

Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales

Technical Reference 1734-6

Spanish Translation 2013
Version 4 — 2005



IISBN: 0-9755552-2-7

Este documento fue producido gracias a un esfuerzo interinstitucional, el número BLM ha sido asignado a la versión en inglés para propósitos administrativos y de seguimiento:

BLM/WO/ST-00/001+1734/REV05

Copias de TR 1734-6 en inglés están disponibles en:

BLM National Business Center
Printed Materials Distribution Service, BC-652
P.O. Box 25047
Denver, Colorado 80225-0047
Fax: 303-236-0845
E-mail: BLM_NCS_PMDS@blm.gov

Este documento está disponible en inglés en: www.blm.gov/nstc/library/techref.htm

Este document está disponible en inglés y en español en:
<http://jornada.nmsu.edu/monit-assess/>

Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales

Versión 4

Por

Mike Pellant
Ecólogo de Pastizales
Bureau of Land Management
Boise, Idaho

David A. Pyke
Ecólogo Investigador
U.S. Geological Survey
Forest and Rangeland
Ecosystem Science Center
Corvallis, Oregon

Patrick Shaver
Especialista en el Manejo de Pastizales
Natural Resources Conservation Service
Portland, Oregon

Jeffrey E. Herrick
Científico Investigador
Agricultural Research Service
Jornada Experimental Range
Las Cruces, New Mexico

Traducido por

Alicia Melgoza
Universidad de Chihuahua

María de Lourdes Martínez
Universidad Nacional Autónoma de México

David Toledo
Texas A&M University
USDA-ARS

Donna Yargosz
Asombro Institute for Science Education

Producido por

United States Department of the Interior
Bureau of Land Management
National Science and Technology Center
Division of Science Integration
Branch of Publishing Services
P.O. Box 25047
Denver, Colorado

Referencia Técnica 1734-6
2005

p. Para citar este documento:

Pellant, M., P. Shaver, D.A. Pyke, y J.E. Herrick. 2005. *Interpretación de indicadores de salud de los pastizales*, versión 4. Referencia técnica 1734-6. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center. Colorado, USA. 122 pp. (2013 Spanish translation by A. Melgoza, M. Lourdes Martínez, D. Toledo y D. Yargosz).

Agradecimientos

La coordinación interinstitucional entre el Bureau of Land Management (BLM), el National Resources Conservation Service (NRCS), el Agricultural Research Service (ARS), y el USGS Forest and Rangeland Ecosystem Science Center fue esencial para terminar con éxito este documento. El orden de los autores citados en esta publicación es un reflejo de la cantidad de tiempo invertido en la organización y preparación de la versión 4 de este documento, no de la contribución que cada autor hizo al contenido de esta referencia técnica.

Los autores quieren reconocer y agradecer de nuevo a todas las personas que contribuyeron en la versión 3 y en las versiones anteriores de *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales*; sus valiosas aportaciones se han agregado para mejorar la calidad y utilidad de esta referencia técnica. Mientras el concepto de salud de los pastizales siga evolucionando y madurando, la aplicación de este concepto y de este protocolo también evolucionará y esto se verá reflejado en futuras versiones del documento.

Los cambios en la versión 4 reflejan las contribuciones de cientos de participantes en los Estados Unidos, Canadá y México, así como de numerosas conversaciones, evaluaciones y revisiones científicas a través del proceso de revisión USGS.

El documento también se benefició por la aportación significativa del Jornada Basin Long-Term Ecological Research Project financiado por la National Science Foundation. El BLM National Training Center, bajo la dirección de Julie Decker, apoyó la realización de numerosas sesiones de capacitación interinstitucional para dar a los autores la información utilizada para pasar de la Versión 3 a la Versión 4. Entre las personas que examinaron o contribuyeron con importantes modificaciones a la Versión 4 están Jack Alexander, Brandon Bestelmeyer, Peter Dunwiddie, Kirk Gadzia, Sherm Karl, Patrick McCarthy, Mark Miller, Laura Burkett, Peter Russell, George Ruyle, Pete Sundt, Arlene Tugel, y Bob Unnasch. Cynthia Dalzell revisó y editó varios borradores de este documento y es reconocida por su contribución.

Gracias a Kathy Rohling y Janine Koselak de BLM's National Science and Technology Center por la edición, diseño y esquema de esta referencia técnica y a BLM's National Business Center por la gestión de los aspectos de la producción del documento final.

Agradecemos mucho el apoyo de la Estacion Experimental de la USDA Agricultural Research Service. El USDA Foreign Agricultural Service pagó los costos de la traducción final, y tambien de la publicación.

Prefacio

La versión 4 de Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales, Referencia técnica 1734-6, es la segunda edición publicada de esta técnica. Esta sigue las recomendaciones publicadas en Pyke et al. (2002). Los indicadores son los mismos de la Versión 3, lo que permite que este documento sustituya a la Versión 3, incluso en zonas donde el proceso de evaluación ya ha comenzado.

Los cambios en la Versión 4 están diseñados para mejorar la coherencia en la aplicación del proceso. La modificación más significativa es la sustitución de la Hoja de trabajo de Área de Referencia Ecológica por la Hoja de Referencia (Apéndice 2). La Hoja de Referencia facilita la aplicación coherente del proceso en cada sitio ecológico mediante la integración de todas las fuentes disponibles de datos y conocimientos para generar una sola gama de condiciones de referencia para cada indicador.

Hemos eliminado la Hoja de Trabajo de las Especies Dominantes (Versión 3, Apéndice 4), ya que la información obtenida en esta hoja de trabajo es similar a la información en la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales. Hemos incluido celdas para las especies nocivas y plantas invasoras en la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales (Versión 4, Apéndice 3). Esto permite a los usuarios documentar la presencia y abundancia de las especies invasoras para sus registros.

La Hoja de cubierta (Versión 3, Apéndice 3), ha sido eliminada y la información sobre la colecta de datos cuantitativos se aplaza a otras publicaciones.

Basados en un análisis más completo de la literatura, hemos cambiado la asignación del atributo por el indicador del movimiento de mantillo desde la Función Hidrológica a Estabilidad de Suelo/Sitio en la Versión 4, Apéndice 1.

En la Versión 3, Apéndice 1, todas las categorías de clasificación de los indicadores, salvo "extremo de lo esperado en la descripción del sitio ecológico/área de referencia" implicaron que la categoría incluyó una gama de valores. Esta implicación proviene ya sea del título (por ejemplo, Nulo a Ligero) o de la posición dentro del intervalo de las demás categorías (por ejemplo, Moderado estuvo entre Ligero a Moderado y Moderado a Extremo), pero la quinta categoría, Extremo, ha causado que algunos usuarios consideren que esta categoría no incluyó una gama de valores sino que estuvo el más peor posible. Esto no era nuestra intención y hemos cambiado la categoría Extremo a Extremo a Total en la Versión 4, Apéndice 1.

Recomendamos que los descriptores de cada indicador en la Matriz de Evaluación en la Versión 4, Apéndice 4, para cada sitio ecológico, sean revisados y se hagan más específicos. Este cambio ha sido diseñado para mejorar la coherencia entre los observadores. La redacción de los "descriptores por defecto" se ha mantenido como "descriptores genéricos" en casi todos los casos. Sólo se han efectuado modificaciones menores a los descriptores genéricos. Estos cambios clarifican los indicadores y no cambian su interpretación. En otras palabras, las interpretaciones hechas con la Versión 3 serán compatibles con las realizadas con la Versión 4, siempre y cuando se utilice la misma información de referencia.

Un diagrama de flujo en la sección "Instrucciones de Uso del Protocolo de Evaluación de la Salud de los Pastizales" y la Lista de Verificación del Protocolo para la Evaluación de la Salud de los Pastizales, Apéndice 8, se han añadido para ayudar a garantizar que todos los pasos necesarios sean completados.

Por último, hemos añadido nueva información, "Medidas Cuantitativas de los 17 Indicadores" (Apéndice 6), que describen los métodos cuantitativos que pueden utilizarse para generar los datos que complementen este proceso de evaluación cualitativa.

