

ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES A LA DESERTIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA CALLECITAS, ESTADO GUÁRICO

ENVIRONMENTALLY SENSITIVE AREAS TO DESERTIFICATION IN THE CALLECITAS MICROBASIN, STATE OF GUARICO

Bestalia Flores*, Adriana Florentino**, Jairo Ferrer***, Ángel Valera*** e Iván Maza****

*Investigadora. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estado Aragua, Venezuela.

Profesora. Universidad Central de Venezuela (UCV). *Profesores. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos (UNERG) y ****Universidad de Oriente (UDO). Venezuela.
Email: bflores@inia.gob.ve, florentino.adriana@gmail.com, jairofe@yahoo.com, angelvalera@cantv.net, ivanjosemaza@yahoo.es

RESUMEN

La desertificación es la consecuencia de un conjunto de procesos activos en ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos secos. Se evaluó la microcuenca Callecitas, importante tributario del río El Castrero que aporta agua a San Juan de los Morros capital del estado Guárico y al embalse de Camatagua. Se definieron las áreas ambientalmente sensibles a la desertificación (AASD), agrupando los indicadores en cuatro cualidades que definen la calidad del suelo, clima, vegetación y manejo. El enfoque empleado se apoya en características que pueden ser tomadas fácilmente en campo. Se calificaron los atributos: textura de suelo, material parental, fragmentos de rocas en superficie, gradiente de la pendiente, profundidad del suelo, distribución de las precipitaciones, riesgo de incendio de la vegetación, protección de la flora contra la erosión, resistencia de la vegetación a la sequía, cobertura de la planta, intensidad y uso de la tierra y la aplicación de políticas para su protección. Se utilizó un sistema de información geográfico para generar el mapa final de las AASD, así como, los mapas de los atributos mencionados. Los resultados muestran que el 69,2% del área presenta niveles críticos de sensibilidad a la desertificación, mientras que el 30,3% es frágil. No se evidenciaron zonas libres de riesgo, siendo el sobrepastoreo, las altas pendientes, una vegetación natural muy pobre y los cultivos anuales intensivos, las causas que promueven la degradación de la tierra.

Palabras Clave: calidad de suelo; cuencas; indicadores de calidad; calidad de manejo; cuenca del río Guárico.

SUMMARY

Desertification is the consequence of a set of active processes in arid, semiarid and dry subhumid environmet. We evaluated the microbasin Callecitas which is important tributary of the river The Castrero, which provides water to San Juan de Los Morros Guárico State and the reservoir Camatagua. Areas were environmentally sensitive defined to desertification (AASD), grouping the indicators into four qualities that define soil quality, climate, vegetation and management. The approach used is based on characteristics which can be easily taken in the field or be found in previous works. The attributes described were: soil texture, parent material, rock fragments on surface, slope gradient, soil depth, rainfall distribution, vegetation fire risk, vegetation impact against soil erosion, drought vegetation resistance, plant coverage, land use intensity and policies implementation for protection of soil. A geographical information system was used to generate the final map of ESAD, as well as maps of the attributes previously mentioned. The results show that 69.2% of the area has critical levels of sensitivity to desertification, while 30.3% is fragile. There was no evidence of risk-free zones, with overgrazing, steep slopes; natural vegetation is very poor and intensive annual crops causes that promote the degradation of land.

Key Words: soil quality; watershed indicators of quality; quality management; Guárico River basin.

INTRODUCCIÓN

En la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación, se conceptualizó este último término como la degradación de las tierras y de la vegetación, la erosión de los suelos y de las tierras fértiles en las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada principalmente por las actividades humanas y por las variaciones del clima. La sequía puede desencadenar o agravar la desertificación (UNCCD, 1994).

Además, afecta aproximadamente un 40% del planeta y un 70% de todas las tierras secas muestran procesos de desertificación (Holtz, 2003). De estas últimas, en África un 73% están graves o moderadamente degradadas, en América del Norte el 74% presenta alguna degradación y en América Latina y el Caribe alcanza un 75% (PNUMA, 1999; Holtz, 2003).

La desertificación es la consecuencia de un conjunto de procesos activos en ambientes áridos y semiáridos, donde el agua es el principal factor limitante de la productividad en los ecosistemas (Kirby y Kosmas, 1999). Estos procesos son: degradación de la cobertura vegetal, erosión hídrica y eólica, salinización, reducción de la materia orgánica del suelo, encostramiento, compactación y acumulación de sustancias tóxicas por las plantas y animales (PNUMA, 1999). Las consecuencias de la desertificación incluyen la merma en la producción de alimentos, agrava las hambrunas, incrementa los costos sociales, disminuye la suplencia de agua fresca en cantidad y calidad, aumenta la pobreza e inestabilidad política, reduce la resiliencia de las tierras debido a la variabilidad climática y la productividad (UNCCD, 1994).

