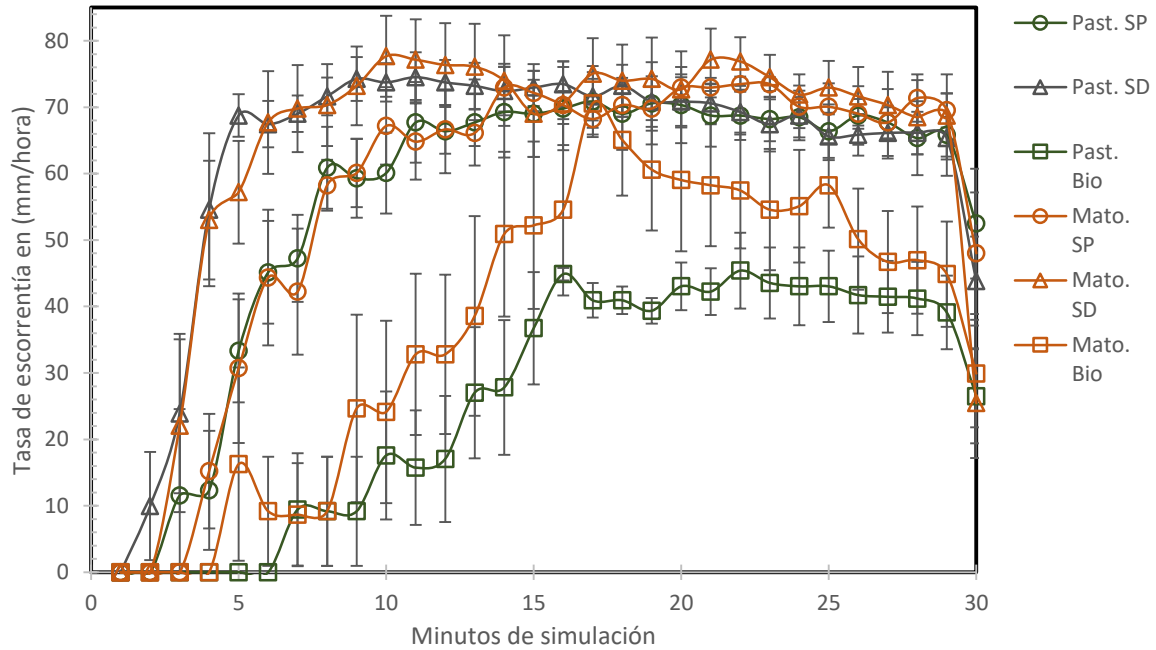
### ANEXO III Hidrogramas

#### 1) Hidrograma para la escorrentía de los micrositos y las comunidades



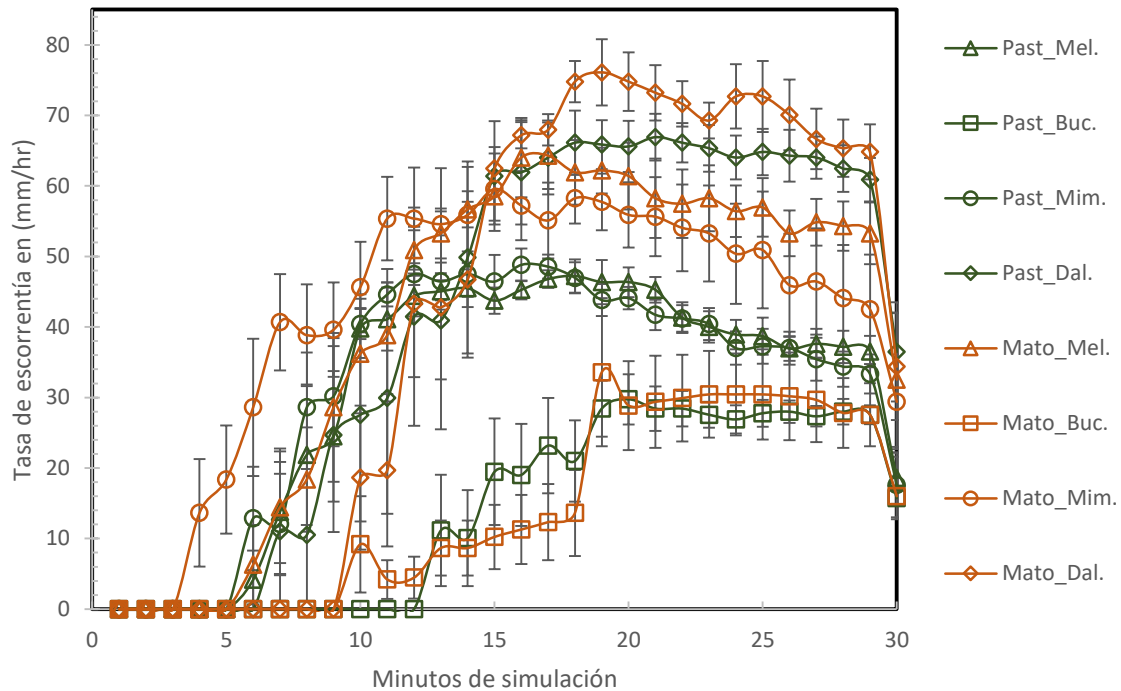
**Figura III-1: Tasa de escorrentía (mm/hora) (hidrogramas) de dos comunidades (pastizal, matorral) y de los dos micrositos (parche, interespacio) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, S.L.P. de un total de 70 simulaciones de lluvia con un infiltrómetro tipo Cornell (P= parche, IE= interespacio).**