Indice

Agradecimientos	i
Prefacio	ii
Aplicaciones	1
Introducción	2
Relación con Índices de Similitud y Estudios de Tendencia	4
Atributos de la Salud de los Pastizales	5
Estabilidad del Suelo y del Sitio	5
Funcionalidad Hidrológica	5
Integridad Biótica	5
Conceptos	7
Contexto de Paisaje: Sitios Ecológicos y Cuencas Hidrológicas	7
Variabilidad Espacial	7
Relaciones del Paisaje	7
Extrapolación Espacial	8
Variabilidad Natural del Pastizal	8
Resistencia y Resiliencia	8
Indicadores	9
Indicadores Cualitativos vs. Cuantitativos	9
Consistencia Entre Indicadores de Vegetación: Producción, Cobertura, Foliar y Biomasa en Pie	11
Estados, Transiciones y Disturbios	12
Instrucciones para el Uso del Protocolo de Evaluación de la Salud de los Pastizales	14
Paso 1. Identificación del Área de Evaluación, Determinación del Suelo y Sitio Ecológico	15
Descripción del Área de Evaluación	15
Determinación del Suelo y del Sitio Ecológico	15
Acciones a Tomar en Cuenta Cuando no Hay Información Disponible Sobre el Suelo y/o Sitio Ecológico	16
Paso 2. Obtención o Desarrollo de la Hoja de Referencia y la Matriz de Evaluación Correspondiente	18
Obtención de la Hoja de Referencia	18
Instrucciones para el Desarrollo de una Hoja de Referencia	18
Obtenga la Matriz de Evaluación para el Sitio Ecológico	20
Instrucciones para el Desarrollo de la Matriz de Evaluación	21
Paso 3. Obtención de Información Suplementaria	22
Variabilidad Espacial y Temporal	22
Áreas Ecológicas de Referencia	22
Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales	22
Datos Cuantitativos	22
Paso 4. Evaluación de los 17 Indicadores en la Hoja de Evaluación	23

Indicadores	24
1. Canalillos	24
2. Patrones de Escurrimiento	24
3. Pedestales y/o Terracetas	24
4. Suelo Desnudo	25
5. Cárcavas	25
6. Erosión Eólica y Áreas de Suelo Depositado	25
7. Movimiento del Mantillo	26
8. Resistencia de la Superficie del Suelo a la Erosión	27
9. Pérdida de la Superficie del Suelo o Degradación	28
10. Composición y Distribución de la Comunidad Vegetal Relativa a la Infiltración y Escurrimiento	29
11. Compactación del Suelo	29
12. Grupos Funcionales/Estructurales	30
13. Mortalidad de Plantas/Decadencia	31
14. Cantidad de Mantillo	32
15. Producción Anual	32
16. Plantas Invasoras	33
17. Capacidad Reproductiva de Plantas Perennes	33
18. Indicadores Opcionales	34
Paso 5. Determinar el Estado Funcional de los Tres Atributos de Salud de los Pastizales	35
Aplicación a Áreas Más Grandes	37
Resumen	38
Literatura Citada	39
Glosario	47
Apéndices	
Apéndice 1. Hoja de Evaluación	58
Apéndice 2. Hoja de Referencia	62
Apéndice 3. Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales	66
Apéndice 4. Matriz de Evaluación	68
Apéndice 5. Fotografías de los 17 Indicadores	74
Apéndice 6. Mediciones Cuantitativas para los 17 Indicadores	95
Apéndice 7. Kit de Estabilidad del Suelo	96
Apéndice 8. Lista de Comprobación para el Protocolo de Evaluación de la Salud de los Pastizales	102

Figuras

Figura 1 - Cambios en los Procesos Ecológicos a Través del tiempo, Después de un Disturbio, para Sistemas que Varían en Resistencia y la Resiliencia	8
Figura 2 - Diagrama de Estados y Transiciones Genéricos	12
Figura 3 - Diagrama de Flujo del Protocolo para el Monitoreo de la Salud de los Pastizales	14

Cuadros

Cuadro 1 - Atributos de la Salud de los Pastizales y la Calificación de las Categorías para Cada Atributo	6
Cuadro 2 - Indicadores Cuantitativos Clave y Mediciones Relevantes para Cada Uno de los Tres Atributos	10
Cuadro 3 - Fuentes de Información de Utilidad para Completar la Sección I de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1) y Desarrollar las Hojas de Referencia (Apéndice 2)	17
Cuadro 4 - Ejemplo de un Descriptor Modificado para el Indicador Suelo Desnudo	21
Cuadro 5 - Indicadores Cuantitativos para Ciertos Indicadores	23
Cuadro 6 - Seis Grupos Funcionales/Estructurales y Ejemplos de Especies Representativas que se Pueden Encontrar en un Sitio Ecológico de Pastizal	31
Cuadro 7 - Especies Seleccionadas de Nueve Grupos Funcionales/Estructurales que se Pueden Encontrar en la Cuenca Desértica con Arbustos	31
Cuadro 8 - Indicadores Opcionales y Descripciones Genéricas para Costra Biológica y Estructura de la Vegetación	35

Aplicaciones

La evaluación cualitativa de la salud de los pastizales permite que las personas que administran la tierra y especialistas técnicas, tengan una buena herramienta de comunicación con el público en general. Muchas de estas herramientas han sido utilizadas exitosamente para este propósito durante los últimos 100 años. Esta técnica puede ser utilizada junto con un monitoreo cuantitativo e información de inventario, para proveer alertas tempranas de problemas de recursos en los pastizales elevados. En este manual hemos definido ‘ecosistemas no forestados’ como “un área donde la vegetación nativa (clímax o potencial natural) está dominada por pastos, hierbas o arbustos y además es manejada como un ecosistema natural. Si se han introducido plantas, estas han sido manejadas de manera similar. Por esto, el término incluye pastizales, matorrales, desiertos, áreas ribereñas, tundras, sabanas y comunidades alpinas” (Society for Range Management 1999). En esta definición también se incluyen bosques de encino y pino-táscate. En algunos casos en el texto, se usa los términos ‘Pastizal’ o ‘Agostadero’ para referir a estos ecosistemas.

El protocolo descrito en esta publicación está diseñado para:

- Ser utilizado sólo por gente con experiencia y conocimientos sobre el tema.
- Proveer una evaluación preliminar sobre la estabilidad del suelo y del sitio, la funcionalidad hidrológica, y la integridad de la comunidad biótica (a nivel de sitio ecológico).
- Dar a conocer conceptos ecológicos fundamentales a una amplia variedad de audiencias.
- Mejorar la comunicación entre grupos con distintos intereses, enfocando las discusiones en propiedades críticas y los diferentes procesos de los ecosistemas.
- Seleccionar sitios de monitoreo para el desarrollo de programas de monitoreo.
- Ayudar a los administradores de la tierra a detectar e identificar áreas con problemas potenciales y/o con riesgo de deterioro.
- Ser utilizado sólo por gente con experiencia y conocimientos sobre el tema.
- Proveer una evaluación preliminar sobre la estabilidad del suelo y del sitio, la funcionalidad hidrológica, y la integridad de la comunidad biótica (a nivel de sitio ecológico).
- Dar a conocer conceptos ecológicos fundamentales a una amplia variedad de audiencias.
- Mejorar la comunicación entre grupos con distintos intereses, enfocando las discusiones en propiedades críticas y los diferentes procesos de los ecosistemas.
- Seleccionar sitios de monitoreo para el desarrollo de programas de monitoreo.
- Ayudar a los administradores de la tierra a detectar e identificar áreas con problemas potenciales y/o con riesgo de deterioro.

El protocolo descrito en esta publicación NO está diseñado para uso independiente para:

- Identificar la(s) causa(s) de problemas en los pastizales.
- Realizar cambios de manejo y pastoreo.
- Monitorear la tierra o determinar su tendencia.
- Generar evaluaciones regionales o nacionales sobre la salud de los pastizales.

El protocolo de *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales* ha sido desarrollado para ser utilizado por gente con experiencia en el manejo de tierras o por especialistas técnicos. El protocolo de esta evaluación no está diseñado para ser utilizado por individuos que no tienen experiencia o conocimientos acerca de los sitios ecológicos que se están evaluando. Este protocolo requiere un buen entendimiento de los procesos ecológicos, vegetación y suelos de cada uno de los sitios en donde sea aplicado. Nuestra investigación ha demostrado que la calidad y consistencia de las evaluaciones mejoran cuando dos o más individuos (Ej. ecólogo y edafólogo) trabajan en conjunto. La participación de múltiples individuos es particularmente crítica en el desarrollo de hojas de referencia para cada sitio ecológico. El desarrollo de las hojas de referencia requiere un conocimiento de la variabilidad espacial y temporal de cada sitio ecológico.

Introducción

La ciencia de la evaluación de pastizales (incluyendo agostaderos) está cambiando a medida que los conceptos y protocolos evolucionan. El concepto de salud del pastizal fue considerado como una alternativa a la técnica de condición del pastizal (National Research Council 1994). El concepto del estado ecológico está siendo utilizado como la base para los inventarios y evaluaciones de sitio por profesionales en el área de pastizales. A pesar de que el término “salud” ha sido controversial cuando se asocia con sistemas naturales (Wicklum y Davies 1995, Lackey 1998, Rapport et al. 1998, Smith 1999), este protocolo sigue el enfoque dado por la Academia Nacional de las Ciencias (National Research Council 1994).

The National Research Council (1994) publicó *“Rangeland Health: New Methods to Classify, Inventory, and Monitor Rangelands”* en el cual define salud del pastizal como:

“El estado en el cual la integridad del suelo y los procesos ecológicos de los ecosistemas de pastizal son mantenidos”

En un esfuerzo paralelo, el comité de *Unidad en Conceptos y Terminología* de la Society for Range Management recomendó que la evaluación de los pastizales debería enfocar la conservación de suelos en el sitio (Task Group on Unity in Concepts and Terminology 1995). Un comité ad hoc fue establecido entre varias agencias federales para integrar los conceptos de los dos grupos dentro de los inventarios y evaluaciones de pastizales que llevan a cabo las diferentes agencias. El comité redefinió el término de la siguiente manera:

“El estado en el cual la integridad del suelo, vegetación, agua y aire así como los procesos ecológicos de los ecosistemas de pastizales están en equilibrio y son sustentables”

Así mismo, definen integridad como el *mantenimiento de los atributos funcionales característicos de un área específica, incluyendo la variabilidad normal* (USDA 1997).

