Variación en la composición de la costra microbiótica según la exposición (solana-umbría), en suelos del sector sur de la quebrada Los Barrancos, Valle de Quibor, estado Lara

Variation in composition of the microbiotic crust according to the exposure (sunshine - shaded), in soils of the southern sector of the Barrancos river, Quibor valley, Lara state

Franklin Núñez Ravelo
franklingeove@hotmail.com

Valentina Toledo Bruzual
toledo.valentina@gmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Caracas

RESUMEN

El propósito fue comparar la composición de la costra microbiotica por grupos morfológicos según la exposición a condiciones de solana y umbría en un ambiente semiárido. Para ello se trazaron dos transectas longitudinales sobre la superficie del suelo y sobre estas se empleó cada diez metros una cuadrata cuadrada (25 x 25 cm) con la finalidad de registrar la cobertura y composición de la costra, así como la condición de exposición. Se evidencia un crecimiento discontinuo: registrándose un 67.2% de cobertura en la zona de solana constituida por liquen, y en la zona de umbría esta se extiende en el 100% de la superficie del suelo, constituida por 42.6% de liquen, 38.6% mixta y 18% de briofita. Se concluye que la exposición a las condiciones de radiación tiene incidencia en la composición de las costras microbióticas, lo cual está asociado a los mecanismos de adaptación de cada especie.

Palabras clave: Costras microbióticas; exposición; composición

ABSTRACT

The purpose was to compare the composition of the micro-biotic crust morphological groups according to exposure to sunshine and

shade conditions in a semiarid environment. This is plotted on the two longitudinal transects surface and a quadrat square (25 x 25 cm) is used every ten meters in order to register the composition of the cover and scab and the exposure condition. Discontinuous growth is evident: registering 67.2% coverage, in the Solana area, consists of lichen, and in shady area extending 100% of the soil surface, containing 42.6% of lichen, 38.6% mixed and 18% bryophyte. We conclude that exposure to radiation conditions have an impact on the composition of the micro-biotic crusts, which is associated with the mechanisms of adaptation of each species.

Key words: *microbiotic crusts; exposure; composition*

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas los suelos se encuentran por lo general altamente degradados, con problemas de erodabilidad y de fertilidad, originado, no sólo por la escasa cobertura vegetal - asociada desde luego a la condición esporádica de las lluvias – sino además, por su ya antigua y continua sobreexplotación por parte de los humanos, con fines agrícolas y pecuarios. En Venezuela, más del 98% de la superficie del suelo, presenta al menos un tipo de limitación agrícola, asociado en algunos casos a procesos de degradación.

En tal sentido, las áreas con mayor extensión de suelos sometidos a procesos de desertificación se localizan justamente en las denominadas regiones áridas y semiáridas de los estados Lara y Falcón, al noroeste del país, generando impactos significativos en la vida de los habitantes locales y en la capacidad productiva de los recursos naturales (Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales, 2000).

En el caso particular del estado Lara, existen grandes zonas áridas y semiáridas sujetas a severos procesos de degradación del suelo, incluyendo la erosión, la degradación estructural, la contaminación salina y la contaminación química, así como el agotamiento y la contaminación del suelo superficial y de los recursos hídricos subterráneos, además del agotamiento, degradación y modificación de la composición de

la vegetación (PNUD citado en Quiñónez y Dal Pozzo, 2008.) Según reportan Shainberg y Rodríguez (1993), en los suelos del referido estado, la estructura es inestable y la existencia de un sello superficial, son el mecanismo más determinante de los bajos rendimientos de los cultivos.

Vale la pena destacar que el sello superficial, al que se refieren los autores mencionados, está constituido generalmente por una costra inorgánica, que reduce la tasa de infiltración, pero cuando en ese sello superficial predominan las arcillas floculadas[1] , se genera una estructura más permeable, que permite una mayor tasa de infiltración, alcanzando el frente de agua mayor profundidad (Ramírez, Rodríguez y Shainberg, 1999).

Entre las medidas factibles propuestas para minimizar la degradación de los suelos, se encuentra la utilización de técnicas de cobertura y de incorporación de materia orgánica, así como el uso reciente de acondicionadores, con el fin de estabilizar la estructura y mejorar la porosidad y la infiltración del agua en el suelo (Lentz, Shainberg, Sojka y Carter, 1992). Esta cobertura debe plantearse, entre otros criterios, a partir de la disponibilidad de organismos que se adaptan a las condiciones físico – geográficas del área de estudio.

En tal sentido, Toledo y Urbina (2006) estudiaron una cobertura biológica que crece de forma natural sobre el suelo en un sector en la depresión del valle de Quíbor, la cual se distingue de la reportada por Ramírez *et. al.* (ob. cit) por su carácter orgánico, ya que está constituida por microorganismos y macroorganismos fotosintéticos (cianobacterias, musgos – briofitas- y líquenes).