## 2) Hidrograma para la escorrentía de los interespacios y las comunidades



**Figura III-2: Tasa de escorrentía (mm/hora) (hidrogramas) de dos comunidades (pastizal, matorral) y tres tipos distintos de cobertura de suelo (suelo con piedras, suelo desnudo y biocostra) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, S.L.P. de un total de 70 simulaciones de lluvia con un infiltrómetro tipo Cornell. (Past= pastizal, Mato= matorral, SP= suelo con piedras, SD=suelo desnudo, Bio=biocostra)**

### 3) Hidrograma para la escorrentía de los parches y las comunidades



**Figura III-3: Tasa de escorrentía (mm/hora) (hidrogramas) de dos comunidades (pastizal, matorral) y cuatro tipos distintos de cobertura vegetal (*Melinis repens*, *Buchloe dactyloides*, *Mimosa aculeaticarpa* y *Dalea bicolor*) en el potrero del Bayo, Sto. Domingo, S.L.P. de un total de 70 simulaciones de lluvia con un infiltrómetro tipo Cornell. (Past= pastizal, Mato= matorral, Mel= *Melinis repens*, Buc= *Buchloe dactyloides*, Mim=*Mimosa aculeaticarpa*, Dal= *Dalea bicolor*).**



## ANEXO IV Figuras

### Pendiente

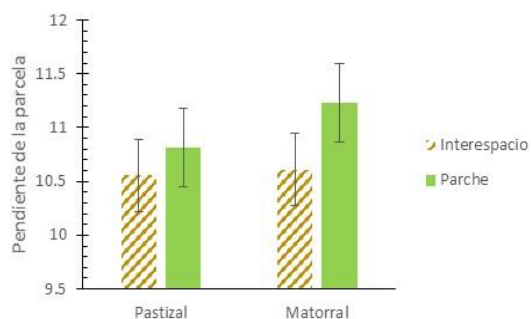


Fig 4: Pendiente promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral) (comunidad x micro-sitio,  $P=0.6560$ )

### Rugosidad

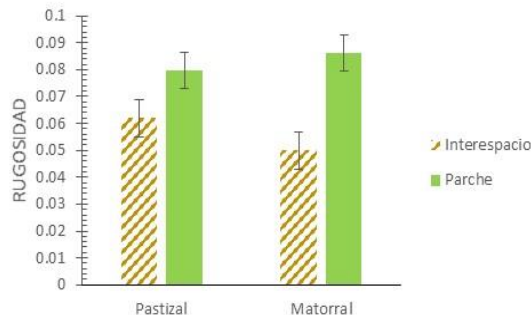


Fig 5: Rugosidad promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral) (Comunidad x micro-sitio,  $P=0.2151$ )

### Cobertura Vegetal

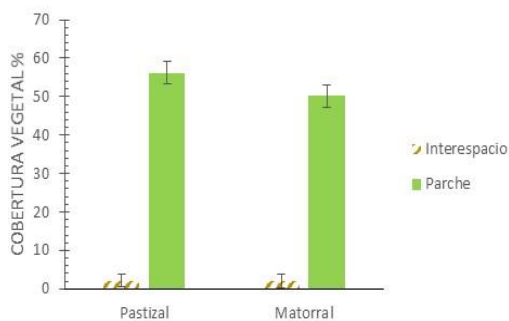


Fig 6: Cobertura vegetal promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral) (Comunidad x micro-sitio,  $P=0.3966$ )

### Cobertura de Mantillo

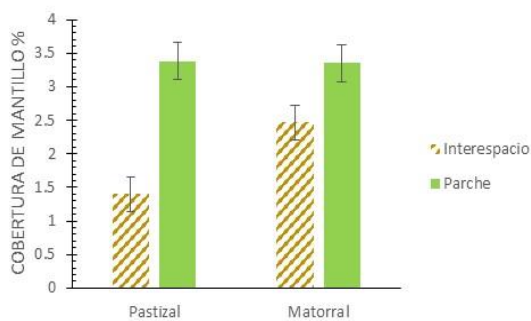


Fig 7: Cobertura de mantillo promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral) (Comunidad x micro-sitio,  $P=0.0129$ )

### Cobertura de biocostra

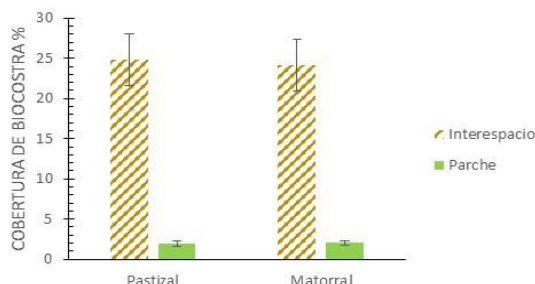


Fig 8: Cobertura de biocostra promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P= 0.3020$ )

### Cobertura Total

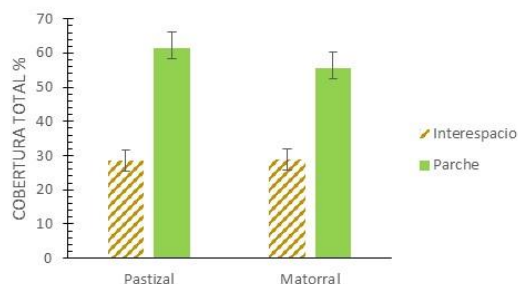


Fig 9: Cobertura total promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P= 0.7011$ )