El desafío para los científicos y administradores de la tierra es traducir este concepto en términos que el público pueda entender y los especialistas puedan usar para ayudar a identificar áreas donde los procesos ecológicos están o no funcionando de manera apropiada. Este documento describe un protocolo para enseñar el uso de indicadores observables para interpretar y evaluar la salud del pastizal al público en general y a los empleados de las agencias. Este protocolo se basa en el uso de procedimientos cualitativos (sin mediciones) para evaluar el estado funcional de cada indicador.

El uso de evaluaciones cualitativas es sugerido como una técnica de examinación rápida para calificar indicadores de protección del sitio, incluyendo componentes de suelo y vegetación (Morgan 1986). El uso de información cualitativa (Ej. observaciones) para determinar las condiciones del pastizal y del suelo tiene una larga historia de uso en los inventarios y monitoreos de estas áreas. En algunos casos, las evaluaciones cualitativas fueron usadas independientemente, mientras que en otros casos fueron combinadas con mediciones cuantitativas. Algunos de los primeros procedimientos que usaron un sistema de calificación de indicadores (enfoque de rangos) incluyen el Interagency Range Survey de 1937, Deming Two-Phase y el método de Parker Three-Step; los cuales determinan, entre otras cosas, la estabilidad del suelo en el sitio y la utilidad del forraje para el pastoreo de ganado (Wagner 1989). El Bureau of Land Management (BLM) también utilizó factores de la superficie del suelo para determinar el grado de erosión de las tierras públicas en los 1970's (USDI 1973). La Referencia Técnica 1737-9, *Riparian Area Management: Process for Assessing Proper Functioning Condition* (USDI 1993), incluye un listado cualitativo para la evaluación de la condición de funcionalidad apropiada de áreas ribereñas.

Esta versión de *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales* incorpora conceptos y materiales de procedimientos de inventario y monitoreo previos, así como de la publicación del National Research Council sobre Salud de los pastizales (NRC 1994) y del Grupo de Uniformidad en Conceptos y Terminología de la Society for Range Management (1995). El enfoque de ecología del paisaje para evaluar la funcionalidad de pastizales que fue desarrollado en Australia también contribuyó al entendimiento de los procesos del suelo en los pastizales de Norte América y a las interpretaciones derivadas de este protocolo (Tongway 1994).

Las versiones anteriores de este procedimiento fueron desarrolladas concurrentemente por diferentes agencias. Un grupo técnico interinstitucional liderado por BLM desarrolló la Versión 1a (Pellant 1996). El Natural Resources Conservation Service (NRCS) desarrolló la Versión 1b que fue publicada en el Natural Range and Pasture Handbook (USDA 1997). Otro grupo interinstitucional integró estos conceptos y protocolos con los resultados de numerosas pruebas de campo de la Versión 1a (Rasmussen, Pellant, y Pyke 1999) y de la Versión 1b en la Versión 2. La Versión 2 paso una revisión técnica y numerosos comentarios para llegar al proceso descrito en la Versión 3.

Los cambios en la Versión 4 se basan en contribuciones hechas por un gran número de usuarios de la Versión 3 y están diseñados para mejorar la consistencia en la aplicación de este proceso. La modificación más significativa fue el reemplazar la Hoja de Referencia Ecológica del Área por la Hoja de Referencia (Apéndice 2) (Pyke et al. 2002). La Hoja de Referencia facilita la aplicación consistente de este proceso en un sitio ecológico al integrar todas las fuentes de información disponibles para generar una descripción del rango de variabilidad esperada para cada indicador cuando un sitio se encuentra en un estado de referencia. Esto incluye la variabilidad temporal y espacial. Generalmente, la hoja de referencia es desarrollada para sitios ecológicos existentes, pero también puede ser aplicada para cualquier sistema de clasificación de la tierra basado en suelo/clima que refleje el potencial del sitio (ver la definición del sitio ecológico en el Glosario).

A lo largo de su aplicación, este procedimiento ha sido llamado “evaluación rápida”, “evaluación cualitativa de la salud de los pastizales” y “visualización de la salud de los pastizales”. En este documento nos referimos a este procedimiento como ***Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales – Versión 4***. Esta versión será revisada en el futuro a medida que la ciencia y experiencia provean información adicional sobre indicadores de la salud de los pastizales y su evaluación.

Relación con Índices de Similitud y Estudios de Tendencia

Los índices de similitud (condición de pastizal) y los estudios de tendencia han sido ampliamente utilizados para la evaluación de pastizales. El índice de similitud compara la comunidad actual de plantas en relación a la comunidad vegetal histórica o a una comunidad vegetal deseada que sea una de las comunidades de referencia del sitio ecológico (ver la sección de Conceptos: Estados, Transiciones y Disturbios). La tendencia es una determinación de la dirección del cambio en la comunidad vegetal actual y los suelos, en relación a la comunidad que existió en el pasado a lo largo de un continuo que se mueve hacia un clímax histórico o alguna otra comunidad deseada.

Esta evaluación de la salud de los pastizales intenta ver como los procesos ecológicos en un sitio están funcionando. Las tres herramientas (índice de similitud, tendencia y evaluación de la salud de los pastizales) evalúan el sitio desde tres perspectivas que no están necesariamente correlacionadas (Pierson et al. 2002).

Atributos de la Salud de los Pastizales

Los procesos ecológicos incluyen el **ciclo del agua** (la captura, almacenamiento y redistribución de la precipitación), **flujo de energía** (conversión de la luz solar a material vegetal y después animal) y el **ciclo de nutrientes** (el ciclo de nutrientes a través de los componentes físicos y bióticos del ambiente).

La funcionalidad de los procesos ecológicos dentro de un intervalo normal de variaciones mantiene una comunidad específica de plantas y animales. Las mediciones directas de la integridad y el estado de los procesos ecológicos en un sitio son difíciles y costosas de medir debido a la complejidad de los procesos y sus interrelaciones. Por lo tanto, los componentes biológicos y físicos son frecuentemente utilizados como indicadores del estado funcional de los procesos ecológicos y la integridad de un sitio.

El producto de esta evaluación cualitativa **no** es una simple calificación de la salud de un pastizal, sino la evaluación de tres componentes llamados atributos (Cuadro 1).

Las definiciones de estos tres atributos que están interrelacionados son:

Estabilidad del Suelo y del Sitio

Es la capacidad de un sitio para limitar la redistribución y pérdida de los recursos del suelo (incluyendo nutrientes y material orgánico) a causa del agua y viento.

Funcionalidad Hidrológica

Es la capacidad de un sitio para capturar, almacenar, y liberar agua de lluvia, escurrimientos y nieve (según sea el caso) de manera adecuada; para resistir una reducción en esta capacidad; y para recuperar esta capacidad después de que ocurra una degradación.

Integridad Biótica

Es la capacidad de la comunidad biótica para mantener los procesos ecológicos dentro del intervalo normal de variabilidad esperado para el sitio, resistir la pérdida de esta capacidad, y poder recuperarla cuando ocurran pérdidas. La comunidad biótica incluye plantas, animales y microorganismos que viven sobre y debajo del suelo.

Cada uno de estos atributos está resumido al final de la Hoja de Evaluación basados en una preponderancia de evidencia usando los indicadores aplicados (Apéndice 1). Esta evaluación es preliminar y puede ser modificada según la interpretación de datos de inventarios y monitoreos cuantitativos. El fundamento, explicación y cualquier modificación de la clasificación original debe ser documentada en la Hoja de Evaluación (Apéndice 1).

Para reiterar, el protocolo descrito aquí generará tres calificaciones, una para cada atributo.

Cuadro 1. Atributos de la salud de los pastizales y la calificación de las categorías para cada atributo.

Estabilidad del Suelo y del Sitio		Funcionalidad Hidrológica		Integridad Biótica	
La calificación de los atributos refleja el grado de diferencia entre los niveles esperados para cada indicador según la Hoja de Referencia.					
Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero	

Conceptos

El entendimiento de los siguientes cinco conceptos es necesario para poder aplicar este método.

Contexto de Paisaje: Sitios Ecológicos y Cuencas Hidrológicas

El paisaje comprende parte o el total de una o varias cuencas hidrológicas. Varios sistemas han sido desarrollados para clasificar el paisaje en unidades similares y poder realizar comparaciones. En *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales* se requiere de un sistema de clasificación que divida el paisaje basado en el potencial de la tierra para producir distintos tipos, cantidades y proporciones de vegetación. Los suelos, clima y topografía en conjunto determinan este potencial. El concepto de sitio ecológico fue desarrollado por el USDA NRCS como un sistema de clasificación de tierras. También se pueden utilizar otros sistemas de clasificación basados en el potencial ecológico de un sitio. Donde no existen tales sistemas (Ej. México), el método puede ser aplicado localmente usando la mejor información disponible. Esta información será documentada en la Hoja de Referencia (Apéndice 2).

