

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
	Dependencia	Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO		1(43)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Angie Paola Espinosa Gómez		
FACULTAD	Facultad de ciencias agrarias y del ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Magister German Delreal Cáceres		
TÍTULO DE LA TESIS	Estrategias para la mitigación en la degradación de las praderas		
TITULO EN INGLES	Strategies for mitigation in grassland degradation		
RESUMEN (70 palabras)			
La degradación de praderas involucra el deterioro de recursos naturales y pérdida del capital biológico y social, razón suficiente para que en los últimos años se busquen estrategias que mitiguen los efectos ocasionados por esta problemática, en Colombia el 36% de las tierras con vocación ganadera se encuentran erosionadas. Los principales indicadores de degradación son la pérdida de biodiversidad vegetal, áreas descubiertas, disminución de la materia orgánica, baja disponibilidad de minerales, deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo.			
RESUMEN EN INGLES			
The degradation of grasslands involves the deterioration of natural resources and the loss of biological and social capital, which is reason enough for strategies to mitigate the effects caused by this problem to be sought in recent years. In Colombia, 36% of the land suitable for livestock they are eroded. The main indicators of degradation are the loss of plant biodiversity, uncovered areas, decrease in organic matter, low availability of minerals, deterioration of the physical and chemical properties of the soil.			
PALABRAS CLAVES	Estrategias, mitigación y praderas		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Strategies, mitigation and grasslands		
CARACTERISTICAS			
PÁGINAS: 44	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
 atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Estrategias para la mitigación en la degradación de las praderas

Angie Paola Espinosa Gómez

Facultad de ciencias agrarias y del ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Zootecnia

Magister German Delreal Cáceres

11 de marzo del 2022

Índice

Capítulo 1. Diseño metodológico	9
1.1 Tipo de investigación.....	9
1.2 Tipo de estudio.....	9
1.3 Técnicas de recolección de información.....	10
Capítulo 2. Generalidades en la degradación de praderas	11
2.1 Degradación de las praderas	11
1.2 Efectos de la degradación de las praderas sobre el suelo.....	15
Capítulo 3. Factores involucrados en la degradación de las praderas.....	20
3.1 Degradación de praderas en Colombia	20
Capítulo 4. Estrategias de mitigación para la degradación de pastizales.....	23
4.1 Índices del pastizal.....	25
4.2 Modelos de pastoreo	27
Capítulo 5. Análisis de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas sobre estrategia para la mitigación en la degradación de las praderas.....	32
Conclusiones.....	35
Referencias.....	36

Lista de tablas

Tabla 1. Causas de la degradacion en praderas.....	13
Tabla 2. Indicadores comunes utilizados en las evaluaciones de resiliencia de los pastizales	18
Tabla 3. Rango de valores que indican estabilidad para los indicadores seleccionados en cada pastizal en la vegetación en un intervalo de confianza del 95% de probabilidad.....	24

Lista de figuras

Figura 1. Áreas erosionadas en suelos con vocación ganadera	22
Figura 2. Variación de la presión de pastoreo por mes cuando se mantiene la misma intensidad de pastoreo sin riego durante todo el año (1 UGM = 500 Kg)	26

Resumen

La degradación de praderas involucra el deterioro de recursos naturales y pérdida del capital biológico y social, razón suficiente para que en los últimos años se busquen estrategias que mitiguen los efectos ocasionados por esta problemática, en Colombia el 36% de las tierras con vocación ganadera se encuentran erosionadas. Los principales indicadores de degradación son la pérdida de biodiversidad vegetal, áreas descubiertas, disminución de la materia orgánica, baja disponibilidad de minerales, deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo. Las estrategias identificadas al realizar la revisión bibliográfica se centran en el modelo de pastoreo asociado al área productiva, encontrado tres modelos coherentes con el uso de los recursos naturales y el aumento de la productividad, el pastoreo racional Voisin, manejo holístico y pastoreo regenerativo. Todos ellos mejoran considerablemente los indicadores de degradación y son reconocidos por aumentar la funcionabilidad de los ecosistemas.

Palabras claves: Regeneración, manejo holístico, pastoreo racional Voisin y biodiversidad.

Abstract

The degradation of grasslands involves the deterioration of natural resources and the loss of biological and social capital, which is reason enough for strategies to mitigate the effects caused by this problem to be looked for in recent years. they are eroded. The main indicators of degradation are the loss of plant biodiversity, uncovered areas, decrease in organic matter, low availability of minerals, deterioration of the physical and chemical properties of the soil. The strategies found when conducting the bibliographic review focus on the grazing model associated with the productive area, finding three coherent models with the use of natural resources and the increase in productivity, rational Voisin grazing, holistic management and regenerative grazing. All of them considerably improve degradation indicators and are recognized for increasing the functionality of ecosystems.

Keywords: Regeneration, holistic management, rational Voisin grazing and biodiversity.

Introducción

Colombia se ha categorizado como el segundo país con más biodiversidad en el mundo, lo que ha permitido posar muchas miradas en él, centrando el esfuerzo en la conservación y restauración de ecosistemas. Una de las grandes problemáticas que enfrenta el país cuando de biodiversidad se habla, es el manejo que se le dan a los recursos naturales dentro del sector primario, siendo catalogada la ganadería como la actividad principal en el uso de tierras degradadas, de la totalidad de tierras usadas para esta actividad el 77% son de la frontera agropecuaria y 27% del territorio continental. La problemática va más allá sin lograr estimar la magnitud de la degradación por pérdidas de materia orgánica en el suelo, compactación causada por labranza excesiva, degradación química debido al uso de agroquímicos, salinización por el uso de aguas de irrigación y degradación biológica (Gómez, et al., 2021).

Actualmente todos los sistemas de producción se enfrentan a una realidad en la cual el uso de los recursos naturales debe hacerse de forma equilibrada, previniendo épocas difíciles generadas por la variabilidad climática, en la producción ganadera todo el sistema se centra en el funcionamiento y equilibrio del suelo en el cual se desarrolla, un suelo sano permite un correcto ciclaje de nutrientes lo cual se reflejara en plantas bien nutridas y vigorosas que alimentaran animales cumpliendo con sus requerimientos nutricionales, siempre y cuando todas las especies se encuentren adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. Es así como la prioridad dentro de cualquier modelo de producción debe ser la sustentabilidad del suelo y las especies vegetales que en él se encuentran, generalmente el primer indicador de malos manejos se refleja en las praderas, las cuales disminuyen los rendimientos de los aforos, la calidad bromatológica, pérdida

de la biodiversidad y aparecen áreas calvas con presencia de especies nativas no aprovechables para los bovinos.

Bajo este argumento, se debe prestar especial atención al comportamiento de las praderas, al ser la principal fuente de alimento de los bovinos y de su productividad depender la rentabilidad de la empresa, un manejo ajustado a las condiciones del predio favorecerá una rápida recuperación logrando mantener una producción sostenida durante todo el año de forraje (Muñoz, 2005). Lograr identificar las estrategias que mitiguen la degradación es una prioridad, buscando conocer el papel que cumple cada uno de los componentes del sistema (suelo, agua, insumos, forrajes y cargas animales) de esta manera se realizara un uso de la tierra de forma eficiente reduciendo la contaminación y deforestación.