Investigadores como Johansen, Eldridge y Green (citados en Hawkes, 2003) sostienen que para las regiones áridas, existen evidencias que advierten de la influencia de los referidos parches orgánicos, denominados costra biológica, no sólo en la fertilidad, sino además en la estabilidad de

1 La arcilla flocula o coagula cuando se unen, unas a otras, las partículas dispersas. Las masas de arcillas floculada sólo alcanzan el tamaño de las partículas de limo, esto significa que la arcilla floculada es un medio desfavorable para el crecimiento de la planta, a menos que posteriormente se formen agregados (Lomelí y Tamayo, 2009)

los suelos. En relación con esto último, Ibáñez (2007), afirma que en los ecosistemas naturales, las costras biológicas son extremadamente útiles, ya que contribuyen con la protección del suelo, de la degradación física asociada a la erosión.

De allí que la presente investigación tuvo como propósito, comparar la composición por grupos morfológicos de la costra microbiótica, que crece de manera natural sobre la superficie del suelo en el sector sur de la quebrada Los Barrancos, en el Valle de Quibor, del estado Lara; así como la superficie cubierta por esta, de acuerdo a la exposición (solana – umbría) a fin de identificar patrones de crecimiento.

Descripción del medio físico objeto de estudio

La depresión del Valle de Quíbor, se encuentra localizada en la Parroquia Juan Bautista Rodríguez del Municipio Jiménez del estado Lara, aproximadamente entre los 09º 54´ - 09º 55´ de latitud Norte y 69º 33´- 69º 37´ de longitud Oeste, a una altitud entre los 600 y los 800 m. s. n. m. y con una superficie de 434 Km^2. Se trata de una gran hoya tectónica que de acuerdo con Strebin y Pérez (1982), ha sido colmatada por "sedimentos detítricos cuaternarios, provenientes de la erosión de las sierras vecinas" que en la actualidad está caracterizada por un paisaje de glacis, terrazas escalonadas, que pasan gradualmente a una planicie aluvial hacia el fondo de las depresiones. Las pendientes varían de 0 a 5 %.

El área de estudio se ubica en el sector Sur de la Depresión de Quíbor, en la cuenca medio-alta de la Quebrada Los Barrancos. Ocupa un área de aproximadamente 14 km^2 enmarcados dentro de las coordenadas geográficas de los 09º 52' 53´´- 09º 55'53´´ N; y 69º 34'53" -69 º36'33" O. (Gráfico 1). En cuanto a las características de los suelos Comerma y Paredes (citados en Casanova, 2005), afirman que los suelos de La Depresión de Quíbor presentan limitaciones agrícolas por aridez, acompañados de otras limitantes como la salinidad y la erosión.

Para esto último, Gasperi (1975), realizó un mapa de 19.456 hectáreas erosionadas sobre un total de 26.800 hectáreas estudiadas en la Depresión

de Quíbor, especificando la superficie ocupada por diferentes tipos de erosión: laminar 11.000 ha, surcos 2.635 ha y cóncavas 5.821 ha.

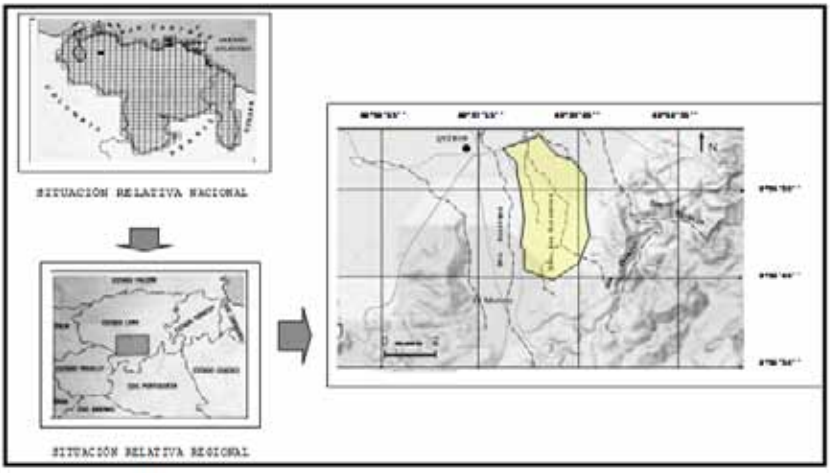

Gráfico 1. Mapa de localización del área de estudio en el contexto Nacional, Regional y local. Mapa Base: Hoja El Tocuyo (Nº 6245) de la Dirección de Cartografía Nacional del Ministerios de Obras Públicas.