Los métodos comúnmente utilizados para evaluar la desertificación, incluyen: monitoreo en la zona, cambios en la productividad, estudio de muestras basadas en criterios de campo y opinión de uso de la tierra, informe de expertos, sensores remotos y modelos de simulación (Pla, 2005). De igual manera, se han propuesto una serie de indicadores para su evaluación, tomando particularmente aspectos naturales y socioeconómicos (Rubio y Brochet, 1998). Sin embargo, la desertificación es un proceso tan complejo que requiere de indicadores adecuados que representen el mayor número de interrelaciones de los componentes bajo diferentes escenarios de clima, suelo y uso de la tierra.

En ese sentido, Kosmas *et al.* (2002) definen áreas ambientalmente sensibles a la desertificación (AASD) en función de las etapas de degradación de la tierra:

- a) Zonas altamente degradadas a través del mal uso de la vegetación, generando riesgos ambientales en áreas circundantes.
- b) Áreas en las cuales sólo un delicado cambio en el balance entre la actividad natural y la humana probablemente de paso a la desertificación.
- c) Regiones con riesgo bajo cambios significativos de clima, si una particular combinación de uso de la tierra es aplicada, el impacto puede producir daños severos.

La microcuenca Callecitas es tributario del río El Castrejo, aporta agua a San Juan de los Morros capital del estado Guárico y presenta diferentes etapas de sensibilidad (Vera, 2000) por varias razones: en primer lugar, las altas pendientes aunado a la escasa vegetación que provoca pérdida de suelo por erosión y la contaminación aguas abajo con sedimentos y desechos orgánicos; en segundo lugar, el incremento de la frontera agrícola en zonas topográficamente marginales ocasiona una rápida disminución de la fertilidad de los suelos, su deterioro físico y promueve la desertificación. Por tal motivo, se planteó determinar la sensibilidad a la desertificación de las unidades de tierra presentes en la cuenca bajo estudio, a través de la metodología propuesta por Kosmas *et al.*, (1999), aplicando los indicadores de suelo, clima, vegetación, uso y manejo de la tierra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio:

El estudio se realizó en el sector Callecitas, el cual pertenece administrativamente al municipio autónomo Juan Germán Roscio, estado Guárico, Venezuela. Abarca una superficie aproximada de 591 ha, enmarcada en las coordenadas UTM: 664500-670000 Este y 1090500-1093500 Norte, del Huso 19 (Figura 1). Por ser una zona montañosa, sus características están influenciadas por el ascenso orográfico de los vientos cargados de humedad y la exposición de las pendientes, con precipitación promedio anual de 1465 mm.año⁻¹, temperatura y evapotranspiración promedio anual de 22,1 °C y 1 302,4 mm, respectivamente (MARNR, 1998). En las vertientes se observa una vegetación herbácea con abundancia de pasto yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) y capin melao (*Melinis minutiflora*), asociada con chaparro (*Curatella americana*).

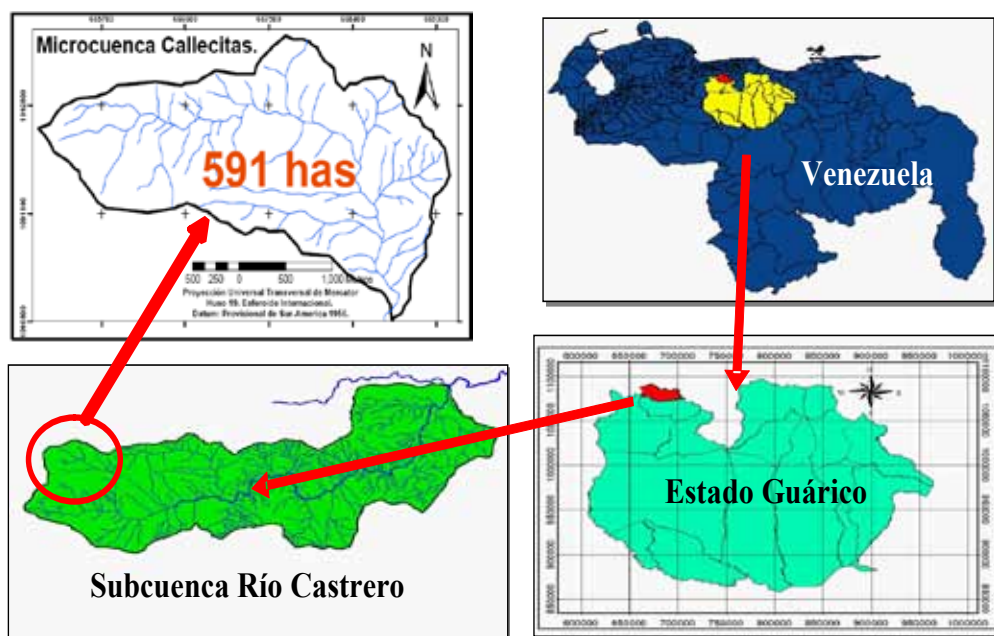


FIGURA 1. Ubicación de la microcuenca Callecitas.

Muestreo de Suelos

Se definieron tres áreas homogéneas considerando el gradiente de la pendiente (0-25%, 25-50% y >50%), el uso y tipo de paisaje (Elizalde, 1983). La toma de muestras se planificó con el apoyo de fotografías aéreas y chequeos de campo, estableciendo dos transectas para un total de 23 sitios de muestreo, realizándose por horizontes pedogenéticos hasta una profundidad de 1 m, inclusive el afloramiento de la roca.