### Cobertura sin biocostra

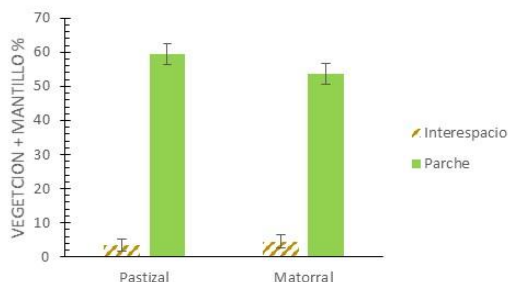


Fig 10: Cobertura sin costra promedio considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P= 0.0175$ )

### Biomasa radicular (0 a 5 cm)

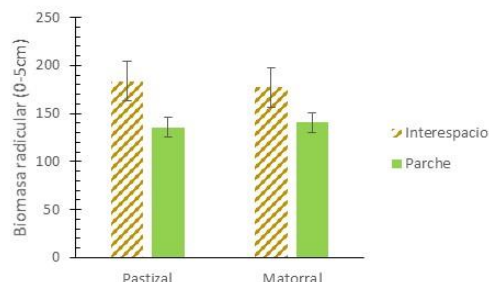


Fig 11: Biomasa radicular de 0-5 cm considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P= 0.5350$ )

Biomasa radicular (5 a 10) cm

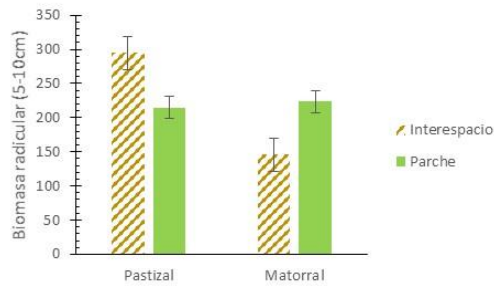


Fig 12: Biomasa radicular de 5 a 10 cm considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0078$ )

Biomasa radicular (10 a 20 ) cm

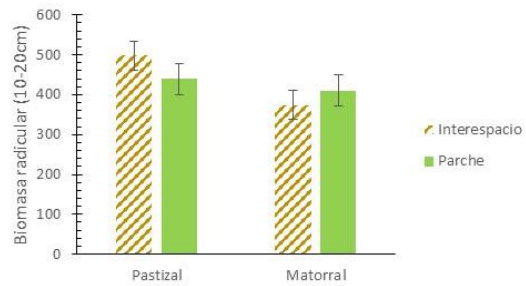


Fig 13: Biomasa radicular de 10 a 20 cm considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.4740$ )

Biomasa radicular total (0 a 20) cm

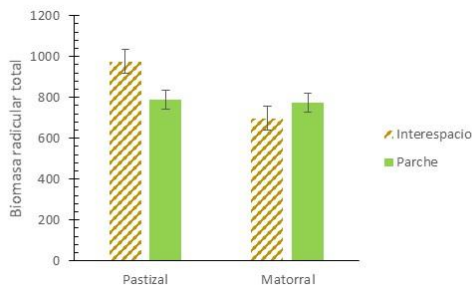


Fig 14: Biomasa radicular total considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0801$ )

Humedad relativa suelo seco (0 a 5) cm

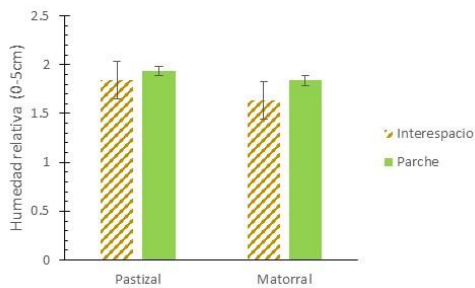


Fig 15: Humedad relativa (0-5 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7990$ )

**Humedad relativa suelo seco (5 a 10) cm**

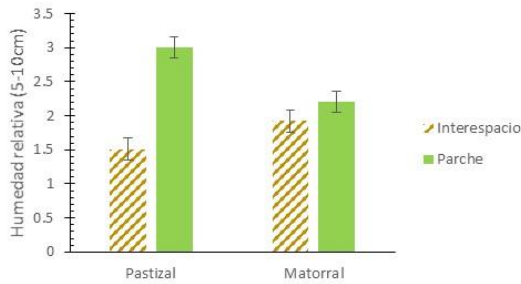


Fig 16: Humedad relativa (5-10 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0101$ )

**Humedad relativa post simulación (0 a 5) cm**

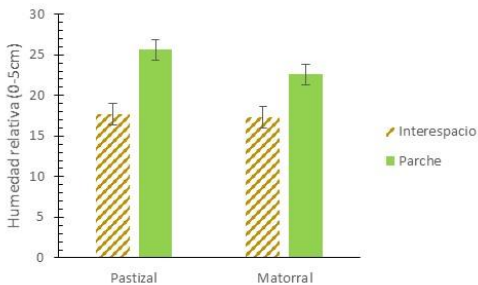


Fig 18: Humedad relativa post simulación (0-5) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7847$ )

**Humedad relativa suelo seco (10 a 20) cm**

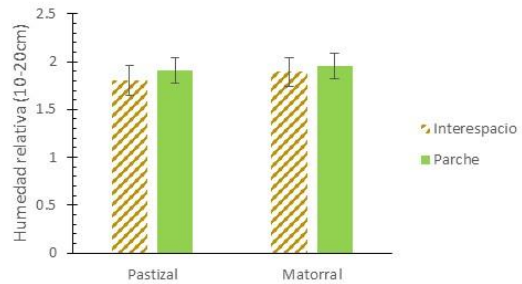


Fig 17: Humedad relativa (10-20 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.9560$ )