Por su parte, Elizalde, Viloria y Rosales (2007), señalan que el balance geomorfológico de la zona, muestra que las pérdidas por erosión son de intensidad mayor que las trasformaciones de los materiales que dan lugar al desarrollo y evolución de los suelos, y ambos procesos son mucho mayores que las ganancias de materiales.

Rodríguez y Guédez (1985), caracterizan el suelos de la región como arcilloso fino, ilítico e isohipertérmico, calcáreo, con alta actividad y dominio del Ca en el complejo de cambio, salino, bajo en materia orgánica (MO). En cuanto a la mineralogía, Rodríguez (1982), identificó la presencia de arcillas dispersivas (ilita y pirofilita) y expansivas (montmorillonita).

De acuerdo con Elizalde, Viloria y Rosales (ob. cit), y atendiendo a los criterios de Soil Survery Staff de 1999, los suelos de la región clasifican en el orden de los Aridisols Suelos minerales que poseen menos de 90 días consecutivos húmedos y tienen bajo contenido de materia orgánica

en el epipedón. Asociados a las zonas más áridas; en el suborden de los Cambids poseen horizontes con agregación de las partículas individuales en forma de terrones (agregados), ausencia de estructura de rocas en más de la mitad de su volumen y/o presencia de cantidades significativas de minerales meteorizables; y en el gran grupo de los Haplocambids (con endopedón cámbico delgado).

Para el análisis de las condiciones climáticas del área de estudio, se procedió a partir del análisis e interpretación de datos (promedio mensual y montos anuales) de variables como temperatura máxima, mínima y media, precipitación media, evaporación y humedad relativa, para el período comprendido entre 1998 – 2008, con base en los datos aportados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas –INIA- (2009), para la estación agrometeorológica de Quíbor, localizada a los 9º53´ N y 69º39´ O a 580 m. s. n. m.

La referida estación, es Tipo C1 (estación climatológica principal) según los criterios de la Organización Mundial de Meteorología (OMM) y fue instalada en Enero del año 1980. (INIA, ob. cit.).

Por la altitud de la estación, muy similar a la de Quíbor, permiten ubicarla en el piso tropical, el cual según el criterio de Goldbrunner (Citado en Foghin, 2002) abarcan franjas comprendida entre los 0 metros y los 600 metros con temperatura media a lo largo del registro anual, superarior a los 18ºC, aunada a una elevada insolación.

En efecto, el análisis de las condiciones térmicas para el área de estudio, advierte que presenta una temperatura mínima media anual de 17.33 º C, la máxima media anual estimada es de 31.05 º C y la media anual es de 24.7 º C .

Lo anterior indica, que las fluctuaciones térmicas entre el mes más cálido y el mes más frío son poco significativas, lo que se evidencia en la amplitud térmica, siendo de 1.4º C para las temperaturas máximas, 2.8º C para las mínimas y 1.9 º C para las medias, por lo que se puede señalar que presenta un régimen isotérmico.

Esto se debe, fundamentalmente a que la zona en estudio se encuentra en plena zona intertropical, mucho más próxima al Ecuador que al Trópico de Cáncer lo que hace que la radiación solar incida de manera constante durante todo el año, generando que en la mayor parte de la referida zona, las temperaturas oscilen en una banda promedio durante todo el año.

De allí que Andressen (2007), afirme que la posición latitudinal del territorio venezolano determina la cantidad de calor que se recibe, que es más o menos constante a través del año, solo modulada por las variaciones en la nubosidad y por la altitud en las regiones montañosas.

En cuanto a las lluvias, de acuerdo con Foghin (2002), incluyen a la región de Quíbor en el tipo pluviométrico barquisimetano, se caracterizan por presentar montos medios anuales que pueden variar, según la exposición local, desde menos de 400 hasta algo más de 500 mm.

Andressen (2007), sostiene que las depresiones del Estado Lara, entre ellas Carora y Barquisimeto, en las cuales se incluye el valle de Quíbor, se caracteriza por poseer un clima semiárido.

El monto anual de lluvias estimado para la Estación de Quíbor es de 527.8 mm con un régimen de lluvia bimodal: un período lluvioso principal en Mayo con un monto promedio registrado de 72,8 mm lo que representa el 13.7% del total de las lluvias; y el otro entre Octubre y Noviembre, donde se concentran poco más de 165 mm de las lluvias anuales, lo que constituye el 31.31% .

El máximo pluviométrico más importante para la estación se registra entre en los meses de Octubre y Noviembre, y está provocado por la intensificación del frente frío, el cual hace avanzar a masas de aire norteñas sobre el mar Caribe, que se cargan de humedad hasta una latitud tan baja como 10° N, produciendo fuertes lluvias en la zona más norte del territorio nacional. (Caldera, 2009).