El protocolo de *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales* fue diseñado para ser aplicado en localidades específicas, conocidas como áreas de evaluación, dentro del paisaje. Los evaluadores deben ser capaces de reconocer e identificar correctamente los sitios ecológicos ya que las evaluaciones están hechas en relación a un sitio ecológico específico o su equivalente. Los sitios ecológicos o sus equivalentes se identifican en campo usando los factores que determinan su potencial: suelo, clima y topografía (USDA 1977).

Además de la identificación del sitio ecológico, se requiere un conocimiento de los intervalos potenciales de variabilidad espacial y de su relación con el paisaje (incluyendo características de las áreas que lo rodean) para poder interpretar las evaluaciones. Debido a que el estado de las áreas en los alrededores puede influir el área de evaluación, se han provisto formas de documentar la información pertinente acerca de estas áreas aledañas en la Hoja de Evaluación (Apéndice 1) y la Hoja de Referencia (Apéndice 2).

Variabilidad Espacial

Para la aplicación de esta técnica es necesario tener un entendimiento del intervalo potencial de variabilidad espacial tanto dentro como entre los sitios ecológicos. Por ejemplo, las pendientes con cara al sur están sujetas a tasas más altas de evaporación y generalmente tienen suelos más someros que las pendientes de cara al norte. Estas características de alta evaporación y suelos someros dan como resultado menos humedad disponible, incrementando el suelo desnudo y el potencial para la formación de canalillos aun en sitios que están cercanos o dentro de su potencial natural. Los sitios localizados en partes más bajas del paisaje pueden recibir escurrimientos de agua durante tormentas intensas o cuando la nieve se derrite. El efecto de un incremento en el escurrimiento puede ser positivo cuando el agua adicional es retenida dentro del sitio y está disponible para el crecimiento de las plantas. El incremento del escurrimiento puede ser negativo si esto resulta en mayor erosión. Los micrositos que capturan nieve acarreada por el viento generalmente tiene un potencial productivo más alto que los sitios que típicamente no tienen nieve, excepto cuando la nieve persiste lo suficiente como para limitar el periodo de crecimiento. Algunas veces las diferencias de estos micrositos se ven reflejadas en diferentes sitios ecológicos; sin embargo, la mayoría de los sitios ecológicos tienen un amplio intervalo de micrositos con potencial variable.

Relaciones del Paisaje

Algunas veces se requiere un conocimiento de las relaciones del paisaje para interpretar la diferencia entre la calificación obtenida para un indicador y la esperada para un sitio ecológico específico. Los efectos directos e indirectos de otras áreas del paisaje pueden ser importantes. Los efectos directos incluyen escurrimiento, erosión y dispersión de semillas provenientes de áreas aledañas. Los efectos indirectos incluyen diferencias en herbivoría, relaciones entre depredador-presa o patógeno-huésped asociadas con la proximidad al agua o hábitats alternos.

Por ejemplo, la recuperación o degradación de una localidad puede afectar la evaluación de los indicadores en las partes bajas del paisaje. Mientras que los efectos de la degradación se reflejan en lugares bajos (Ej. una cárcava activa puede ser calificada como “extremo a total” comparada con la Hoja de Referencia (Apéndice 2)), la causa puede ser un incremento del escurrimiento proveniente de otra localidad. Por el contrario, la recuperación de la cobertura vegetal y la capacidad de infiltración de agua en el suelo en localidades altas pueden resultar en una disminución en la disponibilidad de agua para el crecimiento de las plantas en localidades bajas. Estos son ejemplos excelentes del por que no se recomienda que este enfoque se utilice aisladamente para asignar causas a los problemas del pastizal. Para definir la causa de las cárcavas y del incremento en la producción se requiere un análisis a nivel de paisaje y es posible que la fuente del problema sea controlada por diferentes administradores de la tierra. Se recomienda documentar cualquier influencia que provenga fuera del sitio y que afecte el área evaluada, en la primera página de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1).

Extrapolación Espacial

El análisis cualitativo de la cuenca hidrológica, subcuenca o microcuenca puede ser utilizado para generar un mapa para cada uno de los tres atributos basado en la evaluación ecológica a nivel de sitio. En unidades de paisaje más grandes es necesario realizar un diseño de muestreo apropiado para poder agregar evaluaciones cualitativas. Estos mapas pueden ser sobrepuestos a los de suelo o sitios ecológicos y usarse para identificar áreas donde el cambio de manejo tendría mayores efectos sobre el escurrimiento, la calidad del agua y otros recursos de interés. Debido a la complejidad inherente de muchos paisajes, muchas partes del paisaje pueden ser mapeadas como “complejos” en donde una sola unidad de mapeo represente varios sitios ecológicos y/o un solo sitio ecológico que contenga diferente calificación en diversas áreas dentro de la misma unidad de mapeo (Ej. las áreas cercanas a las fuentes de agua para ganado pueden estar más degradadas que las áreas más lejanas).

Variabilidad Natural del Pastizal

El potencial biológico y físico de cada localidad es único en espacio y tiempo (Bestelmeyer et al. 2004). Hasta donde sea posible, los tipos y fuentes de variabilidad espacial y temporal deberán ser descritos para cada indicador en la Hoja de Referencia (Apéndice 2). Las fuentes de variabilidad espacial incluyen suelo, clima, desastres naturales, comunidades vegetales dentro del estado de referencia (ver Estados, Transiciones y Disturbio) y posición topográfica. Mientras que se espera que todas estas fuentes sean similares dentro de un sitio ecológico, la calidad de las evaluaciones se puede mejorar reconociendo y documentando tanto la variación esperada entre éstas como la influencia sobre los indicadores individuales en la Hoja de Referencia.

Las comunidades de plantas y suelos también varían naturalmente a través del tiempo. Se esperaría que el suelo desnudo se incremente durante periodos prolongados de sequía, y que las especies leñosas y mantillo se reduzcan después del fuego. Así mismo, se esperaría que después de lluvias intensas haya un mayor movimiento de mantillo y patrones de escurrimiento en muchos ecosistemas. El intervalo de variabilidad temporal esperado dentro de un sitio ecológico debe ser reflejado en la Hoja de Referencia (Apéndice 2). Por ejemplo, los cambios de la comunidad vegetal a lo largo de un continuo dentro del estado de referencia (Figura 2) deberán ser reflejados en la descripción del indicador “Grupos Estructurales/ Funcionales de Plantas” en la Hoja de Referencia.

Resistencia y Resiliencia

Mantener el rango natural de variabilidad depende de la resistencia y resiliencia del ecosistema. La resistencia es la capacidad del ecosistema de seguir funcionando con cambios mínimos después de un disturbio. La resiliencia es la capacidad

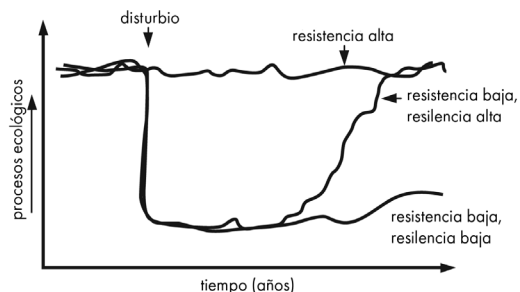


Figura 1. Cambios en los procesos ecológicos a través del tiempo, después de un disturbio, para sistemas que varían en resistencia y resiliencia (modificado de Seybold et al. 1999).

de recuperación del ecosistema después de un disturbio (Figura 1). La resiliencia se define en términos del grado de recuperación, del tiempo que tarda en recuperarse, o de ambos (Figura 1).

La resistencia y resiliencia de una comunidad varían dentro de un estado ecológico. Por lo cual, la comunidad que sea menos resistente y/o resiliente después de un disturbio muy probablemente será la que siga una transición a otro estado.

Indicadores

Desafortunadamente los procesos ecológicos son difíciles de observar o medir en el campo debido a la complejidad de la gran mayoría de los pastizales. Los indicadores son componentes de un sistema cuyas características (Ej. presencia o ausencia, cantidad, distribución) son utilizadas como un índice de un atributo (Ej. funcionalidad hidrológica) que es muy difícil, inconveniente o costoso de medir. Así como el índice Dow Jones se utiliza para medir la fuerza de la bolsa de valores, diferentes combinaciones de los 17 indicadores son utilizados para medir la estabilidad del sitio/suelo, funcionalidad hidrológica y la integridad biótica.

Diferentes indicadores han sido utilizados históricamente para el monitoreo de pastizales y en el inventario de recursos por agencias de manejo y asistencia técnica. Estos indicadores estaban enfocados en la vegetación (Ej. producción, composición, densidad) o en la estabilidad de suelo como indicadores de la condición del pastizal o capacidad de carga. Estas evaluaciones de atributos individuales previamente utilizadas son inadecuadas para determinar la salud del pastizal ya que no reflejan la complejidad de los procesos ecológicos. No existe un solo indicador de salud sino un grupo de indicadores claves que deben de ser utilizados para las evaluaciones (Karr 1992).