**Humedad relativa post simulación (5 a 10) cm**

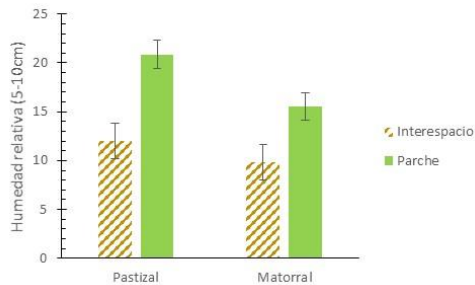


Fig 19: Humedad relativa post simulación (5-10) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7240$ )

**Humedad relativa post simulación (10 a 20) cm**

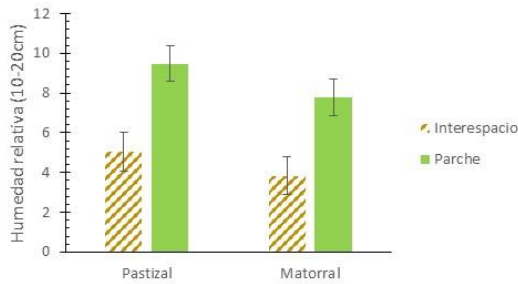


Fig 20: Humedad relativa post simulación (10-20 cm) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.6433$ )

**Densidad aparente de suelo (0 a 5) cm**

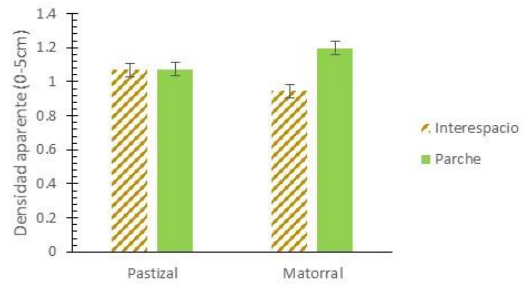


Fig 21: Densidad aparente del suelo (0-5) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0487$ )

**Densidad aparente de suelo (5 a 10) cm**

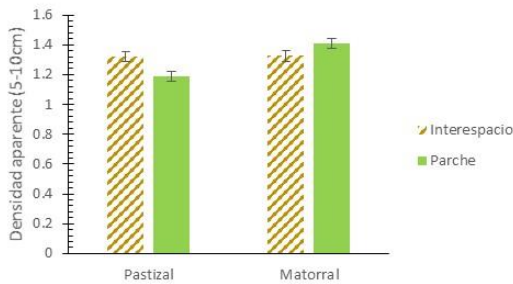


Fig 22: Densidad aparente del suelo (5-10) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0492$ )

**Densidad aparente de suelo (10 a 20) cm**

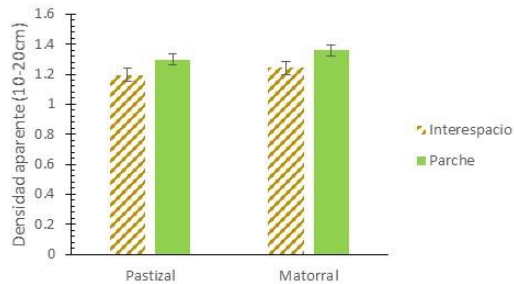


Fig 23: Densidad aparente del suelo (10-20) considerando dos tipos de micro-sitio (parche, interespacio) y dos comunidades (pastizal, matorral)(Comunidad x micro-sitio,  $P = 0.9356$ )

## Pendiente

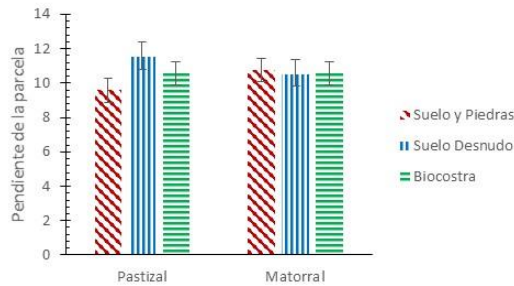


Fig 24: Pendiente promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.4480$ )

## Rugosidad

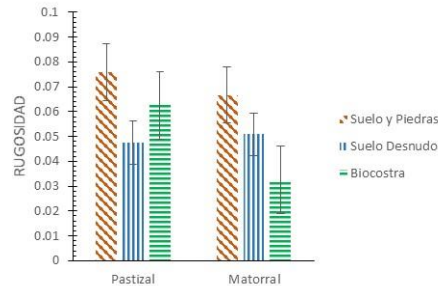


Fig 25: Rugosidad promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.3970$ )

## Cobertura Vegetal

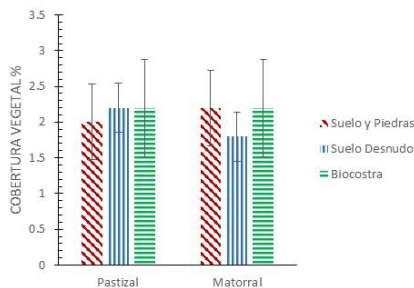


Fig 26: Cobertura vegetal promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.8860$ )

## Cobertura de Mantillo

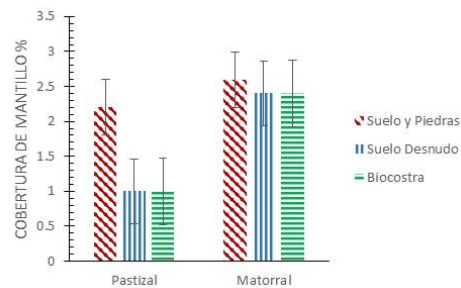


Fig 27: Cobertura de mantillo promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.5270$ )