Capítulo 1. Diseño metodológico

1.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo de esta monografía se empleará un tipo de investigación descriptiva, basado en la recopilación de información mediante referentes bibliográficos con un abordaje cualitativo. La información utilizada para el desarrollo de la monografía debe ser verídica, precisa y sistemática (Guevara, Verdesoto y Castro, 2020). Según Sampiere (2006) manifiesta que una vez recopilada la información de fuentes primarias y secundarias estos datos son observados, registrados, analizados e interpretados, sin dominio del investigador.

Este trabajo tiene como objetivo identificar las estrategias que permitan mitigar la degradación de las praderas, a través de las experiencias y conocimientos de otros autores las cuales serán recopiladas, analizadas y permitirán obtener conclusiones del tema

1.2 Tipo de estudio

Este trabajo es de tipo cualitativo, lo cual permite recopilar información sobre las estrategias empleadas para mitigar la degradación de las praderas. Para seleccionar la información se estudiaron diferentes referentes bibliográficos que al ser analizados permitieron obtener un amplio conocimiento del tema y establecer una temática clara y precisa

1.3 Técnicas de recolección de información

La recopilación de información se realizó mediante las bases de datos científicas, en las cuales se realiza una búsqueda, lectura, interpretación y apropiación de la información seleccionada para conformar un marco teórico referencial (Orellana y Sánchez, 2006). La obtención de información confiable y fidedigna sobre la temática de estudio “Estrategia para la mitigación en la degradación de las praderas” permite contar con argumentos científicos para emplear en los sistemas productivos que involucran el manejo de praderas.

Capítulo 2. Generalidades en la degradación de praderas

La degradación de una pradera se comprende como el deterioro en cantidad y calidad de la especie o especies que la conforman, en su totalidad este proceso de degradación es ocasionado por factores antropogénicos, razones como el desconocimiento, equivocado uso de los recursos, no contar con un objetivo claro, priorizar la monetización, entre otros son los principales motivos. Es así como la degradación de la pradera no solo repercute en la pérdida de material vegetal, también influye en la biodiversidad del ecosistema, la calidad del suelo y el ciclaje de nutrientes.

2.1 Degradación de las praderas

Cuando se habla de degradación en la mayoría de los casos se utiliza como sinónimo de desertificación, aunque el primero se menciona de forma más generalizada para referirse al suelo, la capa vegetal y la biodiversidad. Entonces la degradación implica pérdida de la capacidad productiva de los recursos naturales ocasionada por una serie de factores biofísicos, culturales, sociales y económicos que tienen por fin la desertificación (Morales, 2005).

En muchos casos se busca estudiar la degradación de las praderas como una situación particular, pero se olvida que hacen parte de un ecosistema el cual está conformado por múltiples factores que en conjunto forman un entorno complejo y equilibrado. La afectación de alguno de los factores por minúscula que parezca generara cambios en la dinámica del ecosistema. Como menciona Armenteras, et al (2016) los ecosistemas estudiados como un modelo muestran

importantes repercusiones al lograr puntualizar objetos y funciones para ser vistos de formas simplificadas y manejables, esta forma de estudio no debe olvidar las interacciones y el grado de organización que se encuentran entre las partes conformadoras del ecosistema.

Es así como logra establecerse que la degradación de las praderas afecta de forma negativa el funcionamiento del ecosistema, la mayoría de las investigaciones se centran en las funciones individuales involucradas con la degradación de la pradera, mientras que pocos consideraron la multifuncionalidad de un ecosistema que resume los múltiples cambios simultáneos en la respuesta de las funciones del ecosistema a la degradación. Al evaluar los efectos de la degradación de los pastizales en el ciclo de nutrientes, la productividad biológica y la multifuncionalidad general del ecosistema en una pradera, se encuentran efectos negativos de la degradación de los pastizales en la multifuncionalidad del ecosistema, la riqueza de plantas y la biodiversidad del suelo; la multifuncionalidad del ecosistema se relacionó positivamente con la riqueza vegetal, la biodiversidad del suelo y la humedad del suelo, pero no con el pH del suelo; la degradación de la pradera tuvo un fuerte efecto negativo directo sobre la multifuncionalidad del ecosistema y la interacción positiva entre la biodiversidad superficial y subterránea aumentó los efectos negativos sobre la multifuncionalidad del ecosistema, especialmente a través de la riqueza vegetal. Por lo tanto, el estudio revela cómo la degradación de los pastizales afecta la multifuncionalidad de los ecosistemas directa e indirectamente a través de vías bióticas y abióticas y destaca la importancia de la biodiversidad tanto superficial como subterránea para mantener múltiples funciones de los ecosistemas. Proteger la diversidad subterránea es tan importante como preservar la diversidad aérea para mantener el

funcionamiento del ecosistema y la restauración del ecosistema de pastizales degradados (Hanwen, et al., 2022).

En la **tabla 1**, se puede apreciar las principales causas de la degradación de las praderas:

Tabla 1.

Causas de la degradación de praderas

Causa	Descripción
<p>Siembra de pasto en condiciones no aptas para su desarrollo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo donde se realiza la siembra de pasto. • Desconocimiento de las condiciones adecuadas y exigencias de las especies vegetales. • Desconocimiento de las condiciones climáticas necesarias como temperatura, precipitación y radiación solar.
<p>Problemas en el establecimiento de los pastos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Errada identificación del sitio de siembra, sin previo análisis de la historia del lote, condiciones físicas y químicas del suelo, manejo de labranza, fertilización y control de malezas. • No identificar el drenaje del suelo, realizando la siembra en lugares con problemas de encharcamiento • No verificar la calidad de la semilla y la densidad a usar.

Incompatibilidad en especies establecidas en asociación

- Otros factores que afectan de forma negativa es la época de preparación del terreno y siembra y el manejo posterior a la siembra.
- La asociación de gramíneas y leguminosas sin previo conocimiento del manejo necesario, periodos de ocupación y descanso pueden desestabilizar la pradera predominando una especie sobre la otra
- Si no se identifica la densidad de siembra de cada especie se puede presentar el desarrollo de un monocultivo y áreas calvas dentro del lote sembrado
- El desarrollo de plagas se encuentra mayormente evidenciado en plantas mal nutridas o deficiencias de elementos, dentro de las plagas más conocidas se tiene el mión de los pastos, hormigas, chinches, gusano ejército, entre otros.
- En algunos lugares del territorio colombiano predominan suelos ácidos con alta saturación de aluminio (mayor del 70%) y bajos contenidos de nutrientes (fosforo, calcio, magnesio, potasio, nitrógeno y azufre), la siembra de especies que no se adapten a estas condiciones y el no realizar manejos previos a la siembra que equilibren los nutrientes y el pH del suelo puede ocasionar un desarrollo precario de los pastos donde la producción y calidad es baja.