Indicadores Cualitativos vs. Cuantitativos

La *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales* está basada en indicadores cualitativos. Estos indicadores son apropiados para los objetivos descritos en el capítulo “Aplicaciones”. Las mediciones cuantitativas se deben hacer cuando sea necesario documentar la evaluación para hacer comparaciones directas con otras localidades, o cuando se requieran datos de monitoreo para determinar tendencias.

Los indicadores cuantitativos que están correlacionados con muchos de los indicadores cualitativos usados en este protocolo pueden ser calculados a partir de mediciones cuantitativas (Cuadro 2). Información más detallada se incluye en el Apéndice 6, Mediciones Cuantitativas para los 17 Indicadores. En algunos casos no existen indicadores cuantitativos equivalentes. Esto demuestra que algunas propiedades del ecosistema se reflejan de manera más precisa con indicadores cualitativos, mientras que otras son mejor reflejadas por mediciones cuantitativas (Rapport 1995). En la mayoría de los casos, la relación es similar, pero los valores específicos de la desviación de cada calificación varía significativamente entre los sitios ecológicos. Por ejemplo, la densidad de canalillos para la calificación “nulo a ligero” es más alta en los sitios ecológicos “malpais” (áreas naturales con alta densidad de cárcavas y poco útiles desde el punto de vista agropecuario) que en sitios ecológicos localizados en áreas planas dentro de las Grandes Planicies Centrales de Estados Unidos.

El mejor enfoque para diseñar un programa de monitoreo que sea compatible con este protocolo de evaluación cualitativo es seleccionar los mejores indicadores cuantitativos para cada uno de los tres *atributos*, en vez de seleccionar un indicador cuantitativo equivalente para cada indicador cualitativo. Los mejores indicadores cuantitativos son aquellos, que como grupo, se correlacionan de manera consistente con las funciones ecológicas asociadas a cada uno de los tres atributos. Por ejemplo, suelo desnudo y estabilidad de los agregados del suelo están altamente correlacionados con la resistencia a la erosión en la mayoría de los sitios ecológicos, y por lo tanto son buenos indicadores del atributo “estabilidad de suelo/sitio” (Herrick et al. 2005).

Cuadro 2. Indicadores cuantitativos clave y mediciones relevantes para cada uno de los 3 atributos. Debido a que no existe un indicador cuantitativo apropiado para cada indicador cualitativo, recomendamos poner atención en la elección de los mejores indicadores (cualitativos y cuantitativos) para cada atributo (para comparaciones específicas de los indicadores ver Apéndice 6.) Referencias: (1) USDA 1997, (2) Elzinga et al. 1998, y (3) Herrick et al. 2005.

Atributo	Indicadores cualitativos	Indicadores cuantitativos clave	Mediciones seleccionadas y referencias
Estabilidad de suelo/sito	• Canalillos • Patrones de flujo de agua • Pedestales y terracetas • Suelo desnudo • Cárcavas • Erosión eólica y áreas de suelo depositado • Movimiento del mantillo • Resistencia de la superficie del suelo a la erosión • Pérdida de la superficie del suelo o degradación • Compactación	Suelo desnudo	Línea de puntos (2,3) Gradilla de puntos (2)
		Proporción de la superficie del suelo cubierta por dosel mayor al mínimo esperado	Intercepto de parches aéreas (3) Intercepto de línea continua (2)
		Proporción de la superficie del suelo cubierta por parches entre bases de plantas mayores al mínimo esperado	Intercepto de parches entre plantas basales (3) Intercepto de línea continua (2)
		Estabilidad de los macro agregados del suelo en el agua	Kit de estabilidad del suelo (3)
Función hidrológica	• Canalillos • Patrones de flujo de agua • Pedestales y terracetas • Suelo desnudo • Cárcavas • Resistencia de la superficie del suelo a la erosión • Pérdida de la superficie del suelo o degradación • Composición de la comunidad vegetal y distribución relativa a la infiltración y escurrimiento • Compactación • Cantidad de mantillo	Suelo desnudo	Línea de puntos (2,3) Gradilla de puntos (2)
		Proporción de la superficie del suelo cubierta por dosel mayor al mínimo esperado	Intercepto de parches aéreas (3) Intercepto de línea continua (2)
		Proporción de la superficie del suelo cubierta por parches entre bases de plantas mayores al mínimo esperado	Intercepto de parches entre plantas basales (3) Intercepto de línea continua (2)
		Estabilidad de los macro agregados del suelo en el agua	Kit de estabilidad del suelo (3)
Integridad biótica	• Resistencia de la superficie del suelo a la erosión • Pérdida de la superficie del suelo o degradación • Compactación • Grupos funcionales/estructurales • Mortalidad de las plantas/decadencia • Cantidad de mantillo • Producción anual • Plantas invasoras • Capacidad reproductiva de plantas perennes	Estabilidad de los macro agregados del suelo en el agua	Kit de estabilidad del suelo (3)
		Cobertura foliar de la vegetación por cada grupo funcional	Línea de puntos (2,3) Gradilla de puntos (2)
		Cobertura basal de la vegetación por cada grupo funcional	Línea de puntos (2,3) Gradilla de puntos (2)
		Cobertura de mantillo	Línea de puntos (2,3) Gradilla de puntos (2)
		Producción de la vegetación por cada grupo funcional	Cosecha (1) Doble muestreo (1)
		Cobertura de plantas invasoras	Línea de puntos (1,3)
		Densidad de plantas invasoras	Transecto de banda (2,3) Cuadrantes (2)

Consistencia Entre Indicadores de Vegetación: Producción, Cobertura, Foliar y Biomasa en Pie

La aplicación de este método depende de las comparaciones hechas a una línea base consistente. Esta línea base varía dependiendo de cual indicador está siendo evaluado, la relación de ciertos indicadores con la producción, cobertura foliar o biomasa; y los métodos de colección de datos. En *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales*, la Hoja de Referencia sirve como una base para los 17 indicadores. La hoja de referencia contiene información sobre la composición de la vegetación para varios indicadores, incluyendo grupos funcionales y estructurales. La evaluación de estos indicadores se basa frecuentemente en la producción anual debido a la amplia disponibilidad de descripciones de sitios ecológicos que incluyen datos de producción.

Tanto la biomasa en pie como la cobertura foliar están correlacionadas con la producción. Sin embargo, estas relaciones varían según las especies. Las relaciones entre cobertura foliar, biomasa y producción varían entre localidades, en un mismo año y a lo largo de diferentes años en una sola localidad. Los intervalos de dominancia de las especies o grupos funcionales/estructurales pueden cambiar dependiendo de que mediciones de vegetación sean tomadas. Consecuentemente, la substitución uniforme de la cobertura foliar o biomasa para la producción no es apropiada. Sin embargo, la cobertura foliar y la biomasa pueden ser usadas como sustituto de la producción cuando la relación sea bien entendida.

Pueden presentarse comparaciones inconsistentes cuando se utilizan diferentes métodos par cuantificar o estimar la producción, cobertura foliar o biomasa. La producción anual estimada incluye tres componentes: crecimiento anual presente al momento de la evaluación, crecimiento anual que ha sido removido por el ganado y/o fauna silvestre, y el crecimiento esperado (producción) durante el resto del año. El crecimiento esperado se puede calcular utilizando curvas estándar de crecimiento. La producción anual incluye toda la biomasa aérea de todas las especies, incluyendo elongaciones de tallos. La biomasa incluye toda la producción sobre el suelo independientemente del año en el cual se haya producido.

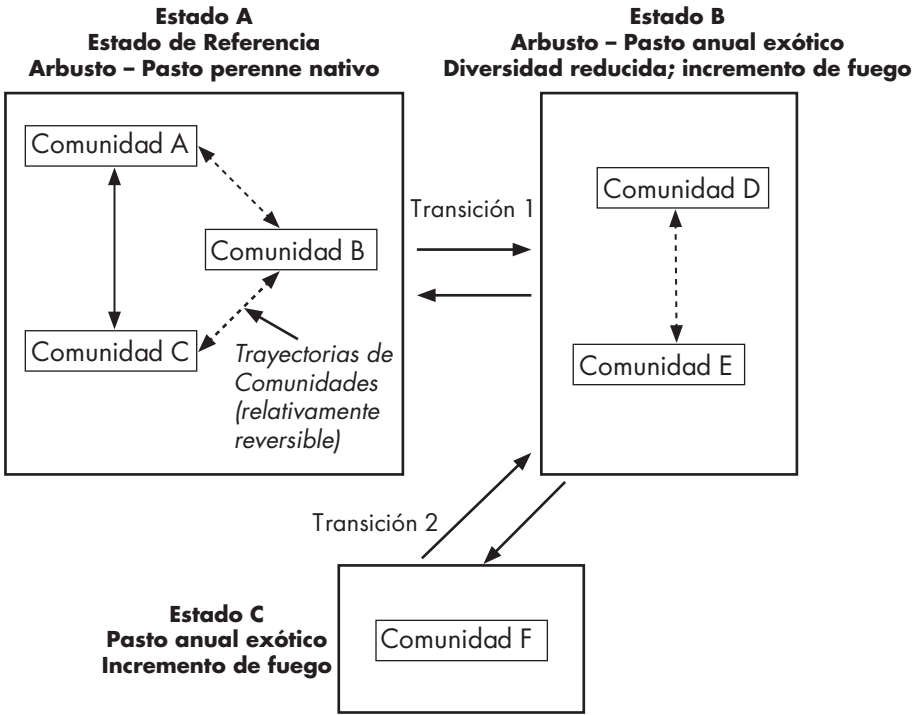
La cobertura foliar es la proporción de la superficie del suelo cubierta cuando se hace una proyección vertical del follaje de la planta. Esta es el área que efectivamente está protegida de las gotas de lluvia y donde se presenta sombra cuando el sol está directamente sobre la planta. Esta es la definición utilizada en los modelos de erosión. La cobertura foliar refleja cambios en la densidad del follaje asociado a la mortalidad de hojas y ramas, así como también refleja cambios en el tamaño y número de plantas individuales en un área definida.