### Cobertura de biocostra

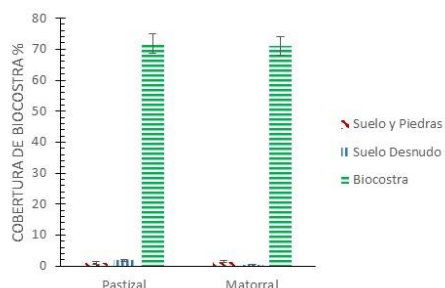


Fig 28: Cobertura de biocostra promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0437$ )

### Cobertura sin biocostra

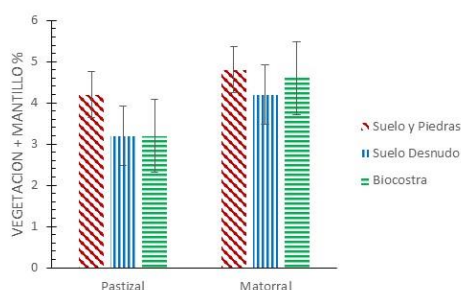


Fig 30: Cobertura sin costra promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.5505$ )

### Cobertural Total

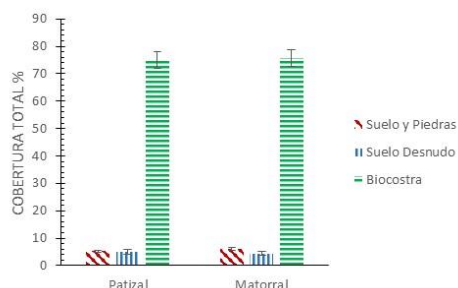


Fig 29: Cobertura total promedio considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.6470$ )

### Biomasa radicular (0 a 5) cm

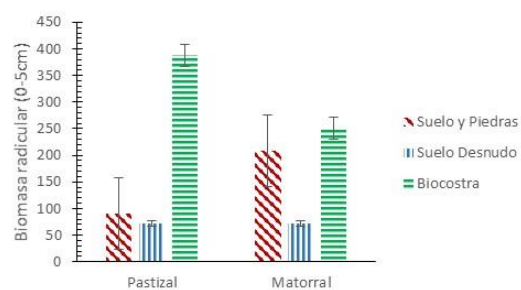


Fig 31: Biomasa radicular 0-5 cm considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.1970$ )

### Biomasa radicular (5 a 10) cm

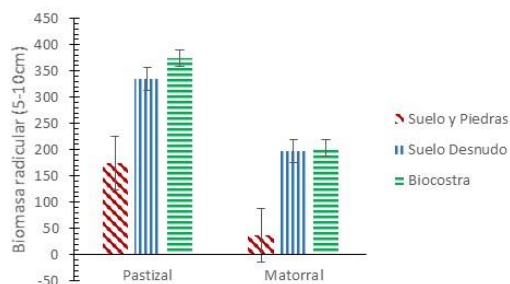


Fig 32: Biomasa radicular 5 a 10 cm considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.3530$ )

### Biomasa radicular (10 a 20) cm

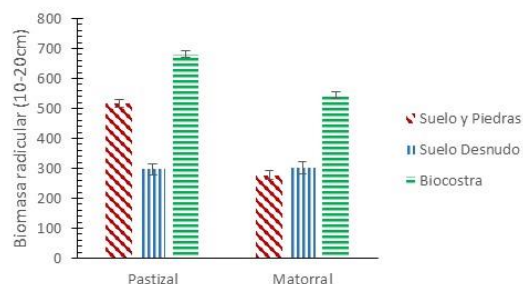


Fig 33: Biomasa radicular 10 a 20 cm considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0012$ )

### Biomasa radicular total (0 a 20) cm

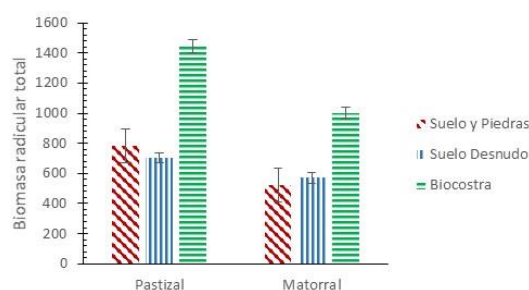


Fig 34: Biomasa radicular total considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0373$ )

### Humedad relativa suelo seco (0 a 5) cm

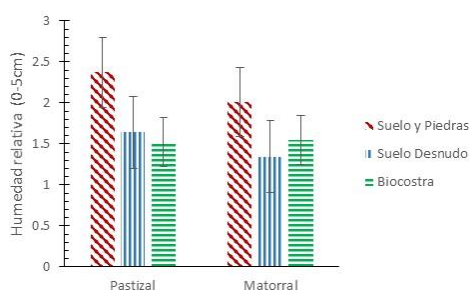


Fig 35: Humedad relativa (0-5 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.8980$ )



### Humedad relativa suelo seco (5 a 10) cm

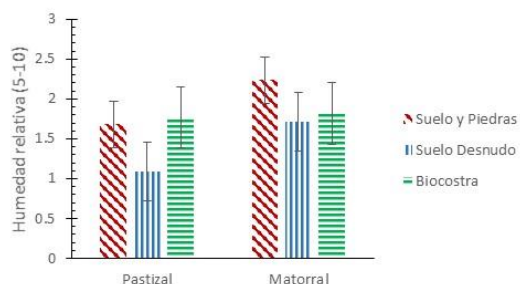


Fig 36: Humedad relativa (5-10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.3411$ )