Plagas y enfermedades

Baja disponibilidad de nutrientes

Mal manejo de pastoreo

- El pastoreo se puede considerar como el factor más determinante al momento de mantener una pradera, las cargas de animales, los periodos de ocupación y descanso, cuando la defoliación ocurre de forma constante, la acumulación de materia seca se reduce debido a una disminución en la captación de la luz por los tejidos fotosintéticos, ocurre un agotamiento de las reservas radicales e incapacidad para generar un rebrote vigoroso.

Nota: Adaptado de degradación de praderas y estrategias para su recuperación, pp. 142-153.

Fuente: Rincón, 2010

2.2 Efectos de la degradación de las praderas sobre el suelo

El desarrollo de las praderas y pastizales depende de la correlación del suelo, planta y animal permitiendo el desarrollo de los ciclos biológicos, es así como las plantas capturan mediante el proceso de fotosíntesis gases efecto invernadero y lo convierten en material celulolítico comestible, además favorecen las propiedades físicas y químicas del suelo, los animales mediante el pastoreo producen defoliación de las plantas que propician la fotosíntesis y aparición del rebrote, además por medio de las pezuñas generan un masaje en el suelo, las heces y orina aportan microorganismos y nutrientes, que permitirán la alimentación de las plantas. Como se puede apreciar es un ciclo, aunque complejo perfecto que permite mantener en equilibrio el planeta.

Las áreas de praderas y pastizales en el mundo representan aproximadamente el 20% de la superficie terrestre mundial, de los cuales casi la mitad (49,25%) están sufriendo procesos de degradación, esa degradación se caracteriza por pérdida de la diversidad vegetal, reducción de material dominante, disminución de la biomasa, materia orgánica y nutrientes del suelo. Como ya se ha mencionado antes estas afectaciones repercuten en la estabilidad de la comunidad y funcionamiento del ecosistema. Los procesos de restauración y degradación de los pastizales después de las perturbaciones a menudo van acompañados de cambios en las propiedades bióticas y abióticas, incluida la diversidad de plantas, la estructura de la vegetación y el microclima del hábitat, etc. Los insectos favorecen los ciclos de nutrientes y la estabilidad de la comunidad, los cuales pueden verse afectados por las condiciones ambientales cambiantes al ser la vegetación la que proporciona alimentos y hábitats para su desarrollo y ovoposición, en el desarrollo de la investigación se obtuvo que la degradación moderada tuvo efectos positivos sobre la presencia de insectos hemípteros y ortópteros, por el contrario para sitios severamente degradados la abundancia de coleópteros e himenópteros mostró efectos negativos. En el caso de los hemípteros se conoce que tienen diferentes estrategias de vida que van desde especies polípagas hasta especialistas estrictamente monófagas, para los ortópteros la mayor productividad proporciona suficiente alimento para los consumidores, en el caso de los hemípteros y ortópteros son herbívoros y su abundancia a menudo aumenta con una mayor cantidad de recursos, es cuanto a su disminución puede explicarse por los microclimas alterados (es decir, la temperatura del aire mayor y la intensidad de la luz a 30 cm sobre el nivel del suelo menos) que afectarían el desarrollo de larvas y huevos (Hang, et al., 2021).

Así como los insectos juegan un papel importante en el funcionamiento del suelo, los microbios al igual lo hacen en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y la dirección del desarrollo de pastizales degradados. Al estudiar las variaciones en los microorganismos del suelo en área no degradadas y degradadas se identificaron 686.795 secuencias bacterianas y 999.428 secuencias fúngicas de alta calidad, los resultados mostraron que el pH del suelo es el factor más importante para regular la riqueza bacteriana y fúngica, la riqueza de taxones bacterianos abundantes y raros se correlacionó positivamente con el valor del pH del suelo y C: N de la planta, correlacionada negativamente con el carbono total del suelo y el nitrógeno total. Por el contrario, la riqueza de hongos de taxones abundantes y raros se correlacionó negativamente con el valor de pH del suelo y positivamente con el carbono total del suelo y nitrógeno total. Los taxones abundantes aumentaron mientras que los raros disminuyeron del área no degradada a degradada, los taxones fúngicos abundantes mostraron una tendencia creciente y los taxones fúngicos raros decrecientes. De forma general la riqueza bacteriana aumento con el proceso de degradación mientras la riqueza fúngica disminuyo. Los taxones de especies raras se reconocen cada vez más como impulsoras de funciones clave en los ecosistemas terrestres, acelerando la descomposición, especialmente la degradación de materia orgánica recalcitrante como la quitina y la celulosa, las bacterias raras podrían proporcionar un seguro durante la restauración ecológica. Por lo tanto, la disminución de taxones raros refleja la pérdida de la función ecológica durante el proceso de degradación irregular. La pérdida de riqueza fúngica se puede relacionar directamente con la degradación de la pradera y disminución de las plantas para acceder a los nutrientes presentes en el suelo (Xuan, et al., 2021).

En general, el suelo es el mayor reservorio de carbono de la biosfera terrestre, por lo cual pequeñas variaciones tienen efectos profundos en la provisión de servicios ecosistémicos y regulación del clima. Los pastizales almacenan entre el 20 y el 30 % de las existencias mundiales de C orgánico del suelo y albergan más del 10 % del C de la biomasa terrestre. Actualmente, la mayoría de los pastizales han sufrido degradación debido al pastoreo intensivo, que a menudo se asocia con la pérdida de C del suelo en forma de gases de efecto invernadero. La degradación de los pastizales reduce la productividad primaria al intensificar las limitaciones de nutrientes para el crecimiento de las plantas y alterar las propiedades fisicoquímicas del suelo (p. ej., el pH del suelo, la disponibilidad de C, N y P, el contenido de arcilla y la estabilidad de los agregados), lo que provoca variaciones en la estructura y composición de la comunidad microbiana (Yuan, et al., 2022). Los indicadores de la degradación de los pastizales incluyen principalmente indicadores biológicos (p. ej., cobertura vegetal, biomasa, especies dominantes, etc.) y características del suelo (Ru, et al., 2021).

Para restaurar los pastizales degradados, debemos centrarnos en mejorar el estado del suelo y la vegetación para mejorar la resiliencia de los ecosistemas de pastizales. La resiliencia es la capacidad de los ecosistemas para resistir perturbaciones y volver a estados estables después de haber sido perturbados, incluida la capacidad de mantener sus características esenciales, como la composición de especies, estructura y funciones del ecosistema (Yanmin, et al., 2020).

Tabla 2.