Partiendo del criterio de lluviosidad establecido por Koppen, se tiene que el área de estudio, presenta tres meses lluviosos, distribuidos de

manera discontinua y bimodal que acumulan el 45% del total de las lluvias, y 9 meses secos distribuidos en dos períodos que concentran 27.7 % y 27.1% de las lluvias respectivamente.

De acuerdo con Foghin (ob. cit.), esto se debe a que la zona se encuentra expuesta a sotavento tanto de los vientos alisios como de los vientos locales; esta situación mitiga notablemente los efectos de la ZCIT[2] y la depresión aparece despejada de nubosidad durante buena parte del año.

En contraste con las precipitaciones y como es típico de las zonas áridas y semiáridas, la evaporación durante todo el año es elevada, con un comportamiento uniforme, los montos mensuales son superiores a los 140 mm, alcanzando su máxima en Marzo con 194 mm, y una anual estimada de 2011.8 mm.

En cuanto a la evaporación, supera durante todos los meses a la precipitación, lo que genera un déficit hídrico estimado de 1484 mm anuales. Según el criterio de clasificación de Köppen, se puede afirmar que la zona en estudio, se ubica en el clima Bshi o semiárido isotérmico.

Costras microbióticas del suelo: definición y condiciones para su existencia.

El debate sobre el término apropiado para referirse al agregado de microorganismo, se ha venido dando desde la segunda mitad del siglo XX.

En tal sentido, Williams (1994) señala que el término de costras microbioticas del suelo (Belnap 1993) es sinónimo a la corteza del suelo descrita como microfloras (Loope y Gifford 1972); criptogámica (Kleiner y Harper 1972; biológica (Danin 1978); organogénica (Evenari 1985); biocostras o biogénicas (Thomas and Tsoar 1990); microfitica (Cameron 1978); biótica (McCune 1992a) y criptobiotica (Belnap 1993).

2 Zona de Convergencia Intertropical, en donde convergen los vientos alisios del NE con los del SE en determinado momento del año.

Estos términos hacen referencia al conjunto de microorganismos que viven asociados conformando comunidades, que pueden desarrollarse en las capas superficiales del suelo o bien sobre éste (Rivera, Manuell y Godínez, 2004).

En efecto, de acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos –USDA, por sus siglas en ingles- (1997), se trata de una corteza formada por la organismos vivos y sus productos derivados, que generan una capa superficial en el suelo adhiriendo sus partículas por materiales orgánicos.

Términos más específicos dependen de los componentes más elementales que constituyen la costra: costra algácea, costra de liquen, costra de alga y liquen, costra de cianobacteria y alga, costra de cianobacteria y líquen, costra de liquen-musgo. Recientemente las discusiones se han dado para separar taxonómicamente las cianobacterias del reino de las algas. Dado esta diferenciación, muchas de las costras algáceas examinadas en el pasado serían identificadas correctamente como costras cianobácteriales. (Williams. Ob. cit.).

De lo anterior, se infiere las posibles causas de su diferencial distribución espacial característica, siendo por lo general que en las inmediaciones de estructuras verticales de mediano y gran tamaño (árboles o arbustos) predominan los musgos y en los espacios sin vegetación arbórea los líquenes (que se presentan como manchas amarillas, marrones y rosáceas) y las cianobacterias (se muestran como una matriz negruzca), lo que propicia respectivamente un aumento de la escorrentía y de la infiltración en estos microambiente (Maestre, 2008).

El adhesivo que mantiene unidos a estos agregados al suelo, lo constituyen los mismos organismos junto con polisacáridos pegajosos que excretan mientras se mueven a través del suelo. Hawkes (2003). En efecto, la estructura de fijación de los microorganismos, se entreteje en las capas superficiales del suelo formando una especie de red que atrapa cuerpos orgánicos y partículas minerales y permite la infiltración de agua,

con lo que participan en el ciclo hidrológico. (Rivera, Manuell y Godínez, ob. cit).

Las combinaciones de musgos, líquenes, algas (de oro-marrones, verde), cianobacterias, hongos, diatomeas, bacterias y microfauna asociadas con partículas del suelo, desarrollan una micro topografía áspera distintivo de la superficie de éste. (Williams, Ob. cit).

Aunque las costras han sido encontradas en los ecosistemas árticos, boreales y áridos, es en los últimos donde aparentemente tienen mayor importancia ecológica, ya que pueden llegar a cubrir hasta el 70% de la superficie. (Rivera, Manuell y Godínez, ob. cit).