### Humedad relativa suelo seco (10 a 20) cm

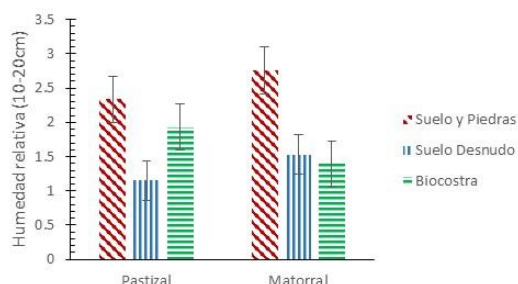


Fig 37: Humedad relativa post simulación (10-20 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.8110$ )

### Humedad relativa post simulación (0 a 5) cm

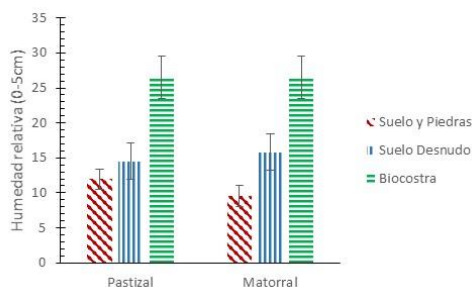


Fig 38: Humedad relativa post simulación (0-5 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.9910$ )

### Humedad relativa post simulación (5 a 10) cm

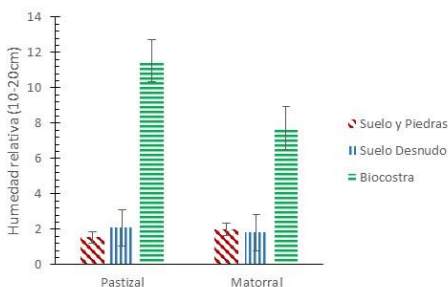


Fig 39: Humedad relativa post-simulacion (5-10 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.2790$ )

### Humedad relativa post simulación (10 a 20) cm

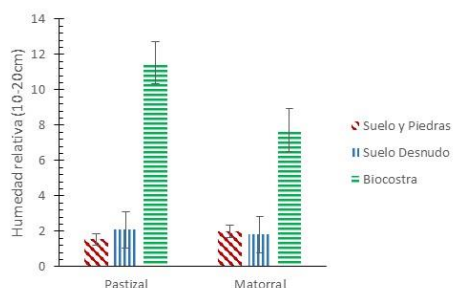


Fig 40: Humedad relativa post-simulación (10-20 cm) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.2790$ )

### Densidad aparente de suelo (0 a 5) cm

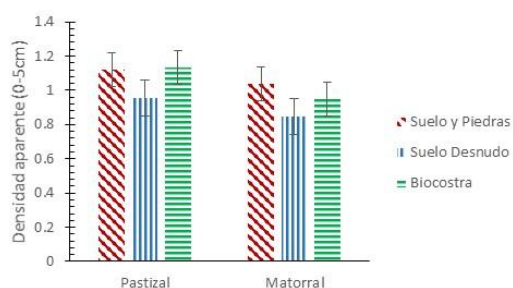


Fig 41: Densidad aparente del suelo (0-5) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.9040$ )

### Densidad aparente de suelo (5 a 10) cm

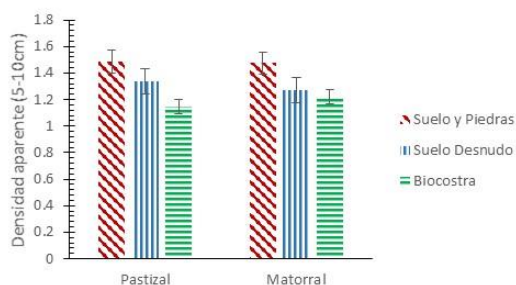


Fig 42: Densidad aparente del suelo (5-10) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.7795$ )

### Densidad aparente de suelo (10 a 20) cm

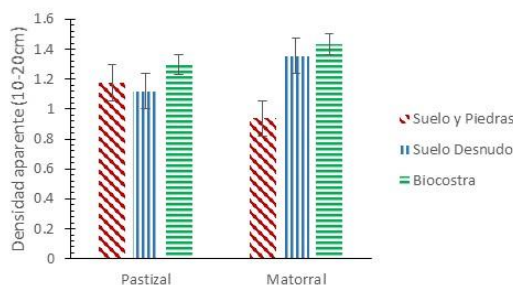


Fig 43: Densidad aparente del suelo (10-20) considerando tres tipos de cobertura de sitio (suelo y piedras, suelo desnudo y biocostra) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x micro-sitio,  $P = 0.0933$ )

## Pendiente

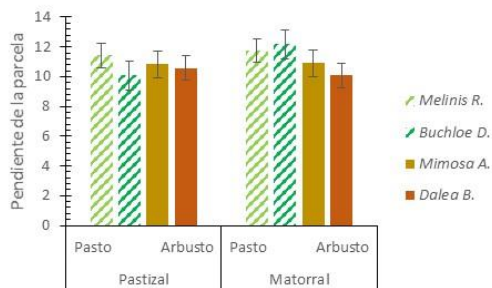


Fig 44: Pendiente promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6270$ )

## Rugosidad

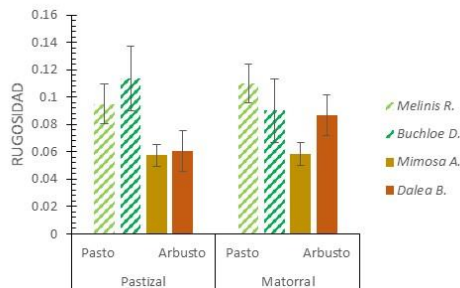


Fig 45: Rugosidad promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6153$ )