Las mediciones o estimaciones de la cobertura foliar pueden basarse en varios enfoques incluyendo línea de puntos y estimaciones visuales. El método de línea de puntos (Elzinga et al. 1998, Herrick et al. 2005) se recomienda ya que es una medición directa del área cubierta por el follaje y ramas y puede utilizarse para evaluar indicadores que generalmente están más relacionados con la producción, escurrimiento, erosión y sensores remotos. Este método es uno de los más fáciles de estandarizar comparado con los otros métodos de cobertura vegetal y es el método más utilizado para recolectar cobertura foliar para nuevas descripciones de sitios ecológicos.

Se debe tener cuidado al interpretar descripciones de sitios ecológicos que se describieron antes de 1997 que fue cuando la NRCS comenzó a utilizar la cobertura foliar en vez de la cobertura aérea dentro de las descripciones (USDA 1997). La cobertura aérea incluye todos los espacios localizados dentro del espacio ocupado por una planta individual como "cubierta", aún cuando estos no estuvieran cubiertos por hojas o por ramitos. Esto daba como resultado altas estimaciones de cobertura, particularmente en pastos estoloníferos, arbustos y árboles con follajes difusos y no reflejaba la cubierta foliar. Los datos de cobertura que se recolectan dentro de las nuevas descripciones de sitios ecológicos están basados en cobertura foliar.

Estados, Transiciones y Disturbios

Un estado incluye una o mas comunidades biológicas (incluyendo suelo) presentes en un sitio ecológico particular y que funcionalmente son similares en relación a los tres atributos (estabilidad de suelo/sitio, función hidrológica e integridad biótica). Los estados generalmente se distinguen por diferencias relativamente grandes en los grupos funcionales de plantas, propiedades dinámicas del suelo, y procesos del ecosistema y consecuentemente en la estructura de la vegetación, biodiversidad y requerimientos de manejo. También se distinguen por su manera de responder a disturbios. Diferentes comunidades de plantas pueden estar incluidas dentro de un estado y éstas frecuentemente están conectadas por los patrones de las comunidades (ver Figura 2, Diagrama genérico de estados y transiciones; Bestelmeyer et al. 2002, Stringham et al. 2001).



Ejemplos de Transiciones entre comunidades (relativamente reversibles)

A	Arbustos y pastos perennes nativos codominantes (comunidad clímax de plantas)
B	Pastos perennes nativos dominantes; arbustos subdominantes
C	Arbustos dominantes; pastos perennes nativos subdominantes
D	Arbustos dominantes; pastos exóticos subdominantes
E	Pastos exóticos dominantes; arbustos subdominantes
F	Pastos anuales exóticos dominantes

Ejemplos de Transiciones entre estados (relativamente no reversibles)

1	Fuego e introducción de pastos anuales, exóticos e invasores
2	Fuego en repetidas ocasiones lo cual excede el intervalo de recuperación natural

Figura 2. Diagrama de estados y transiciones genéricos. Las líneas punteadas entre las comunidades dentro de un estado son los patrones de las comunidades; las líneas continuas entre los estados son las transiciones; las líneas punteadas indican transiciones reversibles improbables (ver la tabla y la figura para mayor explicación).

Los cambios entre los estados (flechas continuas en la Figura 2) son llamados “transiciones”. Por otro lado, las rutas de comunidad (flechas punteadas en la Figura 2) son los umbrales de las transiciones y no son reversibles por la simple alteración de la intensidad o dirección de los factores que produjeron ese cambio. De hecho, esto crea un estado físicamente alterado, como un estado erosionado que ha perdido parte del horizonte A del suelo. Este estado puede requerir prácticas costosas como reintroducción de especies vegetales y control de arbustos para tratar de volver al estado previo (USDA 1997). Las transiciones entre los estados en un sitio ecológico son frecuentemente causadas por una combinación de mecanismos de retroalimentación que alteran la dinámica de la vegetación y suelo (Ej. Schlesinger et al. 1990). Por ejemplo, a medida que los arbustos reemplazan a los pastos, el escurrimiento y la erosión se incrementan debido a los espacios entre arbustos que a su vez siguen reduciendo la disponibilidad de recursos para los pastos.

El estado de referencia es el estado donde la estabilidad del suelo/sitio, la función hidrológica y la integridad biótica se encuentran cerca de su nivel óptimo, bajo un régimen de disturbio natural. Este estado generalmente incluye a más de una comunidad, y una de ellas es conocida como “comunidad histórica clímax” (ver Glosario) que es descrita como una de las comunidades en el Estado de Referencia en la Figura 2. De manera alternativa, la literatura acerca del manejo de pastizales y literatura ecológica (Heady y Child 1994, SRM 1999, Vallentine 1990) reconocen una de las comunidades como “comunidad vegetal natural potencial”. A pesar de que esta referencia técnica usa el estado de referencia (pero no una comunidad particular dentro del estado) para evaluar la salud de los pastizales, se puede manejar el pastizal para una comunidad en otro estado. En otras palabras, comúnmente el estado de referencia incluye la comunidad vegetal deseada por el administrador de pastizales; aunque no en todos los casos. Sin embargo, si la sustentabilidad es el objetivo, la comunidad vegetal deseada casi siempre se encontrará en el estado de referencia (Borman y Pyke 1994).

En los ecosistemas, el disturbio es natural y necesario. Los ecosistemas saludables son generalmente resistentes a disturbios externos y resilientes (se pueden recuperar) a estos disturbios externos cuando ocurren (Pimm 1984). En los ecosistemas saludables generalmente varias comunidades fluctúan a través del tiempo dentro de un estado. Las transiciones raramente ocurren en respuesta a regímenes naturales de disturbio. Sin embargo, la resistencia y resiliencia por sí solas no son un criterio para un ecosistema saludable; los sistemas degradados comúnmente son muy resistentes al cambio.

Instrucciones para el Uso del Protocolo de Evaluación de la Salud de los Pastizales

La determinación de la salud de los pastizales provee información sobre el funcionamiento de los procesos ecológicos relativos al estado de referencia del sitio ecológico u otra unidad de área funcionalmente similar. Esta determinación provee información que no está disponible con otros métodos de evaluación y es un indicador del estado de los tres atributos seleccionados para representar la salud del “área de evaluación” (Ej. El área donde la evaluación de salud del pastizal se lleva a cabo). El interés en un área puede ser debido a que se quiere conocer la condición actual, a que hace falta información sobre la condición del sitio o debido a la percepción pública sobre la condición de un área de interés.

Las siguientes instrucciones son una guía para el usuario donde se explica el proceso paso a paso. Los pasos son identificados junto con los documentos requeridos para poder completarlo. En cada paso se explican las acciones y conceptos a seguir.

En el diagrama de flujo de la Figura 3 se ilustra el proceso completo. Este diagrama puede ayudar a decidir que pasos completar y en que orden. Utilice la Lista de Tareas del Protocolo de Evaluación de la Salud del Pastizal (Apéndice 8) para asegurarse de que cada paso haya sido cubierto completamente.