Indicadores comunes utilizados en las evaluaciones de resiliencia de los pastizales

Indicador	Función	Referencia
------------------	----------------	-------------------

Diversidad o riqueza vegetal	Mantiene la redundancia en las especies y funciones de las plantas.	(Isbell et al., 2015) (Vogel et al., 2012)
Grupos funcionales de plantas	Refleja las condiciones de las plantas con funciones similares	(Xu et al., 2014; Carlsson et al., 2017; Kohler et al., 2017)
Biomasa vegetal	Refleja la productividad	Vogel et al. (2012)
Cobertura vegetal	Propiedad fundamental de la vegetación, influye en las condiciones de agua y calor del suelo y en la erosión del suelo	(Li et al., 2013c; Xu et al., 2014; Kimball et al., 2018)
Materia orgánica del suelo	Propiedad fundamental del suelo, mantiene otras propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	(Gregory et al., 2009; van Apeldoorn et al., 2011)
Elementos minerales (N/P/K)	Refleja la fertilidad del suelo	(Harrison y Shackleton, 1999; Scott y Morgan, 2012)
Textura de la tierra	Retiene la humedad y la fertilidad del suelo.	Gregorio et al. (2009)
Temperatura y humedad del suelo	Afecta las tasas de proceso en la vegetación y el suelo.	sol et al. (2016)
banco de semillas de suelo	Refleja la persistencia y preservación de las especies.	(Scott y Morgan, 2012; Kiss et al., 2018; Ma et al., 2019)

Nota: Tomado de Yanmin, et al., 2020

Capítulo 3. Factores involucrados en la degradación de las praderas

3.1 Degradación de praderas en Colombia

La degradación de las praderas es inherente a la degradación del suelo, en la búsqueda incansable de los productores de aumentar la rentabilidad se ha generado un desplazamiento progresivo de la ganadería hacia zonas no aptas. En cuencas ganaderas de Centroamérica aproximadamente 50% y el 80% de las pasturas se encuentran en alto grado de degradación, se ha encontrado que el alto grado de degradación se relaciona con el establecimiento en áreas frágiles, especies pobremente adaptadas, sobrepastoreo, quemadas y reducción de nutrientes (Holmann, et al, 2004).

En Colombia, esta problemática tiene múltiples causantes pero uno de los que más influye es la poca normatividad para la protección y regulación de los recursos naturales, por lo cual no es claro cómo proteger las praderas y el suelo frente a la expansión urbana, el uso de productos químicos, la deforestación e incendios, el manejo convencional que involucra labranza, maquinaria, animales y riego, factores indicadores de fragilidad del suelo como cobertura, precipitación y pendiente, por último, la expansión de actividades portuarias y turísticas (Bejarano, 2018). En el 2014 se reconoce unos de los causantes de la degradación al rápido avance y manejo insostenible de tierras de cultivo y pastoreo, dentro de lo cual se cree que más de 1500 millones de hectáreas de ecosistemas naturales fueron utilizadas para estos propósitos. Estas zonas con el paso del tiempo o estarán destinadas a la pérdida o destrucción

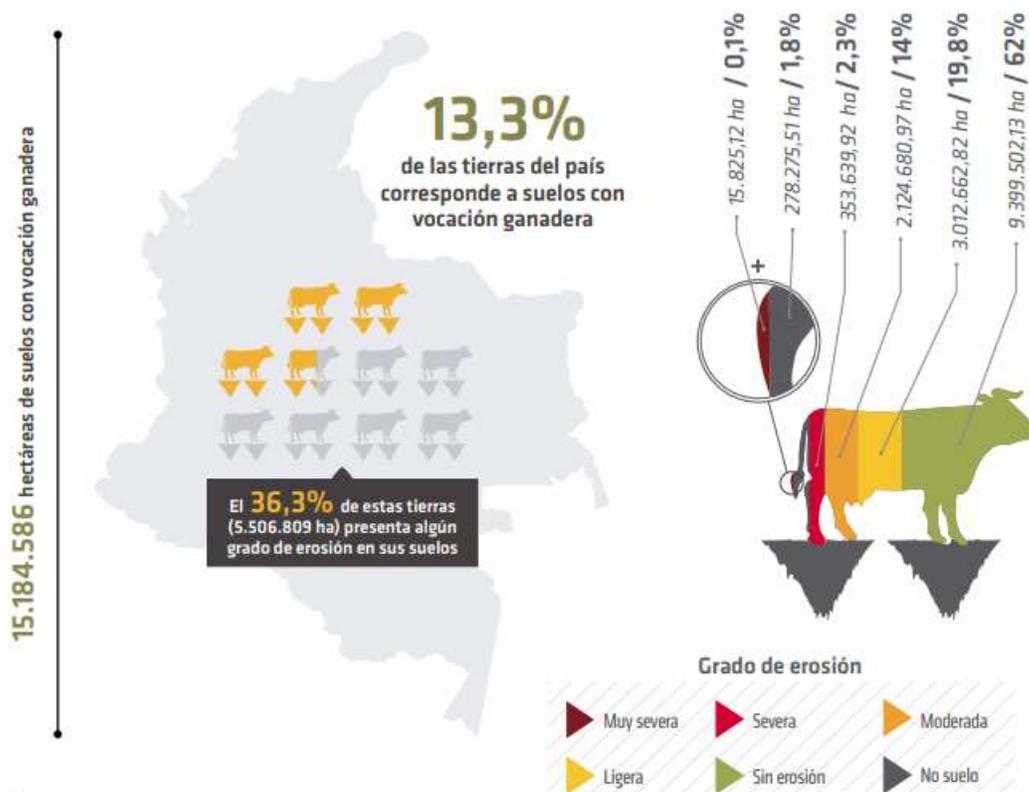
total de los recursos ambientales debido a la desaparición de minerales y materia orgánica, disminución de corrientes de agua y vegetación (De la Rosa, 2018).

Según el IDEAM (2017) todos los suelos de los departamentos del país presentan algún grado de degradación por erosión. Los que presentan más del 70% de su área afectada es decir mayor "magnitud de degradación por erosión", son: Cesar (81,9%), Caldas (81,9%), Córdoba (80,9%), Cundinamarca (80,3%), 76,9%), Sucre (75,1%), Tolima (73,7%), Quindío (72,7%), Huila (72,5%) y Boyacá (72,Santander (79,4%), La Guajira (79,3%), Atlántico (77,9%), Magdalena (1%).

Cuando se habla del área destinada al sector agropecuario se tienen 7.543.329 Ha de las cuales aproximadamente el 88% presenta un alto grado de erosión, en cuanto al sector ganadero utiliza aproximadamente el 30% del territorio colombiano lo cual equivale a 34 millones de hectáreas, el 77,3% presenta algún grado de erosión, en áreas de clima seco la erosión se genera por el consumo indiscriminado de las coberturas vegetales y la compactación por el pisoteo de los bovinos, en climas húmedos la erosión se genera por los cambios de uso del suelo de bosques a pasturas y por desarrollar ganadería en zonas de ladera (terraceo). Las áreas erosionadas con vocación ganadera continúan en aumento durante los últimos años, la erosión precede a la degradación de praderas lo cual es generado por factores antropogénicos, aumentando la pérdida de recursos naturales y obligando a incursionar en áreas que no tienen esta vocación, aumentando las pérdidas ambientales, en la figura 1 se puede apreciar que el 36,3% del área dedicada a la ganadería presentan algún grado de erosión (IDEAM, U.D.C.A, 2015).