Los requerimientos específicos para la existencia y evolución de las costras microbióticas, son variados, dependiendo en todo caso de las especies que las constituyen, no obstante en términos generales se puede señalar la necesidad de espacios abiertos y alta intensidad de luz, como condiciones necesarias para su presencia (Jiménez, 2007).

En cuanto a la distribución de la costra microbiótica, esta tiende a no ser uniforme en el paisaje, y como ya se mencionó, son extremadamente vulnerables al disturbio, incluyendo el fuego y el pisoteo, por lo que se pueden observar diferencias entre sitios debido a su historia de incendios y a diferencias resultantes de disturbios locales como senderos o veredas. (Hawkes, ob. cit).

De acuerdo con Rivera, Manuell y Godínez (ob. cit), el tiempo de recuperación de las costras después de una perturbación es variable, ya que depende de su composición específica y de la región en donde se hallan.

Según lo reportado por los referidos autores, para algunos desiertos norteamericanos, se ha estimado que las cianobacterias y los líquenes tardan en recuperarse de 35 a 65 años y de 45 a 85 años, respectivamente.

MÉTODO

El trabajo de investigación tiene un enfoque metodológico de campo, que de acuerdo con el Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Liberador (2005), supone el análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas conocidos.

Por su propósito, la investigación es de carácter descriptiva y de tipo no experimental, ya que busca especificar las propiedades resaltantes del fenómeno que es sometido al análisis investigativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2004); No experimental, ya que aun cuando el análisis se sustenta fundamentalmente en ensayos de laboratorio, sólo se limita a observar el comportamiento del fenómeno, para comprender sus características y poder describirlo, sin intervenir en las mismas, sin alterar o manipular las condiciones naturales.(Grajales, 2000).

Para su desarrollo se ejecutaron las siguientes fases:(a) campo, (b) laboratorio y (c) oficina, que se describen a continuación:

Fase de Campo

Con el fin de recolectar las muestras de suelo con y sin costras microbióticas, se realizó el muestreo al inicio del período lluvioso, lo cual asegura que los microorganismos que componen la costra vienen de tolerar un período de desecación típico, asociado al período precedente de sequía.

Para la selección del área de muestreo, se procedió de manera no probabilística, bajo un enfoque intencional, que supone obtener información de las unidades de análisis escogidas de acuerdo a criterios preestablecidos. La razón de hacer el muestreo de esta manera, obedece a que en los sistemas naturales, no es usual conocer de antemano una

medida de variación de la variable de estudio, por lo que se requiere hacer suposiciones al respecto o realizar un estudio piloto para determinar esta variabilidad, lo cual resulta costoso (Klein, 2006).

El muestreo se desarrolló sobre una zona con intervención antrópica reducida, en donde crece la costra microbiótica de manera natural, específicamente en el sector sur de la Quebrada los Barrancos en el Valle de Quíbor.

Sobre este terreno, se trazaron 2 transectas o transeptos, atendiendo al criterio de exposición. En el primer caso se trazó una transecta de 90 metros, en un área expuesta al sol y con escasas o nulas estructuras vegetales arbóreas o arbustivas; para la segunda transecta se escogió un área con menor exposición al sol, por encontrarse resguardada a la sombra de formas vegetales arbustivas, por lo cual y atendiendo a las especificidades propias del área, fue necesario reducir la extensión de la transecta a 20 metros.

Para ambas transecta, cada 10 m se colocó la cuadrata con cuadradas de 25 x 25 cm.A través de la tabla de dígitos aleatorios se tomaron 2 muestras de suelo por cada punto de cuadrata, totalizando entre las dos transectas 26 muestras, las cuáles fueron transportadas en bolsas herméticas y refrigeradas.

Fase de laboratorio

Se procedió a levantar un registro de todos los especímenes presentes en las muestras recolectadas, identificados por grupos morfológicos, como sugieren Rosentreter, Eldridge y Kaltenecker (2001) y cuyos datos se reportaron en la hoja diseñada para tal fin.

Fase de Oficina

Se procedió al análisis de las observaciones individuales realizadas durante el muestreo, para lo cual se hicieron las estimaciones de los siguientes parámetros:

- Frecuencia (o frecuencia de aparición). Es la proporción de la Unidad de Muestreo (UM^2) que contienen al menos un individuo de la especie i. Por ejemplo, si se analizan 20 UM y la especie i aparece en 10 de ellas, la frecuencia de aparición de la especie i en este muestreo es de 50%. Esta medida refleja la importancia, en términos de presencia, de una especie o espécimen dentro de un muestreo.
- Cobertura. Esta variable se refiere al espacio físico que ocupa un individuo de la especie i en una UM. La manera de determinar la cobertura varía según el caso de estudio, pero al emplear la cuadrata cuadrada se cuenta el número de cuadros que ocupa cada especie.
  En general, la fórmula para calcularla es la siguiente:
  Cobertura sp_i(%) = área que ocupa la sp_i / área de la UM

En donde:
Spi = especie observada (grupo morfológico)
UM = Unidad Muestral

RESULTADOS

Cobertura de crecimiento de las Costras Microbióticas en el Sector Sur de la Quebrada los Barrancos del Valle de Quibor

El área de crecimiento de las costras microbióticas está limitada astronómicamente por las coordenadas de los 9º 52´50´´ - 9º56´08´´ de Latitud Norte y 69º34´57´´ - 69º36´45´´ de Longitud Oeste.