Variables evaluadas

Para la evaluación de los indicadores del suelo se empleó una referencia previa de la zona bajo estudio, como mapas geológicos (Urbani, 2005), trabajos ejecutados en el área (Vera, 2000), visitas a campo y toma de muestras de suelo; obteniendo de este modo datos de la textura por el método de Bouyoucos modificado (Pla, 1983), material parental, fragmentos de roca en superficie, profundidad del suelo (FAO, 1977) y gradiente de pendiente, mediante el uso de mapas topográficos y fotografías aéreas.

Los indicadores de clima se lograron a partir de registros climáticos de la zona, tomando como base los criterios de suplencia hídrica para el desarrollo de las plantas, así como el mantenimiento del caudal de agua de las

vertientes. Las variables climáticas evaluadas fueron: precipitación, temperatura y meses húmedos (MARN, 1998).

La vegetación se evaluó a partir de las especies más dominantes en la zona de estudio (Kosmas *et al.*, 2002) mediante el cálculo de las siguiente variables: a) porcentaje de cobertura con el uso de fotografías aéreas, cartografía de la flora y visitas de campo; b) protección contra la erosión de donde se estimó el grado de cobertura que le brinda la vegetación al suelo, imágenes satelitales, fotografías aéreas generando el mapa de vegetación (Flores, 2006) y riesgo de incendio, según el grado de combustibilidad de la misma.

Por último, el manejo se definió en función del tipo, intensidad y políticas de uso de la tierra, igualmente, se aplicaron encuestas, entrevistas con expertos, el uso de fotografías aéreas y observación directa en campo.

Indicadores de riesgos de desertificación

Se aplicó la metodología de AASD de Kosmas *et al.* (1999), generada para el Mediterráneo y aplicada en la Isla de Lesbos, Grecia (Kosmas *et al.*, 2002), con algunas adaptaciones propuestas por Flores (2006). Se evaluaron las cualidades de la tierra relativa a la calidad del suelo, clima, vegetación y de manejo, empleadas para definir las AASD.

Para calcular la calidad de suelo se consideraron los atributos: textura, material parental, fragmentos de roca en superficie, profundidad y gradiente de la pendiente siguiendo la relación:

$$\text{ICS: (Textura x material parental x fragmento de roca x profundidad x pendiente)}^{1/5}$$

Donde: ICS = índice de calidad de suelos (Kosmas *et al.*, 1999).

En el Cuadro 1 se muestran las relaciones de valoración de los atributos del suelo utilizadas para calcular el ICS.

La calidad del clima se estimó utilizando variables que influyen en la disponibilidad de agua para las plantas, tales como: cantidad de lluvia, temperatura del aire y aridez. La medida más efectiva de la disponibilidad de agua en el suelo es la evaluación de la precipitación total menos la evapotranspiración; sin embargo, este cálculo requiere datos relativamente detallados como la característica de retención de humedad en el suelo y de la vegetación, entre otros, producto de esta información Kosmas *et al.* (2002) proponen un índice de aridez, agrupado en seis clases, el cual se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$IA = \sum_{i=1}^n (2t_i - P_i) \times k$$

CUADRO 1. Valoración de los factores de calidad del suelo.

Descripción	Textura (Clase)	Índice
Buena	A, F, FA, AL, Aa	1
Moderada	L, FL, FAL, FAa	1,2
Pobre	aF, Fa	1,6
Muy pobre	A	2
Descripción	Pendiente (%)	Índice
Ondulado	< 25	1
Fuerte	25 - 50	1,5
Muy escarpada	> 50	2
Descripción	Tipo de roca	Índice
Bueno	Esquistos, pizarra, básica, ultrabásica, conglomerados, no consolidados.	1
Moderado	Caliza, mármol, granito, riolita, ignibrita, gneiss, limonita, arenisca.	1,7
Pobre	Piroclásticos.	2
Descripción	Profundidad (cm)	Índice
Profundo	> 75	1
Moderado	30 - 75	2
Poco	15 - 30	3
Muy poco	< 15	4
Descripción	Fragmentos gruesos (%)	Índice
Alta	> 60	1
Moderada	20 - 60	1,3
Baja	< 20	2
Índice de calidad del suelo		Índice
Alta calidad		<1,13
Moderada calidad		1,13 a 1,45
Baja calidad		>1,46

Fuente: Kosmas *et al.*, 1999; Flores, 2006.

Donde:

- ÍA = índice de aridez.
- t_i = temperatura media mensual (°C).
- P_i = precipitación media mensual (mm).
- k = proporción de meses que $2t_i - P_i > 0$.

En el Cuadro 2 se muestran las relaciones de valoración de los atributos utilizados para calcular la calidad del clima, mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$ICC = (\text{precipitación} \times \text{aridez})^{1/2}$$

Donde: ICC = índice de calidad clima (Kosmas *et al.*, 1999).

CUADRO 2. Valoración de los factores de calidad de clima.