## Cobertura Vegetal

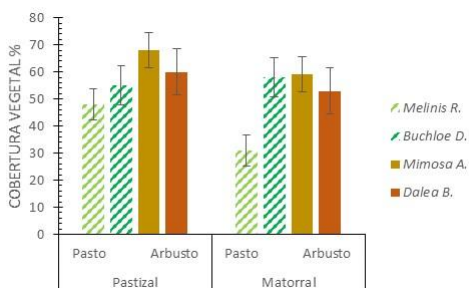


Fig 46: Cobertura vegetal promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6596$ )

## Cobertura de Mantillo

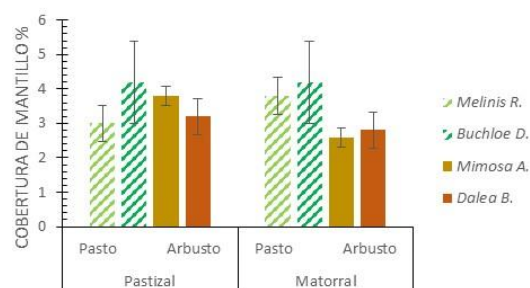


Fig 47: Cobertura de mantillo promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.4780$ )

### Cobertura de biocostra

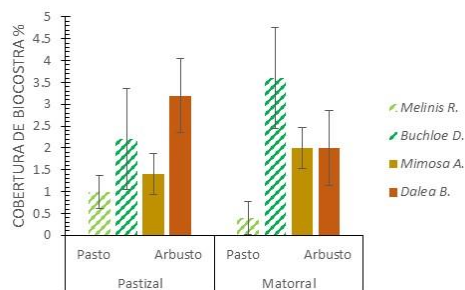


Fig 48: Cobertura de biocostra promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.4805$ )

### Cobertural Total

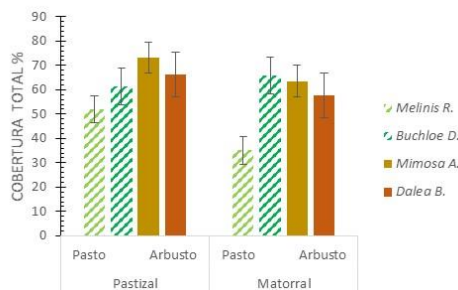


Fig 49: Cobertura total promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6480$ )

### Cobertura sin biocostra

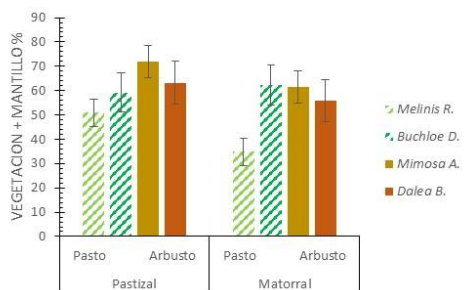


Fig 50: Cobertura sin costra promedio de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.7121$ )

### Biomasa radicular (0 a 5) cm

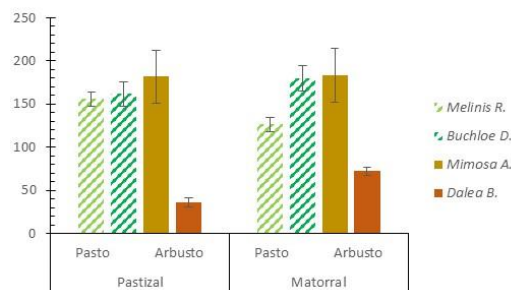


Fig 51: Biomasa radicular 0-5 cm de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.1410$ )

### Biomasa radicular (5 a 10) cm

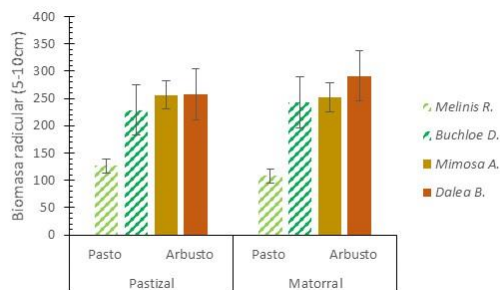


Fig 52: Biomasa radicular de 5 a 10 cm de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.9287$ )

### Biomasa radicular (10 a 20 ) cm

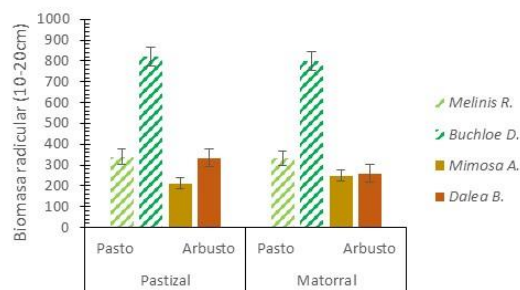


Fig 53: Biomasa radicular de 10 a 20 cm de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6810$ )

### Biomasa radicular total (0 a 20) cm

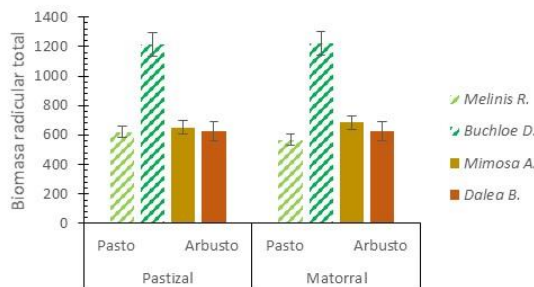


Fig 54: Biomasa radicular total de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.9280$ )