El área de evolución natural con menor intervención antrópica se encuentra limitada por las carreteras Quibor – San Miguel al Este; Quibor – Panamericana al Norte; Quibor – Las Cuibas al Oeste, y los cerros El Castillo y Pan de Freites al Sur, en un perímetro estimado de 7.14 km para una superficie de 3.57 km^2

De la superficie reportada, aproximadamente el 83.6% se encuentra cubierta por algún espécimen de las costras microbióticas, con variaciones del 67.2% en el área expuesta o de solana y hasta del 100% de cobertura en las zonas de umbría o sombra (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Cobertura media de la costra microbiótica por transecta y cuadrata

TRANSECTA/ EXPOSICIÓN	CUADRATA	PUNTO	AREA CON COSTRA cm^2	%	AREA SIN COSTRA cm^2	%
1 SOLANA	1					
	2	O m	625	100	0	0
		10 m	625	100	0	0
	3	20 m	0	0	625	100
	4	30 m	625	100	0	0
	5	40 m	625	100	0	0
	6	50 m	625	100	0	0
	7	60 m	450	72	175	28
	8	70 m	0	0	625	100
	9	80 m	0	0	625	100
	10	90 m	625	100	0	0
	Media	****	***420***	***67.2***	***205***	***32.8***
2 UMBRÍA	1 (transición)	0 m	625	100	0	0
	2	10 m	625	100	0	0
	3	20 m	625	100	0	0
	Media	****	***625***	***100***	***0***	***0***

De lo anterior, se pude concluir que aquellas áreas del suelo que se encuentran a la sombra de algún elemento arbóreo o arbustivo, favorecen el crecimiento y la mayor extensión de los microorganismos presentes en la costra.

Composición de la Costra Microbiotica por grupos morfológicos

El registro de la composición de las costras microbioticas en el sector Sur de la quebrada los Barrancos en el Valle de Quibor, permite establecer diferencias según la exposición.

En efecto, en las muestras de suelo con costra recolectadas en el área de mayor exposición a la radiación solar (solana) se pudo observar que en el 100% de estos están constituidos por liquen (no identificadas), mientras que en las superficies del suelo que se encuentran bajo la sombra de alguna especie arbórea o arbustiva (umbría), si bien se encuentran los líquenes en promedio en el 42,67% de las superficie, en algunos sectores son remplazadas por Briofitas en un 18,67% del área o mezclada con esta en el 38,67% de la extensión (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de las costras microbióticas por grupos Morfológicos

EXPOSICION	CUDRATA	POSICIÓN (m)	LIQUEN (%)	BRIOFITA (%)	MIXTA (%)	TOTAL
SOLANA	1	0	100	0	0	100
	2	10	100	0	0	100
	3	20	*SC*	*SC*	*SC*	*SC*
	4	30	100	0	0	100
	5	40	100	0	0	100
	6	50	100	0	0	100
	7	60	100	0	0	100
	8	70	*SC*	*SC*	*SC*	*SC*
	9	80	*SC*	*SC*	*SC*	*SC*
	10	90	100	0	0	100
*** * * * MEDIA * * * ***			**100**	**0**	**0**	**100**
SOLANA	1	0	100	0	0	100
UMBRIA	2	10	0	12	88	100
UMBRIA	3	20	28	44	28	100
*** * * * MEDIA * * * * ***			**42.67**	**18.67**	**38.67**	**100**

El Coeficiente de correlación lineal de Pearson[3] estimado para las variables exposición y espécimen (r = 0.937; significancia 0.00), permite expresar que presentan una alta relación positiva (Góngora y Hernández, 2009).

Lo anterior supone que a medida que aumenta la exposición y con ella mayor radiación solar la composición tiende hacia los organismos más tolerantes a las altas temperaturas propias de la referida exposición, por consiguiente disminuye la posibilidad de supervivencia de organismos que requieren mayor humedad en el suelo y menores condiciones térmicas.