Descripción	Precipitación (mm)	Índice
1	> 1000	1
2	500 - 1000	2
3	< 500	4
Descripción	Aridez	Índice
1	< 50	1
2	50 - 75	1,1
3	75 - 100	1,2
4	100 - 125	1,4
5	125 - 150	1,8
6	> 150	2
Índice de calidad de clima		Índice
Alta calidad		<1,15
Moderada calidad		1,15 - 1,81
Baja calidad		>1,81

Fuente: Kosmas *et al.*, 1999.

La calidad de la vegetación se valoró en términos de riesgo de incendio y capacidad de recuperación, protección que le brinda al suelo contra la erosión, resistencia a la sequía y cobertura de las plantas. En cuanto al impacto de la lluvia sobre el suelo, su capacidad de vegetación para regular el ciclo hidrológico y mantener

el microclima, fue evaluado el efecto de los rayos solares en el suelo y la calidad de la vegetación, utilizando la siguiente relación:

$$ICV = (\text{Riesgo de incendio} \times \text{protección contra la erosión} \times \text{resistencia a la sequía} \times \text{cobertura de las planta})^{1/4}$$

Donde: ICV = índice de calidad de la vegetación (Kosmas *et al.*, 1999).

Las relaciones de valoración de los atributos usados para calcular la calidad de la vegetación se muestran en el Cuadro 3.

La calidad del manejo se estimó según la siguiente relación:

$$ICM = (\text{Intensidad de uso} \times \text{aplicación de política ambiental})^{1/2}$$

Donde: ICM = índice de calidad manejo (Kosmas *et al.*, 1999).

Para el cálculo de la intensidad de uso de la tierra, se consideró el establecimiento de cultivos, pastos, zonas naturales y minería o zonas recreativas, con la finalidad de identificar el grado de estrés inducido por la acción antrópica. La aplicación de políticas está relacionada con la protección ambiental y el grado de intensidad encontrado para cada uso de la tierra. Los criterios utilizados en cada caso se presentan en el Cuadro 4.

Luego de estimar la calidad del clima, suelo, vegetación y manejo, se utilizaron los cuatro indicadores derivados para calcular el IAASD, según la siguiente relación:

$$IAASD = (ICS \times ICC \times ICV \times ICM)^{1/4}$$

Donde:

IAASD = índice de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación;

ICS = índice de calidad de suelos;

ICC = índice de calidad de clima;

ICV = índice de calidad de vegetación;

ICM = índice de calidad de manejo (Kosmas *et al.*, 1999).

Según los resultados del IAASD se muestran los tipos: crítico, frágil, potencial y no afectado. Cada uno es definido en una escala de tres clases, 1 poco sensible, 2 sensible y 3 altamente sensible (Cuadro 5).

Los símbolos de mapeo para cada tipo de AASD incluye la clase, subclase y cuatro letras que corresponden a la

calidad de uso de la tierra (**s** para suelo, **c** para clima, **v** para vegetación y **m** para manejo) y cuatro números indican el grado de limitación de cada calidad (Figura 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la microcuenca

La microcuenca Callecitas presenta una forma de pendiente en su mayoría convexa, los suelos de la zona se formaron a partir de materiales geológicos pertenecientes a la formación Santa Isabel (PDVSA-INTEVEP, 2000), como resultado de la meteorización de los materiales primarios, tales como: albita (50% de la composición de la roca), clorita (20%) y cuarzo (25%), pueden liberar

caciones de Ca, Mg y Fe, llegando a precipitar en formas insolubles (Fe⁺⁺⁺) o ser adsorbidos (Ca y Mg). La profundidad del suelo va de < 75 cm en las zonas con gradiente ≤ 12% a moderada (75-30 cm) en el resto del área, presentando algunos sitios donde no alcanza los 30 cm en la medida que se incrementa la pendiente (Cuadro 6).

La pedregosidad superficial es una característica importante, así como las afloraciones rocosas en los sitios de excesiva pendiente. La mayor parte del área presentó una vegetación natural predominantemente de gramíneas con algunos árboles aislados como: chaparro (*Curatella americana*), guayaba sabanera (*Psidium guianensis*), entre otros y en menor proporción bosque siempre verde y bosque de galería en la cercanía de los cursos de agua (Cuadro 6).

CUADRO 3. Valoración de los factores de calidad de la vegetación.

Descripción	Riesgos de incendio	Índice
Baja	Suelo desnudo, cultivos agrícolas perennes y anuales (maíz, tabaco)	1
Moderada	Cultivos agrícolas anuales (cereales, pastos), bosques (deciduos, mixto, siempre verde)	1,3
Alta	Pastos permanentes	1,6
Muy alta	Bosque de pinos	2
Descripción	Protección contra la erosión	Índice
Muy alta	Bosque siempre verde, bosque mixto	1
Alta	Pastos permanentes, cultivos agrícolas, perennes siempre verde	1,3
Baja	Cultivos agrícolas perennes deciduos y semideciduos	1,8
Muy baja	Cultivos agrícolas anuales (cereales) y pastos anuales	2
Descripción	Resistencia a la sequía	Índice
Muy alta	Bosque siempre verde, bosque mixto	1
Alta	Bosque deciduo, bosque de galería	1,2
Moderada	Cultivos agrícolas perennes	1,4
Baja	Pastos perennes	1,7
Muy baja	Cultivos agrícolas anuales (cereales, hortalizas) y pastos anuales	2
Descripción	Cobertura (%)	Índice
Alta	> 40	1
Baja	10 - 40	1,8
Muy baja	< 10	2
Índice de calidad de la vegetación		Índice
Alta calidad		< 1,13
Moderada calidad		1,13 - 1,38
Baja calidad		> 1,38

Fuente: Kosmas *et al.*, 1999

CUADRO 4. Valoración de los factores de calidad del manejo.