Figura 1

Áreas erosionadas en suelos con vocación ganadera



Nota: La imagen muestra el grado de erosión de las áreas dedicadas a la producción ganadera.

Fuente: IDEAM, U.D.C.A, 2015.

Capítulo 4. Estrategias de mitigación para la degradación de pastizales

La degradación de la pastura involucra disminución de su vigor y capacidad productiva con relación al área ocupada o la cantidad de animales que mantiene, empezando a encontrarse áreas calvas y especies indeseables. Esta situación afecta enormemente los rendimientos productivos de los animales que se encuentran en pastoreo y la rentabilidad de los sistemas ganaderos, se pueden evaluar algunas situaciones que son indicativo de un pastizal degradado como: disminución de la cobertura vegetal, disminución de la cantidad y calidad de forraje, presencia de malezas de hoja ancha y procesos erosivos (Padilla, Crespo, y Sardiñas, 2009).

Los pastizales son categorizados como un recursos renovable por lo cual debe ser manejados de forma sostenible, una forma de definir la sostenibilidad es cuando se logra satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, sin afectar las posibilidades de las generaciones futuras; en cuanto a la definición de pastizal se describe como un área en la cual se produce pastos para el consumo de herbívoros, la vegetación de estos ecosistemas puede estar conformada por especies herbáceas, arbustivas, arbóreas u otras, se pueden encontrar pastizales naturales o artificiales. Para el mantenimiento y la reducción de la degradación de los pastizales se pueden implementar sistemas silvopastoriles en zonas de fragilidad, realizar un adecuado aporte de materia orgánica que favorece la fertilidad del suelo, elaboración de compost y rotación de cultivos, utilización de razas de animales y variedades de plantas adaptadas, por último, atención y respeto al ciclo del agua (Lok, 2010): En la tabla 3 se pueden apreciar algunos indicadores de estabilidad en diferentes tipos de pastizales.

Tabla 3

Rango de valores que indican estabilidad para los indicadores seleccionados en cada pastizal en la vegetación en un intervalo de confianza del 95% de probabilidad

Pastizales	Componente	Indicadores	Épocas	Valores	
Silvopastoril	Densidad de guinea	Densidad de guinea (plantas/m ²)	Poco	8,6 – 9,5	
			Lluviosa	7,9 – 9,0	
	Disponibilidad de biomasa	Disponibilidad total de biomasa (t MS/Ha)	Lluviosa	99,4 – 99,6	
			Poco	99,5 – 99,6	
			Lluviosa	5,4 – 6,3	
			Poco	6,0 – 7,1	
			Lluviosa	2,6 – 2,7	
			Poco	1,3 – 1,4	
	Monocultivo	composición botánica	Leguminosas (%)	Lluviosa	7,4 – 7,5
				Poco	19,9 20,1
Malezas (%)		Malezas (%)	Lluviosa	96,6 – 96,7	
			Poco	98,2 – 98,3	
			Lluviosa	22,2 – 22,8	
			Poco	34,2 – 34,6	
			Lluviosa	2,6 – 3,4	
			Poco	3,4 – 4,4	
Composición del pastizal		Cobertura vegetal (%)	Lluviosa	83,2 – 83,3	
			Poco	77,2 – 77,3	
	Lluviosa		10,7 – 10,8		
	Poco				
	Lluviosa				
	Poco				
Mezcla de leguminosas rastreras	Densidad de leguminosas	Densidad de glycine (plantas/m ²)	Lluviosa		
			Poco		
	Disponibilidad de biomasa (t MS/ha)	Disponibilidad de biomasa (t MS/ha)	Lluviosa		
			Poco		
			Lluviosa		
			Poco		
Composición botánica	Leguminosas (%)	Lluviosa			
		Poco			
	Gramíneas (%)	Gramíneas (%)	Lluviosa		
			Poco		

Lluviosa	14,7 – 14,8
----------	----------------

Nota: Tomado de Lok, 2010

Los indicadores de sostenibilidad del suelo encontrados por Lok, (2009) para la vegetación corresponden a la cobertura vegetal, el suelo desnudo, la densidad del pasto base, la presencia de pastos naturales, la composición botánica y la disponibilidad de biomasa, en cuanto al suelo se identificaron los siguientes indicadores: la distribución de agregados, la estabilidad estructural, el valor de N, los indicadores químicos, la resistencia de penetraciones y el índice de plasticidad. Para los indicadores biológicos se encontraron tres representativos que son la fitomasa subterránea, la macrofauna y mesofauna.

Según Senra (2010) se han encontrado algunos índices que permiten mantener la sostenibilidad de los componentes fundamentales de una empresa ganadera suelo-pasto-animal, a continuación, se realizara una descripción de cada uno de ellos.

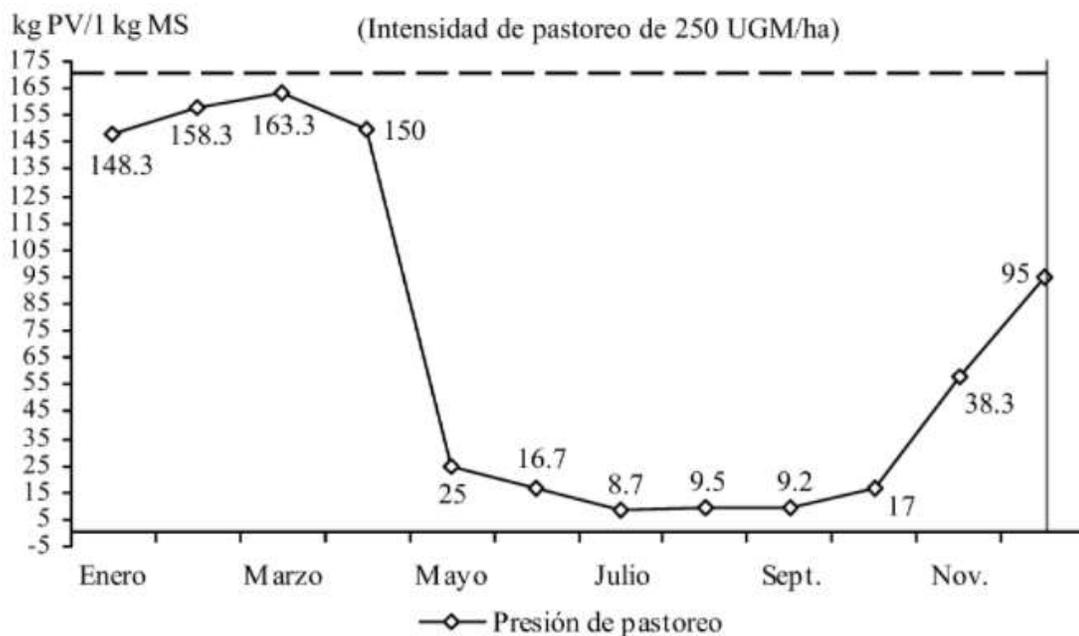
4.1 Índices del pastizal

Realizar un reconocimiento de las especies presentes dentro del área de pastoreo a lo largo del año permitirá conocer como las diferentes especies vegetales que conforman la pradera responden a las variaciones climáticas. Conocer la dinámica permite identificar si ocurre un proceso progresivo o regresivo del pastizal. Identificar dentro de las especies cuales presentan mayor aceptabilidad por parte de los animales y como aumentan o disminuyen dependiendo del manejo de pastoreo establecido. La presión del pastoreo ayuda a identificar la carga animal,