Es así como en las áreas más expuestas a la radiación solar, se evidencia la presencia de costras constituidas fundamentalmente por líquenes, esto probablemente ya que, estos microorganismos, por su condición de planta poiquilohidrica[4], su estado de hidratación tiende a variar de acuerdo con las variaciones de humedad atmosférica, de allí que puedan tolerar varios niveles de desecación de su estructura sin morir, mientras que absorben agua por capilaridad a través de su superficie externa. (Mazparrote y Delascio, ob. cit.).

Lindorf, Parisca y Rodriguez (2006), proponen un mecanismo desarrollado por el liquen para la sustitución de agua ante su limitada disponibilidad en el suelo, el cual supone que la cantidad de productos que sintetiza el alga es mucho mayor a la que requiere el hongo, este exceso permitiría una alta concentración de carbohidratos solubles en el hongo, que pueden incrementar la presión osmótica interna y suministrar grupos de hidróxilos que reemplazarían moléculas de agua perdida por desecación.

3 Para variables cualitativas se procedió a asignar un código numérico a juicio de experto: Para la variable exposición se consideró la intensidad de la radiación recibida, otorgándole el valor 1 a la posición de umbría o sombra y 2 a la posición solana; para los espécimen se considero la resistencia de los espécimen a las condiciones térmicas, otorgándole el valor 1 a las briofitas, 2 a las mixtas y 3 al liquen.

4 Plantas con células pequeñas sin vacuolas centrales (membrana de almacenamiento de agua y desechos metabólicos). El contenido del agua depende de la humedad de los alrededores, modificando ésta su contenido de agua en el protoplasma

Por otro lado, en zonas en las cuales disminuye la exposición de la superficie del suelo a la radiación solar, por estar bajo la sombra de algún elemento arbóreo o arbustivo, se favorece el desarrollo de los organismos menos tolerantes a la radiación, de allí que abunden parches biológicos con predominancia de Briofitas.

En efecto, Mazparrote y Delascio (ob. cit), sostienen que en el caso de las Briofitas, frecuentemente se desarrollan en lugares de escasa luminosidad, lo cual explica su gran difusión en los bosques, entradas de cavernas y hasta en las profundidades de las grutas.

Estas son fotosintetizadoras y por lo tanto autótrofas, además también son poiquilohídricas, absorben la humedad atmosférica a través las hojas, y la humedad del suelo gracias a los rizoides (estructuras absorbentes delgadas y cortas) (Mazparrote y Delascio, ob. cit.; Lindorf, Parisca y Rodriguez, ob. cit.).

CONCLUSIONES

Las costras microbióticas crece de manera discontinua sobre la superficie del suelo en la zona sur de la quebrada Los Barrancos en el Valle de Quibor, ocupando un área de 3,57 km^2, su densidad espacial, depende de factores climáticos, edáficos, el uso del espacio y exposición a la radiación.

En atención a la exposición, se considera que es una limitante para la cobertura de los parches microbióticas. Se ha registrado un 67,2% de la superficie cubierta por costra en el área de mayor exposición (solana) y hasta 100% de la superficie del suelo cubierta por costra en las áreas resguardadas bajo algún espécimen arbóreo o arbustivo (umbría).

La exposición del suelo a la radiación solar, tiene incidencia en la composición de la costra microbiótica. En la zona de mayor exposición se registraron costras constituidas en un 100% de liquen, mientras que en la zona de umbría la distribución es variada con 42.67% de liquen, 38.67% mixta (liquen + briofita) y 18.07% solo de briofitas.

REFERENCIAS

Andressen, R. (2007). Circulación atmosférica y tipos de clima. *GeoVenezuela.* (pp. 238 – 329). Caracas: Fundación Polar

Caldera, O. (2009). *Régimen de Lluvias y "Sabiduría de la naturaleza".* [Documento en línea]. Disponible: http://www.vitalis.net/actualidad154.htm [Consulta: 2009, Agosto 10]

Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo.* Caracas: UCV

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (1997). *Introduction to microbiotic cruts* [Libro en línea]. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Disponible: http://soils.usda.gov/sqi/management/files/ micro_crusts.pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Elizalde, G., Viloria, J. y Rosales, A. (2007). Geografía de los suelos de Venezuela. En: *GeoVenezuela* (pp. 402-537). Caracas: Fundación Polar

Foghin, S. (2002). *Tiempo y clima en Venezuela.* Miranda: UPEL – IPJMSM

Gasperi, R. (1978, Noviembre). Fenómeno de sufusión en áreas erodadas de la depresión de Quíbor. *Ponencia presentada en el V Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo*. Barquisimeto - Venezuela

Góngora, J. y Hernández, R. (2009). *Estadística descriptiva.* México: Editorial Trillas

Grajales, T. (2000). *Tipos de Investigación.* [Documento en línea] Disponible: http://www.tgrajales.net/inves tipos.pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Hawkes, C. (2003). Microorganismos del suelo, plantas en peligro de extinción y la conservación del Matorral de Florida. *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente* [Revista en línea]. Disponible: http://www.revista ecosistemas.net/pdfs /209.pdf. [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2004). *Metodología de la Investigación.* Chile: McGraw – Hill

Ibáñez, J. (2007). *Tipos de Costra sobre la superficie del suelo.* [Artículo en línea]. Disponible: http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2007/01/01/56361.aspx [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas – INIA (2009). *Histórico de datos climáticos de la Estación Quíbor 1998-2008* [Datos en línea].