Descripción	Intensidad de uso	Índice
1	Baja	1
2	Mediana	1,5
3	Alta	2

Descripción	Pastos	Índice
Baja	TCA < TSC	1
Moderada	TCA = TSC a 1.5 * TSC	1,5
Alta	TCA > 1.5 * TSC	2

Descripción	Áreas naturales	Índice
Baja	A/S = 0	1
Moderada	A/S < 1	1,2
Alta	A/S = 1 ó mayor	2

Descripción	Políticas	Índice
Completo	> 75% del área bajo protección	1
Parcial	25 - 75% del área bajo protección	1,5
Incompleto	< 25% del área bajo protección	2

Índice de calidad del manejo	Índice
Alta calidad	1,0 - 1,25
Moderada calidad	1,26 - 1,50
Baja calidad	> 1,51

TAC = Tasa actual de la capacidad de carga; TSC = Tasa sostenible de la capacidad de carga; A = Actual; S = Sostenible.

Fuente: Kosmas *et al.*, 1999.

Los suelos presentaron buen drenaje en estos no se encontraron moteados grises u otros indicios debido a las altas pendientes que favorecen el escurrimiento superficial y subsuperficial. En la medida que se incrementó el gradiente, la textura fue más gruesa aún cuando se observó que en algunos sitios la capa superficial desaparecía y el horizonte argílico se formaba.

Los sistemas más importantes son: ganadería extensiva, maíz, leguminosas y hortalizas (Figura 3). Esto coincide

con Vera (2000), quien indicó esta actividad como la de mayor extensión en la subcuenca El Castrero (42%).

Calidad del suelo

La calidad del suelo fue baja en un 81,7% con respecto al riesgo de desertificación, seguido por los suelos de mediana calidad (18,3%), en donde no se encontraron zonas de alta calidad (Figura 4). El elevado porcentaje de valores bajos y moderados es atribuido a las altas pendientes predominantes en la zona y a la textura de los suelos, condiciones que favorecen los procesos de erosión y restringen la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (Gisbert *et al.*, 2002; Vilorio *et al.*, 2009).

La configuración irregular del terreno, las inclinaciones bruscas y los paisajes disectados, favorecen las altas tasas de erosión en la zona de estudio. La mayor parte de la microcuenca (76,72%) está cubierta con fragmentos de rocas que ofrecen cierta protección al suelo, restringe la erosión y protege la cuenca, predominando la proporción de fragmentos de roca sobre una superficie entre 20-60%; los suelos son moderadamente profundos entre 30-75 cm y profundos >75 cm en valles y áreas cubiertas por la vegetación que reducen las pérdidas de éstos por erosión. Las zonas con pendientes bajas son relativamente limitadas y están asociadas a la valoración de calidad moderada en un 18%.

CUADRO 5. Índice de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación (IAASD).

Tipo	Subtipo	IAASD
Crítico	C3 (as)	> 1,53
Crítico	C2 (s)	1,42 - 1,52
Crítico	C1 (ps)	1,38 - 1,41
Frágil	F3 (as)	1,33 - 1,37
Frágil	F2 (s)	1,27 - 1,32
Frágil	F1 (ps)	1,23 - 1,26
Potencial	P	1,17 - 1,22
No afectado	N	< 1,17

as = altamente sensible; s = sensible; ps = poco sensible.

Fuente: Kosmas *et al.*, 1999.

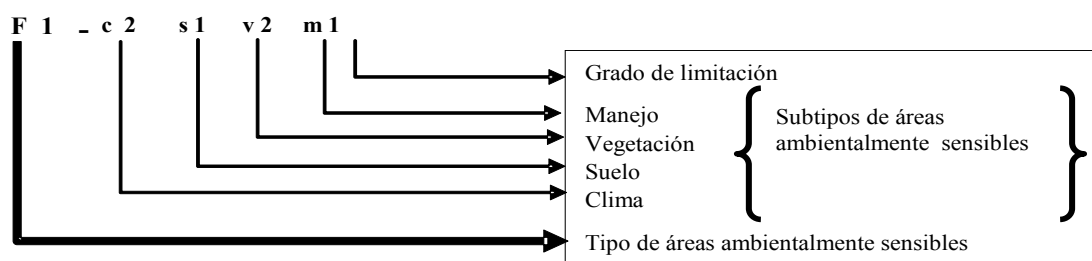


FIGURA 2. Símbolos utilizados para la caracterización de áreas ambientalmente sensibles a la desertificación.

CUADRO 6. Características generales de la microcuenca Callecitas.