además, orienta las determinaciones sobre la cantidad y épocas en las cuales se ofrece la pradera, esta medida se expresa como Kg de pesos vivo/ 1 kg de hierba disponible es importante comprender que a lo largo del año durante las épocas de poca lluvia o lluviosa la biomasa disponible sufre variaciones por lo tanto llevar un carga estable generara una subutilización del área o sobrepastoreo, el tiempo de reposo permiten ejercer un control sobre las especies indeseables, de ese modo se cumplirán a cabalidad los requerimientos nutricionales de los animales. Es indispensable conocer las curvas de crecimiento del pasto para poder realizar una correcta planificación forrajera, organizando los tiempos de ocupación y descanso.

Figura 2

Variación de la presión de pastoreo por mes cuando se mantiene la misma intensidad de pastoreo sin riego durante todo el año (1 UGM = 500 Kg)



Nota: Imagen tomado de Senra (2010).

4.2 Modelos de pastoreo

Para mitigar la degradación de las praderas en regiones tropicales es necesario trabajar en conjunto con el manejo del ganado creando así ambientes de pastoreo con gran diversidad florística y complejidad estructural, una estrategia puede ser la implementación de pastoreo racional Voisin mejorando la utilización del forraje al unir la capacidad forrajera con las necesidades alimenticias de los bovinos, usando potreros pequeños y altas densidades durante periodos cortos de ocupación permitiendo una adecuada recuperación de las plantas. Es primordial fomentar la aparición de ecosistemas donde predomine una diversidad de vegetación herbácea, arbustos y plantas arbóreas, aunque erróneamente se cree que este tipo de lugares pueden ser improductivos en realidad ofrecen diversas oportunidades y beneficios para los herbívoros domésticos. La aplicación del pastoreo racional Voisin (PRV) se fundamenta en 4 leyes, de las cuales las dos primeras se centran en obtener la mayor capacidad vegetal, donde se indica que luego del pastoreo se le debe brindar a la planta un tiempo óptimo de descanso para que pueda ser pastoreada nuevamente y que el tiempo de pastoreo debe ser lo suficientemente corto evitando que los animales consuman el rebrote. La implementación de mejores sistemas de pastoreo, como el pastoreo de Voisin, puede ser la clave para mejorar la productividad de las tierras de pastoreo que experimentan un proceso de degradación. Aumentar la eficiencia de utilización del forraje disponible en base a las comunidades de plantas nativas, sin usar métodos intrusivos para reemplazar esa vegetación, es prometedor, porque es una forma sutil de modificar la vegetación con el tiempo para cambiar a tierras de pastoreo biodiversas. Administrar la densidad de población correcta para cumplir con la asignación de forraje, limitar el tiempo de pastoreo para evitar el sobrepastoreo y permitir que las plantas vuelvan a crecer para lograr el crecimiento óptimo de las plantas como lo promueve el pastoreo Voisin, son las reglas básicas

para lograr un pastoreo sostenible. Además, se debe considerar la mejora de la biodiversidad a través de la gestión, como la regulación de la sombra y la cobertura de especies invasoras no apetecibles. Dicho manejo es una alternativa a la destrucción y pérdida de vegetación secundaria por los monocultivos de gramíneas. Sin embargo, este manejo debe realizarse en sitios que experimentan una sucesión de plantas temprana donde domina una vegetación más herbácea y arbustiva. Se debe permitir que los sitios de crecimiento antiguo continúen la sucesión y sirvan como bancos de semillas que brinden conectividad en los paisajes agrícolas (Espinosa, Castillo, Arellano, Pérez y López, 2020).

Otro modelo de pastoreo que se implementa para mitigar la degradación de las praderas es conocido como manejo holístico desarrollado por Allan Savory, que consiste en una planificación sistemática integrando elementos financieros, de pastoreo, de infraestructura y gestión de la tierra. En este modelo se implementan rotaciones de pastoreo intensivo de corta duración del ganado a través de múltiples potreros y la adaptación de los planes de manejo del pastoreo informados por el monitoreo continuo de las condiciones del pastizal (Barton, Bennett y Burnidge, 2020). Investigaciones comprueban que la reducción completa de ganado no mejora el suelo o la vegetación al ser comparado con modelos de pastoreo, llegando a tener menores impactos si se aplica en bosques y desiertos (Virgilio, Lambertucci y Morales, 2019). Estos modelos al ser empleados en diferentes lugares del mundo pueden mostrar diferentes resultados partiendo del principio que aumentan la vegetación y el rendimiento del ganado cuando son aptos a las condiciones evaluadas. Los periodos de pastoreo se ajustan basados en la época seca y de lluvias, se establecen tiempo de pastoreo de 1 a 2 días hasta 1 a 2 semanas basados en las condiciones del área y cantidad forrajera, con periodos de recuperación mínimos de 45 días en

épocas de lluvia y un máximo de 120 días en época seca, en cuanto a las ventajas de este modelo de pastoreo se tienen mejora en la función del suelo al limitar el exceso del ganado y el sobrepastoreo, mejora de la biomasa forrajera y composición de especies, aumento de la cobertura de hojarasca y la infiltración al mismo tiempo que disminuye el suelo desnudo (Hillenbrand, Thompson, Wang, Apfelbaum y Teague, 2019).

Por último, actualmente se ha relacionado el pastoreo regenerativo como una estrategia en la mejora de las praderas que permite optimizar los recursos y obtener mayores rendimientos económicos, en este los pastos se dividen en áreas más pequeñas, el ganado se mueve entre ellos y las tasas de carga son altas en períodos cortos de tiempo. De esta manera, se prolongan los períodos de descanso en las áreas de pastoreo, los pastos consumidos pueden recuperarse y regenerarse, se puede incrementar la productividad (Díaz et al, 2021).

Al ajustar un modelo de pastoreo apropiado a las condiciones naturales del área donde se esté llevando a cabo la producción, los suelos de pastizales gracias a su capacidad de resistencia (capaces de funcionar durante el estrés impuesto) y resiliencia (capaces de recuperar el funcionamiento después de un período de estrés) mitigaran rápidamente los procesos de degradación. La evidencia de la efectividad de las prácticas de manejo de la tierra para mejorar la calidad del suelo y las funciones hidrológicas (materia orgánica, tasas de infiltración, conductividad hidráulica, porosidad, densidad aparente y capacidad de retención de agua) se puede concluir que mejora cuando se usan métodos de labranza menos intensivos o se eliminan completamente, se deje de incorporar o se limita el uso de productos de síntesis química y se

utiliza de forma apropiada la presencia de herbívoros permitiendo el desarrollo de los ciclos biológicos (Berdeni et al, 2021).