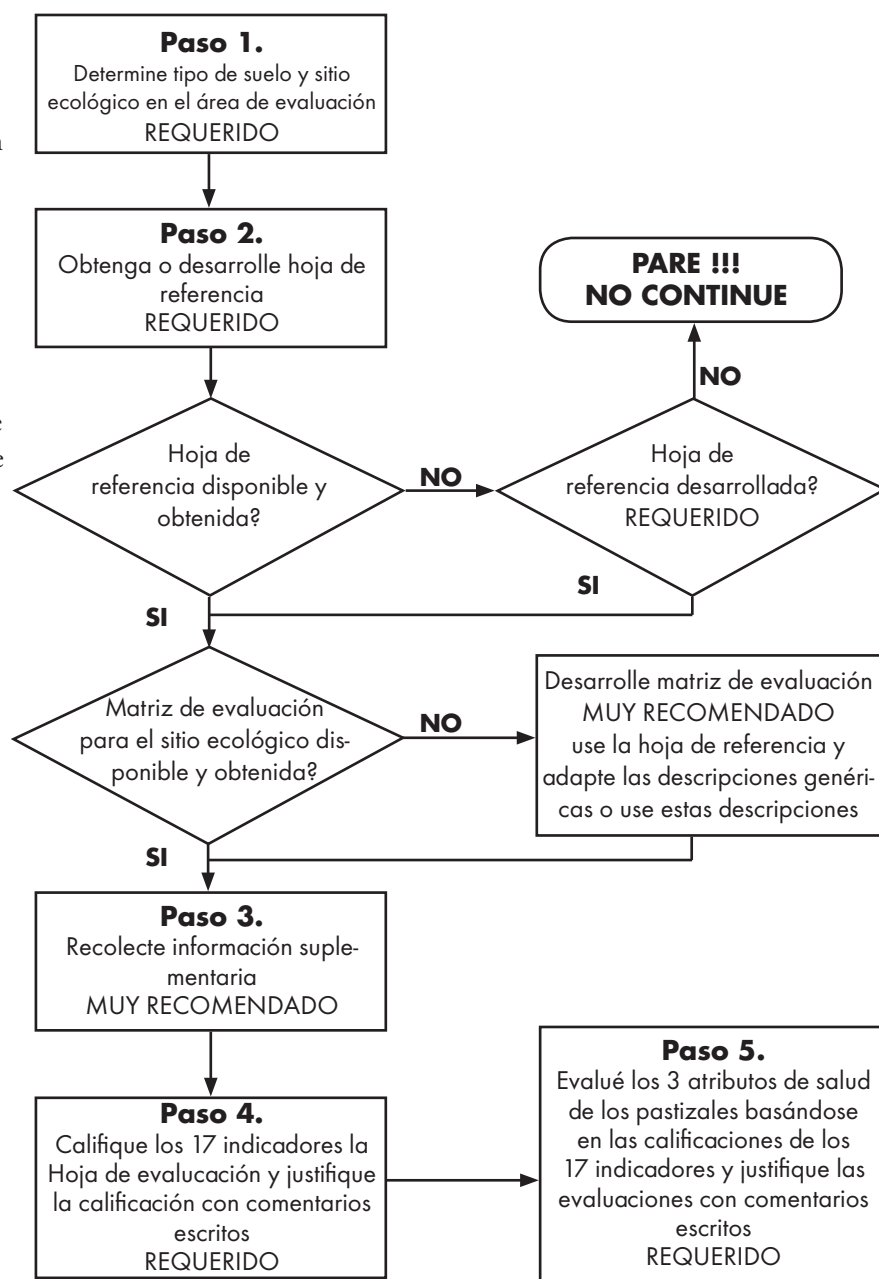


Figura 3. Diagrama de flujo del protocolo para el monitoreo de la salud de los pastizales.

Paso 1. Identificación del Área de Evaluación, Determinación del Suelo y Sitio Ecológico (REQUERIDO)

Complete la página uno de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1).

Descripción del Área de Evaluación

El frente de la primera hoja de la Hoja de Evaluación se utiliza para escribir información del sitio y características básicas del área de evaluación (Apéndice 1). El reverso de la hoja se completa durante el desarrollo del Paso 5.

El área de evaluación debe ser lo suficientemente grande para realizar una evaluación precisa de todos los indicadores y debe ser por lo menos de $\frac{1}{2}$ a 1 acre. Un acre es aproximadamente del tamaño de una cancha de fútbol americano. Cuando se llegue al lugar que va a ser evaluado se deben establecer los límites del área de evaluación y se debe caminar a través de ella y observar las características físicas y biológicas en al menos 2 acres para cada sitio ecológico en el área a evaluar. Esto permite al/los evaluador(es) familiarizarse con las especies de plantas, aspectos de la superficie del suelo y de la variabilidad de cada sitio ecológico en el área de evaluación. A menos que solo haya un sitio ecológico de interés en el área de evaluación, se debe llenar una evaluación por separado para cada sitio ecológico que exista en el área. En caso de que haya más de un sitio ecológico en el área a evaluar, asegúrese de que los límites de cada sitio estén claramente delineados y entendidos antes de empezar la evaluación.

Se deben de observar y anotar las características alrededor del área de interés que puedan afectar los procesos ecológicos. La posición topográfica del área de evaluación, caminos adyacentes, veredas, aguajes, cárcavas, áreas deforestadas y otros disturbios pueden afectar los procesos dentro del sitio. La posición topográfica debe ser descrita cuidadosamente al igual que las influencias de las áreas aledañas al área de evaluación. Existe una variabilidad significativa en el potencial ecológico de diferentes sitios ecológicos. Esta variabilidad está asociada con las relativamente leves diferencias en la ubicación del área y en los suelos (por ejemplo diferencias en el aspecto de la pendiente, o entre la cima y la base de una ladera). La posición dentro del paisaje y las propiedades de los alrededores se documentan en la Página 1 de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1).

Es recomendable tomar e incluir fotografías junto al formato. Se deben sacar dos fotografías con vistas generales tomadas en diferentes direcciones (incluyendo algunas con el horizonte como punto de referencia) y otras fotografías que ilustren valores de indicadores importantes o anomalías. Al reverso de la foto se debe anotar la hora, fecha, orientación y localidad.

Determinación del Suelo y del Sitio Ecológico

Cada sitio ecológico dentro del área de evaluación debe ser verificado comparándolo con la descripción del sitio ecológico correspondiente y los suelos. La mejor forma para confirmar la clasificación del suelo, y por lo tanto el sitio ecológico, es cavar varios hoyos para verificar que las características del perfil del suelo sean consistentes con las características listadas en la descripción del sitio ecológico. Los inventarios de suelo (que generalmente incluyen mapas y otra información útil) deben ser consultados si la información del suelo en la descripción del sitio ecológico es inadecuada para correlacionarla con la descripción del sitio ecológico. El evaluador debe revisar la descripción del sitio ecológico para mantener una consistencia con los suelos y la vegetación en el área de evaluación.

Use siempre la Hoja de Referencia que corresponda al sitio ecológico apropiado. Las descripciones y comparaciones del suelo hechas en campo con la lista de suelos descritos en la descripción del sitio ecológico deben ser hechas aún cuando existe la disponibilidad de mapas. Los mapas deben ser utilizados sólo para predecir suelos (y por lo tanto sitios ecológicos) que pueden presentarse en el área de evaluación. Esto es debido a que

muchas unidades en los mapas de suelo incluyen más de un tipo de suelo. En la mayoría de los mapas de suelos de los Estados Unidos de América se presentan “inclusiones” de suelo o suelos que representan áreas relativamente pequeñas de una unidad de mapeo. Estas inclusiones pueden o no estar en el inventario de suelos. Cada suelo en una unidad de mapeo puede pertenecer a diferentes sitios ecológicos. Incluso series de suelo pueden pertenecer a más de un sitio ecológico si las propiedades funcionales significativas varían significativamente dentro de la misma serie de suelo. La textura de la superficie y la exposición son ejemplos de propiedades funcionalmente significativas.

Documente la información del perfil de suelo en la sección de identificación del suelo/sitio en la primera página de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1). También se incluyen características de los suelos que son importantes en la relación suelo/planta/aire/agua aún cuando estas no sean requeridas para identificar los suelos. La textura de los suelos en cada horizonte, profundidad del suelo, o profundidad de un horizonte de suelo que impida el flujo de agua o crecimiento de raíces (Ej. cálcico o sódico) o que retenga agua (Ej. argílico), y otras características de los suelos que sean importantes en la relación suelo/planta/aire/agua se deben identificar para poder interpretar los indicadores. Se recomienda incluir a un edafólogo o a un especialista en clasificación de suelos durante esta fase de la evaluación.

Acciones a Tomar en Cuenta Cuando no Hay Información Disponible Sobre el Suelo y/o Sitio Ecológico

En áreas donde los inventarios de suelo no están disponibles o son inadecuados se pueden utilizar fotografías aéreas, mapas topográficos, mapas geológicos y registros meteorológicos locales para ayudar a decidir que descripción de sitio ecológico de áreas adyacentes es más adecuado (ver Cuadro 3). Cuando la descripción de sitios ecológicos no está disponible se pueden utilizar las descripciones de sitios en regiones similares. La información acerca de la vegetación puede encontrarse en otras fuentes como descripción de hábitats, estudios de monitoreo a largo plazo u otros datos de inventarios. Si es posible solicite a un experto en suelo que le ayude a crear la correlación inicial del suelo/sitio.

Cuando no se cuente con información base acerca de suelos y sitios ecológicos, el equipo de trabajo debe documentar el proceso seguido para llevar a cabo la evaluación en la Hoja de Evaluación (Apéndice 1).

Cuadro 3. Fuentes de información de utilidad para completar la sección I de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1) y desarrollar las Hojas de Referencia (Apéndice 2). Para mas informacion, vea <http://jornada.nmsu.edu/monit-assess/> o <http://landscapetoolbox.org/>. La mayoría de estas referencias son para los EE.UU. pero algunos son relevantes para otros países.