Características	Pendiente			
	0 -12%	12- 25%	25 - 50%	> 50%
Forma de la pendiente	Convexa	Convexa	Convexa (superior) Cóncava (inferior)	Convexa (superior) Cóncava (inferior)
Material parental	Formación Santa Isabel (rico en Fe, Al y Mg)	Formación Santa Isabel (rico en Fe, Al y Mg)	Formación Santa Isabel (rico en Fe, Al y Mg)	Formación Santa Isabel (rico en Fe, Al y Mg)
Profundidad del suelo (cm)	83	75	60	50
Fragmentos gruesos (%)	15 en superficie	Aprox.18 en superficie, grava en profundidad	+/-20 en superficie, regolito descompuesto en profundidad	+/- 30 en superficie, grava y regolito en profundidad
Vegetación	Bosque de galería	Gramíneas y vegetación natural	Gramíneas (60%), chaparro	Gramíneas y bosque
Uso de la tierra	Bosque de galería, frutales y conucos	Bosque de galería y conucos	Ganadería extensiva, cultivos anuales	Ganadería extensiva
Textura	F-FA	F-FAL	F-Fa	Fa-aF

Fe = Hierro; Al = Aluminio; Mg = Magnesio.

Calidad del clima

El total de la microcuenca se caracterizó por tener un clima de bajo riesgo a la desertificación, atribuido a la alta precipitación anual que ocurre en la zona, las cuales se concentran entre los meses de abril y octubre, con un máximo entre junio y agosto en 200 mm, luego ocurre un período seco en noviembre-marzo, con un promedio de 1 465 mm año⁻¹ y al bajo índice de aridez obtenido a < 0,50.

De acuerdo con el índice de aridez y la precipitación de la zona, no se presentó déficit de humedad en el

suelo, el cual no impidió el crecimiento y desarrollo de la vegetación. Sin embargo, las altas pendientes y las clases texturales (F, FA y FAL) indican una posible restricción del contenido de humedad del mismo, al favorecer la escorrentía superficial y el incremento del riesgo de incendio, especialmente en las áreas cubiertas por pastos naturales de baja cobertura (Gisbert, 2002), cultivos intensivos y ganadería extensiva. En virtud de presentar un resultado homogéneo en toda el área, no se muestra un mapa de calidad de clima.

Calidad de la vegetación

La mayor parte de la vegetación que existe en la zona se define de moderado a bajo el riesgo de desertificación, representado en la Figura 5 con 63,3 y 36,7%, respectivamente. Una gran proporción de la microcuenca está cubierta con follaje herbáceo, principalmente del pasto yaraguá (*Hyparrhenia rufa*), asociado al uso de ganadería extensiva que brinda poca protección al suelo superficial impactado por las gotas de lluvia al inicio de las precipitaciones.

Se considera que la cobertura vegetal es atributo crucial para el control de la erosión del suelo en áreas de topografía marginal. El pasto natural relacionado a los cultivos anuales con manejo inadecuado y la ganadería extensiva cubren el 65% del área bajo estudio, dejando el suelo

descubierto, propiciando la pérdida de agua por escorrentía y los procesos de erosión hídrica, planteado por Vera (2000). Las zonas poco expuestas a estos procesos representan aproximadamente un 37% del total y están relacionadas al bosque siempre verde y a los drenajes vitales que presentan los bosques de galería (Figura 3).

La vegetación herbácea de alto riesgo de incendio, combinada con las quemas inducidas para aprovechar los rebrotes, incrementan las posibilidades de transmisión de fuego hacia las áreas cercanas a la cobertura vegetal de bajo riesgo de incendio e induce en el suelo la erosión hídrica. El uso exagerado de esta técnica, principalmente cuando va acompañada de pastoreo excesivo o de agricultura intensiva, degrada la cubierta vegetal, a su vez, origina baja productividad del suelo, contaminación de las aguas y la pérdida de la biodiversidad.



FIGURA 3. Distribución espacial de los usos más relevantes de la microcuenca Callecitas.

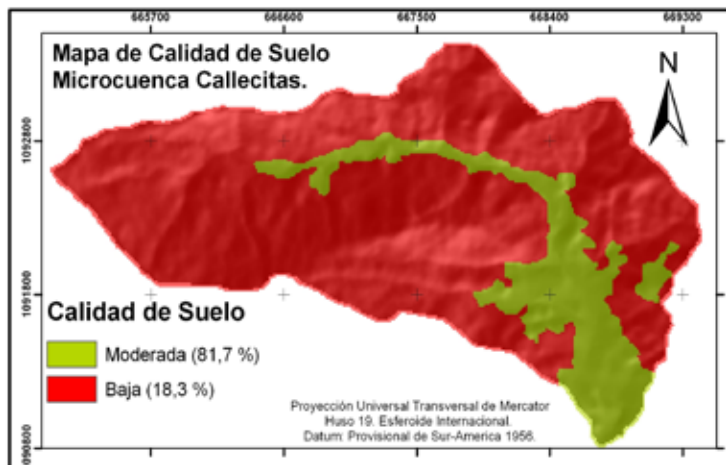


FIGURA 4. Mapa de calidad de suelo de la microcuenca Callecitas.



FIGURA 5. Mapa de calidad de la vegetación de la microcuenca Callecitas.