Para mitigar los procesos de degradación que ocurren dentro de las praderas es necesario tener en cuenta los siguientes elementos:

1. Ajustar el modelo de pastoreo evaluando dentro del modelo seleccionado las variaciones en el componente vegetal (calidad, cantidad y diversidad) evaluar las características del suelo y si el componente animal está adaptado a las condiciones, generalmente todo el sistema gira en torno a los periodos de ocupación y descanso, pero también debe tenerse en cuenta la meso y microfauna del suelo, la presencia de arvenses y la respuesta de la pradera al pastoreo adoptado
2. El suelo siempre debe estar cubierto evitando en su totalidad alteraciones químicas y físicas, siendo necesarias las alteraciones biológicas de forma controlada que serán suministradas por los herbívoros con sus pezuñas y bocas.
3. Incorporación de materia orgánica que permite la captura de dióxido de carbono y un correcto ciclaje de nutrientes.
4. Mantener la biodiversidad de especies favorecerá el desempeño de la pradera y nutrirá el suelo con diferentes microorganismos que harán más efectivos el uso de nutrientes por parte de las plantas
5. Es necesario para un adecuado desempeño de las praderas se busque imitar la naturaleza, se preserve la presencia de especies animales que pastoreen y esto se acompañe con capacitación a las personas encargadas de supervisar el modelo

productivo. Acoplar estas nuevas ideas a los patrones culturales permite integrar los conocimientos y emplearlos siendo respetuosos con los entornos ambientales.

Capítulo 5. Análisis de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas sobre estrategia para la mitigación en la degradación de las praderas

La degradación de las praderas está relacionada directamente con la pérdida de vegetación, pero indirectamente se generan repercusiones en el funcionamiento del suelo, sus propiedades físicas, químicas y biológicas, el deterioro del suelo no solo afecta la producción, las consecuencias trascienden a entornos cercanos y al bienestar de toda la comunidad en general, es así, como con la pérdida de vegetación y deterioro del suelo se pasa a la erosión y posterior desertificación, entonces el cumplimiento de los ciclos naturales se frena, las emisiones de gases efecto invernadero aumentan, la improductividad crece y el uso de insumos externos se ve como la única salida ante la situación.

La degradación de las praderas se produce por desconocimiento, errados modelos de pastoreo, uso inapropiado del suelo, cambios en la vegetación, uso de semillas sin identificar su adaptación o requerimientos, exceso de laboreo e intoxicación con productos de síntesis químicas, para lograr identificar cuando ocurre un proceso de degradación dentro de una pradera se debe evaluar la diversidad o riqueza vegetal que involucra desaparición repentina de especies o presencia espontánea y numerosa de arvenses, la biodiversidad es el primer indicativo de salud en una pradera pero también debe evaluarse si los grupos de plantas presentes son funcionales y como se desarrolla la biomasa vegetal. Una pradera con cobertura permite tener mayor preservación del suelo y una estabilidad en sus componentes, con un equilibrio de materia organiza y de elementos minerales; por último, reconocer el banco de semillas presentes en el

suelo, recordando estas germinaran cuando encuentren las condiciones idóneas para su desarrollo.

Entonces las estrategias para mitigar la degradación de los pastizales involucran un modelo de pastoreo acorde a las condiciones naturales, identificando 3 modelos representativos y ajustables a las condiciones tropicales de Colombia, siendo el pastoreo racional Voisin, manejo holístico y pastoreo regenerativo. Los tres relacionan la presencia del hombre, el ganado y las praderas buscando un equilibrio en el uso de los recursos al ser contrastada con la productividad, para el desarrollo de estos modelos se tienen parámetros generales comunes manejo de un gran número de potreros con áreas pequeñas, cortos tiempos de ocupación que van desde horas y máximo 3 días, ajuste de la biomasa con la carga animal y tiempos de descanso largos.

Según la información recopilada se establecen las siguientes estrategias para mitigar la degradación:

- Presencia de herbívoros que realizan pastoreo bajo un modelo concreto y ajustado a las condiciones
- Suelo cubierto que mantiene las propiedades físicas, químicas y biológicas
- Eliminar o limitar el laboreo del suelo y la incorporación de productos químicos
- Aumento de la biodiversidad vegetal
- Conservación de la meso y microfauna del suelo
- Incorporación de materia orgánica
- Presencia de 3 capas de vegetación: herbácea, arbustos y árboles con predominio de especies nativas

- Eliminar la aplicación de venenos e insecticidas y monocultivos
- Realizar análisis periódicos de los diferentes elementos involucrados dentro del área productiva (animales, vegetación, suelo, agua y productividad).

Conclusiones

La degradación de praderas repercute de forma negativa en el funcionamiento de los ecosistemas, generando pérdida de la biodiversidad y del recurso suelo. En Colombia del área destinada al sector agropecuario el 88% presenta un alto grado de erosión, lo cual genera se prendan las alarmas y se busquen nuevas estrategias para mitigar esta situación.

La degradación de las praderas puede identificarse por factores como: suelo descubierto, pérdida de la diversidad vegetal, aumento de arvenses, disminución de la productividad, reducción de la capacidad de infiltración y capacidad de intercambio catiónico, pocos nutrientes asimilables por las plantas. En cuanto a los factores que generan la degradación se tiene instauración de pradera con material vegetal no apto, desconocimiento de las condiciones edáficas, topográficas y climáticas, baja disponibilidad de nutrientes, inadecuado pastoreo, presencia de plagas y enfermedades, incompatibilidad vegetal y desconocimiento.

En cuanto a las estrategias para mitigar la degradación de las praderas se identificó que la implementación de un pastoreo adecuado es la más efectiva, actualmente se conocen tres modelos respetan y trabajan en concordancia con la naturaleza, el pastoreo racional Voisin, manejo holístico y pastoreo regenerativo. Los tres manejan criterios como contar con una gran número de potreros, realizar varios movimientos, periodos cortos de ocupación y periodos largos de descanso, alta carga animal y ajustar la capacidad de forraje con los animales en pastoreo.

Referencias

- Armenteras, D., González, T.M., Vergara, L.K., Luque, F.J., Rodríguez, N., y Bonilla, M.A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1),83-89. ISSN: 1132-6344. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54045357011>
- Barton, Erin., Bennett, Drew E y Burnidge, William. (2020). Holistic perspectives— Understanding rancher experiences with holistic resource management to bridge the gap between rancher and researcher perspectives, *Rangelands*, 42(5), 143-150. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.rala.2020.05.003>.
- Bejarano Ramon, Constanza. (2018). El suelo: su degradación y la urgencia de su protección. Universidad externado de Colombia. Recuperado de: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/el-suelo-su-degradacion-y-la-urgencia-de-su-proteccion/>
- Berdeni, Despina., Turner, Anthony., Grayson, Richard., Llanos, Joseph., Holden, Joseph., Firbank, Les., Lappage, Martin G., Hunt, Sarah., Chapman, Pippa., Hodson, Mark., Helgason, Thorunn., Watt, Penelope y Leake, Jonathan. (2021). Soil quality regeneration by grass-clover leys in arable rotations compared to permanent grassland: Effects on wheat yield and resilience to drought and flooding, *Soil and Tillage Research*, 212(1). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198721001070>

De la Rosa, Maria. (2018). ¿La degradación de los suelos como una problemática social?