### Humedad relativa suelo seco (0 a 5) cm

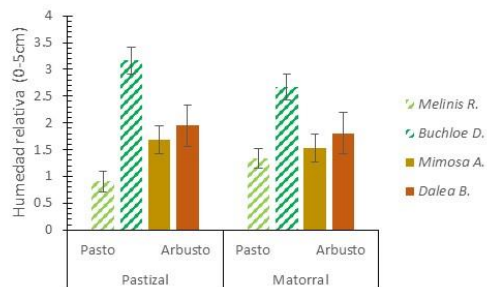


Fig 55: Humedad relativa (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6020$ )

**Humedad relativa suelo seco (5 a 10) cm**

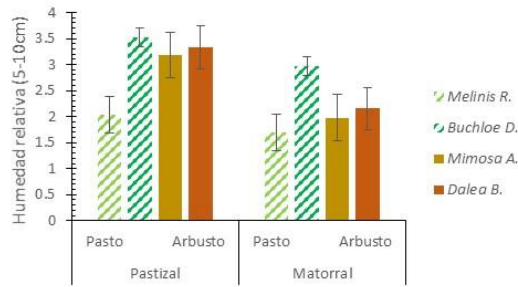


Fig 56: Humedad relativa (0-5 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6020$ )

**Humedad relativa suelo seco (10 a 20) cm**

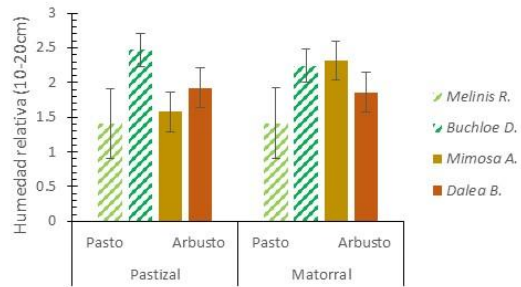


Fig 57: Humedad relativa (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6190$ )

**Humedad relativa post simulación (0 a 5) cm**



Fig 58: Humedad relativa post-simulación (0-5) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.0086$ )

**Humedad relativa post simulación (5 a 10) cm**

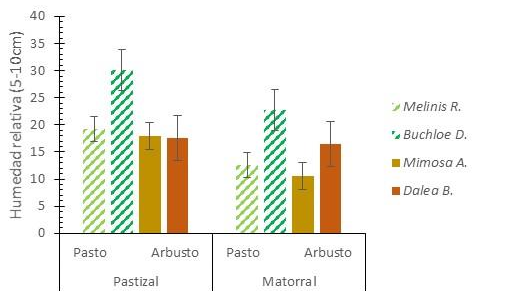


Fig 59: Humedad relativa post-simulación (5-10) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.6827$ )

**Humedad relativa post simulación (10 a 20) cm**

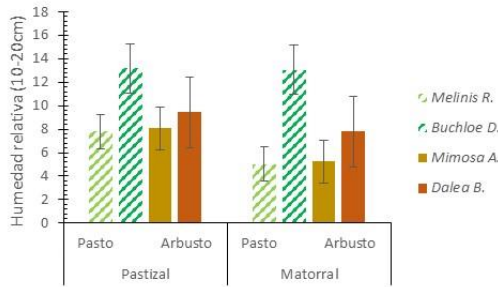


Fig 60: Humedad relativa post-simulación (10-20 cm) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.4965$ )

**Densidad aparente de suelo (0 a 5) cm**

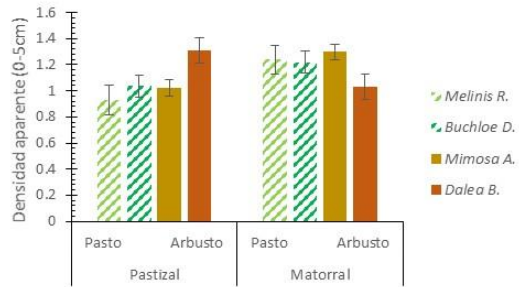


Fig 61: Densidad aparente del suelo (0-5) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.0351$ )

**Densidad aparente de suelo (5 a 10) cm**

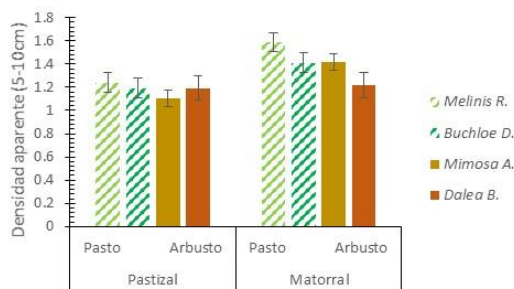


Fig 62: Densidad aparente del suelo (5-10) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.4088$ )

**Densidad aparente de suelo (10 a 20) cm**

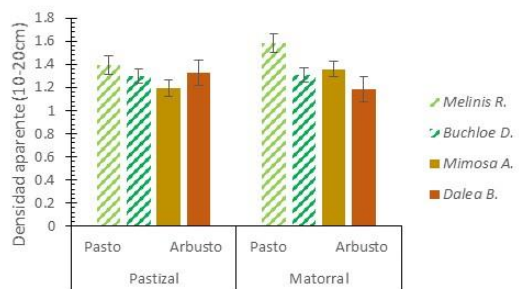


Fig 63: Densidad aparente del suelo (10-20) de las parcelas en cuatro tipos de cobertura vegetal (pastos Buchloe dactyloides, Melinis repens, arbustos: Mimosa aculeaticarpa, Dalea bicolor) y dos comunidades (pastizal, matorral)(comunidad x especie  $P = 0.2689$ )