Calidad del manejo

La calidad de manejo de la tierra fue muy baja, representando un 67,6% del área, especialmente en zonas bajo pastoreo y cultivos anuales (Figura 6). Los cultivos hortícolas se incrementaron en los últimos ocho años como consecuencia de la necesidad que tienen los productores de mejorar sus ingresos, obteniendo mayores ganancias en superficies más pequeñas, así como un mercado más fácil para sus productos. En las zonas de mayor pendiente se encuentra la actividad de ganadería extensiva, responsable de la reducción de la vegetación natural, debido a la quema utilizada para promover el crecimiento de hierbas. Igualmente, otro factor que favorece la pérdida de la biodiversidad es el sobrepastoreo.

Lo expresado anteriormente concuerda con Vera (2000), quien expresó que en el pastoreo extensivo, los cultivos intensivos y los conucos sedentarios presentes en la subcuenca El Castrero, es común la quema de la vegetación antes de la entrada de lluvias.

Una consecuencia del sobrepastoreo es el incremento de la escorrentía superficial y las pérdidas de suelo por erosión, especialmente al inicio de las lluvias. El área bajo bosque natural presentó nula o muy baja intervención humana, exhibiendo una alta calidad de manejo y ofreciendo una adecuada protección contra la erosión. Las zonas con calidad de manejo regular corresponden a las asociaciones de bosque de galería y cultivos permanentes.

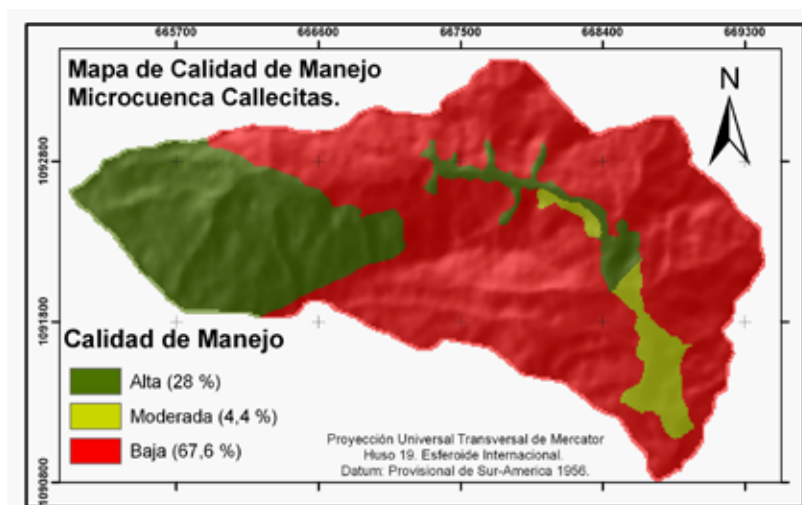


FIGURA 6. Mapa de calidad de uso y manejo de la microcuenca Callecitas.

Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación

El mapa de las AASD (Figura 7) muestra cómo la mayor parte de la microcuenca fue clasificada de crítica 69,2% a frágil 30,3%; en la cual no existen zonas sin amenaza de desertificación. Las áreas críticas C1, C2 y C3 estaban localizadas donde hubo sobrepastoreo, topografía marginal y vegetación muy pobre; o en las zonas de cultivos anuales intensivos que promueven la degradación de la tierra.

Los resultados concuerdan con Vera (2000) en su análisis de la sensibilidad ambiental de la subcuenca El Castrero, demostrando que el 67% fue muy sensible ambientalmente. De este modo, gran parte del área tenía altas pendientes, escasa profundidad del suelo y bajo uso de ganadería extensiva.

Las áreas frágiles (F1, F2 y F3) son sensibles a la degradación solo bajo cambios de clima y uso de la tierra, en el que fomenta la reducción del potencial biológico, con el consecuente resultado de la pérdida de la cobertura vegetal alta (bosques de galería) y elevadas tasas de erosión. Además, son amenazadas por la implantación de usos diferentes al bosque natural, como cultivos anuales (maíz y hortalizas) o ganadería, trayendo como consecuencia la quema de vegetación e incremento de las fronteras agrícolas, aumentando los riesgos de incendio en la zona y los procesos erosivos.

Los resultados indican que se deben conservar las zonas de bosques existentes (frágiles) y realizar un uso agrícola restringido en el resto del área. De otro modo, se compromete la producción del agua tanto en cantidad como en calidad.

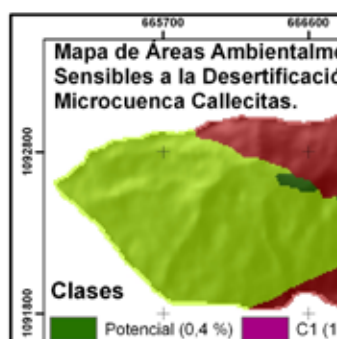


FIGURA 7. Áreas ambientalmente sensibles a la desertificación de la microcuenca Callecitas.