Universidad externado de Colombia. Recuperado de:

<https://medioambiente.uexternado.edu.co/la-degradacion-de-los-suelos-como-una-problematika-social/>

Díaz de Otálora, Xabier., Epelde, Lur., Arranz, Josune., Garbisu, Carlos., Ruiz, Roberto y

Mandaluniz, Nerea. (2021). Regenerative rotational grazing management of dairy sheep

increases springtime grass production and topsoil carbon storage, *Ecological Indicators*,

125(1).

Recuperado

de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X21001497>

Espinosa-Palomeque, Osmar., Castillo-Campos, Gonzalo., Arellano, Lucrecia., Pérez-Hernández,

Ponciano y López-Ortíz, Silvia. (2020). Floristic diversity and stocking rate in tropical dry

forest secondary vegetation used for grazing. *Global Ecology and Conservation*, 23(1).

Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989419304159>

Gómez-S. R., Chaves, M. E., Ramírez, W., Santamaría, M., Andrade, G., Solano, C. y S.

Aranguren. (2021). Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de

Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro Mundial de Monitoreo para

la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ministerio

Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la

República Federal de Alemania. Bogotá, D. C., Colombia.

Guevara Alban, G., Verdesoto Arguello, A., & Castro Molina, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. doi:10.26820/recimundo/4. (3).julio.2020.163-173

Hang, Ruan., Xuefeng, Wu., Shengnan, Wang., Jingjing, Yang., Hui, Zhu., Qinfeng, Guo., Ling, Wang y Deli, Wang. (2021). The responses of different insect guilds to grassland degradation in northeastern China. *Ecological Indicators*, 133(1). ISSN 1470-160X. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108369>.

Hanwen Cui, Cameron Wagg, Xiangtai Wang, Ziyang Liu, Kun Liu, Shuyan Chen, Jingwei Chen, Hongxian Song, Lihua Meng, Jiajia Wang, Xiaoli Yang, Xi Kou, Yajun Wang, Yang Wang, Menghuan Jin, Sa Xiao. (2022). The loss of above- and belowground biodiversity in degraded grasslands drives the decline of ecosystem multifunctionality. *Applied Soil Ecology*, 172. ISSN 0929-1393. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104370>.

Hillenbrand, Mimi., Thompson, Ry., Wang, Fugui., Apfelbaum, Steve y Teague, Richard. (2019). Impacts of holistic planned grazing with bison compared to continuous grazing with cattle in South Dakota shortgrass prairie, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 279(1), 156-168. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880919300301>

Holmann, F., Argel, P., Rivas, L., White, D., Estrada, R., Burgos, C., Perez, E., Ramirez, G y Medina, A. (2004). Degradación de pasturas y pérdidas de productividad animal: Una evaluación económica desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tropoleche/Degradacion_de_pasturas.pdf

IDEAM, U.D.C.A. (2015). Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia 2015. IDEAM - MADS. Bogotá D.C., Colombia., 62 págs. Publicación aprobada por el IDEAM, diciembre de 2015, Bogotá D.C., Colombia.

IDEAM. (2017). El 40 por ciento del territorio colombiano tiene algún grado de erosión. Recuperado de: http://ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/el-40-por-ciento-del-territorio-colombiano-tiene-algun-grado-de-erosion

Lok, S. (2009). Metodología para la selección de indicadores de sostenibilidad del sistema suelo-planta en pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42(1):71-86, 2008. Editorial Universitaria. <https://elibro-net.sibdigital.ufpso.edu.co/es/lc/ufpso/titulos/710>

Lok, S. (2010). Indicadores de sostenibilidad para el estudio de pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 44(4): 333-344, 2010. Instituto de Ciencia Animal. <https://elibro-net.sibdigital.ufpso.edu.co/es/lc/ufpso/titulos/481>

Morales, C. (2005). Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. B - CEPAL.

<https://elibro-net.sibdigital.ufpso.edu.co/es/lc/ufpso/titulos/66025>

Muñoz, P. A. C. (2005). Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 6(2), 5-13, doi:10.21930/rcta.vol6_num2_art:42.

Orellana López, Dania M^a, & Sánchez Gómez, M^a Cruz (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1),205-222. ISSN: 0212-4068. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283321886011>

Padilla, C., Crespo, G y Sardiñas, Y. (2009). Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4),351-354. ISSN: 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193014888004>

Rincón Castillo, Álvaro. (2010). Degradación de praderas y estrategias de recuperación. Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA. Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1712>

Ru, An., Ce, Zhang., Mengqiu, Sun., Huilin, Wang., Xiaoji, Shen., Benlin, Wang., Fei, Xing., Xianglin, Huang y Mengyao, Fan. (2021). Monitoring grassland degradation and restoration using a novel climate use efficiency (NCUE) index in the Tibetan Plateau,

- China. *Ecological Indicators*, 131(1). ISSN 1470-160X. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108208>.
- Sampieri, R. (2016) *Metodología de la investigación*. Capítulo 1. Similitudes y diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. Recuperado de <https://bit.ly/3CLfTRP>
- Senra, A. (2010). Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(1):13-21, 2005. Editorial Universitaria. <https://elibro-net.sibdigital.ufps.edu.co/es/lc/ufps/titulos/580>
- Virgilio, Agustina di., Lambertucci, Sergio A y Morales, Juan M. (2019). Sustainable grazing management in rangelands: Over a century searching for a silver bullet, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 283(1). Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880919301690>
- Xuan, Zhao., Yueqing, Song., Tongtong, Xu., Man, Xu., Jinting, Cai., Ling, Wang y Zhiqiang, Li. (2021). Edge effects and spatial degradation process in highly fragmented grassland – impact on soil microbial community. *Ecological Indicators*, 132(1). ISSN 1470-160X. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108307>.
- Yanmin, Teng., Jinyan, Zhan., Boappeah, Agyemang y Yongxiu, Sun (2020). The effects of degradation on alpine grassland resilience: A study based on meta-analysis data. *Global*

Ecology and Conservation, 24(1). ISSN 2351-9894. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01336>.

Yuan, Yao., Junda, Chen., Fei, Li., Mingwei, Sun., Xuechen, Yang., Gui, Wang., Jianying, Ma y
Wei Sun. (2022). Exchangeable Ca²⁺ content and soil aggregate stability control the soil
organic carbon content in degraded Horqin grassland. Ecological Indicators, 134(1). ISSN
1470-160X. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108507>.