Disponible: http://agrometeorologia.inia.gob.ve/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=367&Itemid=31 [Consulta: 2009, Septiembre 10]

Jiménez, A. (2007). *Dinámica Estacional de Costras Biológicas en un Pastizal Semiárido Bajo Presión de Pastoreo* [Ponencia en línea] Ponencia presentada en Seminario de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigaciones científicas y tecnológicas, México. Disponible: http://sipicyt.Ipicyt.edu.mx: 7779/web/WebEven tos2. despliegaEvento?p_cveEvento=702 [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Klein, E. (2006). Guía de laboratorio de Ecología General [Documento en línea]. Técnicas de Muestreo I. Disponible: http://www.intecmar.usb.ve/eklein/ abeco1/guia. [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Lentz, R., Shainberg, I., Sojka, R. y Carter, D. (1992). Preventing irrigation furrow erosion with small applications of polymers. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 56, n. 6, p. 1926-1932

Lindorf, H. Parisca, L. y Rodríguez, P. (2006). *Botánica, Clasificación, Estructura y Reproducción.* Caracas: Universidad central de Venezuela

Maestre, F. (2008).Espartales Ibéricos. *Investigación y Ciencia,* 74-83 [Revista en línea]. Disponible: http://www.escet.urjc.es/biodiversos/espa/personal/fernan do/papers/IyC20 08. pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Mazparrote, S. y Delascio, F. (1998). *Botánica.* Caracas- Venezuela: Editorial Biosfera

Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales (2000). *Informe nacional sobre la implementación de la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la desertificación y mitigación de la sequía*. Informe Nacional de Venezuela CLD. Caracas – Venezuela

Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Cartografía Nacional (1975). *Mapa topográfico El Tocuyo*, hoja 6245. Escala Base 1:100.000. Caracas: Autor

Quiñónez, E. y Dal Pozzo, F. (2008). Distribución espacial del riesgo de degradación de los suelos por erosión hídrica en el Estado Lara, Venezuela. *Geoenseñanza* [Revista en línea], 13, 59-70. Disponible: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28270/5 /articulo5.pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Ramírez, H., Rodríguez, O. y Shainberg, I. (1999). Effect of gypsum on furrow erosion and intake rate. *Soil Science,* Baltimore, v. 164, n. 3, p. 351-357

Rodríguez, O. y J. Guédez. (1985). Mineralogía, génesis y propiedades químicas de un suelo bajo cultivo de café en Villanueva, estado Lara. FUDECO, Suplemento Técnico Nº 31

Rivera, V., Manuell, I. y Godínez, H. (2004). Las costras biológicas del suelo y las zonas áridas. *Ciencias* [Revista en línea]. Disponible: http:// www. ejournal.unam.mx/cns/no 75/CNS07508.pdf [Consulta: 2012, Mayo, 15]

Rosentreter R., Eldridge D. y Kaltenecker J. (2001). Monitoring and management of biological soil crust. In J. Belnap y O.L. Lange (ed.), *Ecological Studies: Vol. 150. Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management* (pp.457-468). New York: Springer-Verlag

Shainberg, I. y Rodríguez, O. (1993). *Reporte sobre la gira de estudio al valle de Quíbor.* Barquisimeto: Sistema Hidráulico Yacambú Quíbor, 45 p

Strebin y Pérez (1982). Capacidad de uso de las tierras del Estado Lara. [Documento en línea] Disponible: http://www.ceniap.gov.ve/pbd/ atlas/lara/arti/ Capacidad%20de%20Uso%20de%20la%20Tierras%20 del%20Estado%20Lara .pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]

Toledo, V. y Urbina de Navarro, C. (2008). Estudio Preliminar de la influencia de la costra macrobiótica en los suelos de Quíbor, Estado Lara, Venezuela, mediante microanálisis de rayos X (EDS*). Acta microscópica, 17(1) ,77-84*

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2008). *Manual de Trabajo de grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales.* Caracas: Autor

Williams, J. (1994). *Microbiotic crusts: A review* [Documento en línea] Disponible:http://www.icbemp.gov/science/williams.pdf [Consulta: 2012, Mayo ,15]