CONCLUSIONES

- El estudio realizado en la microcuenca Callecitas, reveló que la mayor parte de ella (69,2%) presenta sensibilidad crítica a la desertificación, mientras que en el resto existe una condición de fragilidad (30,3%), producto fundamental de las altas pendientes del tipo de uso y manejo inadecuado aplicado. Los resultados la colocan en alto riesgo, principalmente si se considera el desarrollo de cultivos de alto impacto como las hortalizas, las cuales se han extendido durante los últimos años.
- Se presenta una calidad de manejo baja en el 67% de la zona de estudio, correspondiendo básicamente a los usos de ganadería extensiva, hortalizas y maíz. Solo el 28% mostró un manejo de alta calidad que pertenece a los bosques de galería y al bosque siempre verde de los sectores del monumento natural Juan Germán Roscio, que todavía indica poca intervención.
- Los resultados mostrados producto del uso indiscriminado de los recursos ambientales comprometen seriamente la sostenibilidad de la microcuenca para la producción de agua en cantidad y calidad. En consecuencia, se deben aplicar políticas adecuadas para conservar las zonas boscosas que aún existen. Además, se requiere implementar prácticas conservacionistas tendentes a reducir el impacto agrícola. Esto resulta prioritario en un momento donde el cambio climático está afectando de manera considerable las precipitaciones.

AGRADECIMIENTO

Al Fonacit, Proyecto G-2002000557, por el financiamiento para el desarrollo de esta investigación, que forma parte del Trabajo de Grado (Flores, 2006) realizado en el postgrado en Ciencia del Suelo, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay.

BIBLIOGRAFÍA

- Elizalde, G. 1983. Ensayo de la clasificación sistemática de categorías de paisajes. Primera aproximación. Instituto de Edafología. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 37 p.
- Flores, B. 2006. Impacto de los sistemas de producción agrícola sobre la calidad de suelo para la producción sostenible de agua y su relación con los riesgos de desertificación en la subcuenca "Callecitas" del río "El Castrero", estado Guárico. Tesis de M. Sc. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 144 p.
- Holtz, U. 2003. La Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación y su dimensión política (en línea). 14 p. Disponible en: <http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD%28spa%29.pdf>. Consultado el 6 de mayo de 2009.
- Kirkby, M. and C. Kosmas. 1999. Introduction (en línea). **In:** The medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. 9-10 pp. Disponible en: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads/publicdownloads/ESA%20Manual.pdf>. Consultado el 4 de diciembre de 2007.
- Kosmas, C., A. Ferrara, H. Briassouli and I. Imeson. 1999a. Methodology for mapping ESAs to desertification (en línea). **In:** The medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. 31-47 pp. Disponible en: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads/publicdownloads/ESA%20Manual.pdf>. Consultado el 4 de diciembre de 2007.
- Kosmas, C., S. Gerontidis, V. Detsis, T. Zafiriou and M. Marathianou. 1999b. Application proposed of the methodology for defining ESAs (The lesvos island, Greece) (en línea). **In:** The medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. 66-72 pp. Disponible en: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads/publicdownloads/ESA%20Manual.pdf>. Consultado el 4 de diciembre de 2007.
- Kosmas, C., S. Gerontidis, M. Tsara, M. Marathianou and N. Yassoglou. 2002. Defining environmentally sensitive areas to desertification: An application to the Island of Lesvos. Proceedings of the Third International Congress Man and Soil at the Third Millennium. Geofoma Ed. Logroño, España, 2:1 233 - 1 253.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 1998. Zonificación agroclimática del estado Cojedes y del estado Guárico. Dirección General Sectorial de Información e Investigación del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Caracas. Vol. 1B. 140 p.
- Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelos. (2ª Ed.). Servicio de fomento y conservación de recursos de suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Roma. 70 p.
- Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) - Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (INTEVEP). 2000. Código Estratigráfico de las cuentas petroleras de Venezuela. (En línea) Editado por el Comité Interfiliar de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN). Disponible en: <http://www.pdv.com/lexico/lexicoh.htm>.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Rev. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Alcance Nº 32. 94 p.
- Pla, I. 2005. Hydrological approach for assessing desertification processes in the Mediterranean region. **In:** Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue. Springer. Heidelberg. Alemania. 579-600 pp.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1999. ¿Qué es la desertificación? (en línea). Oficina Regional para América Latina y El Caribe. 9 p. Disponible en: <http://www.rolac.unep.mx/deselac/esp>. Consultado el 4 de diciembre de 2007.

Rubio, J., and E. Brochet. 1998. Desertification indicators as a diagnosis criteria for risk assessment in Europe. *Journal of Arid Environments*. 39(2):113-120.

Santibáñez, F. y J. Pérez. 1997. Metodología unificada para la evaluación y monitoreo de la desertificación en América Latina. *Indicadores de desertificación*. FAO, PNUMA. Santiago, Chile. 189 p.

United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). 1994. Intergovernmental negotiating committee for the elaboration of an international convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. United Nations, New York, USA.

Urbani, F. 2005. Nomenclatura de las unidades de rocas Ígneas y Metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Boletín técnico IMME*. 43(2):1-10

Vera, E. 2000. Análisis de sensibilidad ambiental como instrumento de ordenamiento territorial de la microcuenca El Castrero, estado Guárico. Tesis de M.Sc. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 92 p.