Recursos	Fuentes
Fotos aéreas	- USGS http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer - Compañías que venden las fotos de USGS http://nationalmap.gov/gio/viewonline.html http://ask.usgs.gov/sils_index.html, http://ask.usgs.gov/sources.html, o llame al 1-888-ASK-USGS (1-888-275-8747). Imágenes posteriores a 1996 pueden obtenerse del National Aerial Photography Program (NAPP) y del National High Altitude Photography (NHAP), y se pueden encontrar en http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer - Google Earth http://earth.google.es/ (gratis). - USDA Sales Branch, USDA FSA APFO, 2222 West 2300 South, Salt Lake City, Utah, 84119-2020, o llame al 801-844-2900, o http://www.fsa.usda.gov/FSA/apfoapp?area=apfohome&subject=landing&topic=landing
Fotos aéreas: Ortofotos digitales (DOQQ)	- Fotografías aéreas que han sido digitalizadas y georeferenciadas dándoles las propiedades de un mapa. DOQQ son de gran ayuda cuando se usa la tecnología SIG para estratificar paisajes - USGS http://eros.usgs.gov/index.html - USDA NRCS http://www.ncgc.nrcs.usda.gov/products/datasets/index.html
Mapas topográficos	- Mapas topográficos de USGS http://topomaps.usgs.gov - Otros mapas topográficos pueden obtenerse en papel o CD del USGS http://eros.usgs.gov/index.html
Raster	- Mapa topográfico de USGS que ha sido digitalizado y georreferenciado, listo para usarse en aplicaciones con SIG. - USGS http://topomaps.usgs.gov/drg
Muestreo de suelos y mapas	- Visite la oficina local de NRCS (mire dentro de United Government, Department of Agriculture, USDA y maps Natural Resources Conservation Service en las páginas azules del directorio telefónico), o revise la pagina web del NRCS (http://soils.usda.gov/survey) para obtener una copia del monitoreo de suelos del área de interés. - Mapas de STATSGO (State Soil Geographic Database) (1:250,000) están disponibles para muchas áreas. - Mapas de SSURGO (1:24,000) están en el proceso de ser digitalizados. Las copias en papel están disponibles a través de las oficinas de NRCS locales. - Visite la oficina local de USFS para obtener el Monitoreo de Ecosistemas Terrestres del área de interés. Algunas oficinas pueden tener esta información disponible en forma digital.
Inventarios de vegetación	- BLM land: Mapas de Soil Vegetation Inventory Method (SVIM). Estos son mapas de los inventarios de vegetación realizados a partir de las colectas en el campo. Algunas oficinas pueden tener esta información disponible para SIG. - Private land: Mapas de NRCS y Natural Resources Inventory data se pueden encontrar en: http://www.nrcs.usda.gov/technical/dataresources o http://www.nrcs.usda.gov/technical/land
Mapas generales	Mapas de BLM land (mire dentro de United States Government, Department of the Interior, Bureau of Land Management, en las páginas azules del directorio telefónico)
Lista de especies	- Oficinas de USFS, BLM, y NRCS (especialmente registros de monitoreos antiguos) - Lista de plantas de NRCS: www.nrcs.usda.gov/technical/dataresources - Mire descripciones de sitios ecológicos (NRCS) abajo - Native Plant Society www.nanps.org - Base de datos nacional de plantas http://plants.usda.gov
Descripciones de sitios ecológicos	- Oficina local de NRCS (pregunte por el "libro de sitios" o revise http://esis.sc.egov.usda.gov) - Algunas descripciones realizadas pueden no estar en la web
Mapas geológicos	Mapas geológicos de USGS http://ngmdb.usgs.gov
Especies invasoras	NRCS http://plants.usda.gov/java/noxiousDriver

Paso 2. Obtención o Desarrollo de la Hoja de Referencia (REQUERIDO) y la Matriz de Evaluación Correspondiente (MUY RECOMENDADO)

Obtención de la Hoja de Referencia (Apéndice 2) (REQUERIDO)

La Hoja de Referencia describe el estado de cada indicador para el estado de referencia (ver “Estados, Transiciones y Disturbios” en la sección de Conceptos). Esto sirve como la primera referencia para la evaluación. La hoja de referencia describe un intervalo para cada indicador basado en la variabilidad espacial y temporal esperada dentro de cada sitio ecológico (o equivalente).

Actualmente se están incorporando las Hojas de Referencia dentro de las descripciones del sitio ecológico. Si la descripción del sitio ecológico no incluye esta información, infórmese de que material esta disponible con el personal responsable de mantener las descripciones en cada estado (en EEUU, es el especialista estatal del NRCS) ya que de pronto existe un borrador aún no disponible al público.

Si no existe una descripción del sitio ecológico, se deberá desarrollar una Hoja de Referencia con el apoyo de personal experto (ver Instrucciones para Desarrollar una Hoja de Referencia). Si no existe el personal experto o el tiempo disponible para crear una Hoja de Referencia no se deberá llevar a cabo la evaluación. No es posible llevar a cabo una evaluación sin una Hoja de Referencia. Para desarrollar una Hoja de Referencia se requiere de más expertos que incluso para conducir la evaluación. Recuerdos de visitas previas a sitios similares, opinión profesional de lo que el sitio debería ser, visitas a áreas de referencia o revisiones de viejas descripciones de sitios ecológicos no son substitutos apropiados para el desarrollo de una buena Hoja de Referencia. Sin embargo, todas estas fuentes de información pueden ser de gran ayuda en el desarrollo de la Hoja de Referencia.

Instrucciones para el Desarrollo de una Hoja de Referencia

Antes de iniciar, asegúrese de revisar con el especialista encargado aplicar el protocolo en su país (si esta persona existe) si hay algún borrador o versión final de la Hoja de Referencia disponible. En caso de que exista un borrador disponible, úselo y así podrá proveer al especialista del NRCS con una retroalimentación para posibles modificaciones. En caso de que no exista una descripción, desarróllela siguiendo el protocolo que se propone enseguida y envíela al especialista.

1. Integre un diverso grupo de expertos con amplio conocimiento del sitio ecológico.

Incluya individuos que tengan conocimiento de la dinámica y variabilidad del sitio ecológico a largo plazo, además de profesionales en pastizales que entiendan las relaciones generales de suelo-clima-vegetación.

2. Provea a este grupo de expertos con toda la información disponible.

Esta información incluye literatura científica relevante y datos de áreas de referencia potenciales, incluyendo datos utilizados para dar soporte a la descripción del sitio ecológico.

3. Defina los grupos funcionales/estructurales del sitio ecológico (o su equivalente).

Utilice la Hoja de los Grupos Funcionales/Estructurales (Apéndice 3) para definir grupos funcionales/estructurales y las especies asociadas a cada grupo. Este formato se utiliza para agrupar especies en categorías de formas de vida/función/estructura para determinar el intervalo de dominancia potencial (complete la columna “potencial” de esta hoja) esperado entre los grupos dentro del estado de referencia y para ayudar a calificar el Indicador 12, Grupos Funcionales/Estructurales. Es importante tener un buen entendimiento de las características que definen a los grupos funcionales. Estas características incluyen, pero no están limitadas, a formas de vida (Ej. árboles, arbustos, pastos, hierbas, musgos, líquenes, cianobacterias), fijación de nitrógeno potencial, profundidad de raíces, morfología, tipo de fotosíntesis (plantas de verano vs. plantas de invierno) y si las plantas son o no nativas del sitio ecológico. Más información para la determinación de grupos y ejemplos de grupos funcionales/estructurales se encuentran en el texto del Indicador 12 (Grupos Funcionales/Estructurales) en el Paso 4.

Los intervalos de dominancia para cada grupo funcional/estructural incluidos en la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales y la Hoja de Referencia se basan en la descripción de dominantes o subdominantes de acuerdo a los porcentajes de composición (producción relativa, biomasa o cobertura por unidad de área). Cada Grupo Funcional/Estructural en la Hoja de Referencia debe ser definido como dominante, codominante u otro, para el Indicador 12. Posteriormente, en la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales, se coloca cada grupo en una de las cuatro categorías (dominante, subdominante, menor o traza) en la columna de Potencial (indicando la calificación de dominancia esperada para el estado de referencia). Esta columna debe corresponder con las calificaciones dadas en el Indicador 12 de la Hoja de Referencia. Luego en el área de evaluación, los observadores pueden completar la categoría de dominancia actual (completar la columna “Actual” en la hoja de trabajo) para ayudar en la calificación de los indicadores en la hoja de evaluación.

Cuando se evalúa un sitio, varios de los 17 indicadores requieren una interpretación relacionada a cambios en los intervalos de dominancia de los Grupos Funcionales/Estructurales, o en el número de especies dentro de cada uno de estos Grupos Funcionales/Estructurales. Es importante utilizar el mismo método que fue usado en la Hoja de Referencia para determinar dominancia en la evaluación. Por ejemplo, si el porcentaje de composición basado en producción se usó en la descripción del sitio, entonces el porcentaje de composición por producción debe ser la variable usada por el observador cuando se hagan las evaluaciones de estos indicadores.

4. Visite una o más áreas ecológicas de referencia (opcional)

Visitar una o más áreas ecológicas de referencia potencial (AER) puede ser una fuente útil de información adicional para la Hoja de Referencia. Esta visita también puede ser usada por los evaluadores para mejorar su habilidad para reconocer los indicadores en el campo y “revisar en campo” los descriptores desarrollados en la oficina.

Una AER es una unidad de paisaje en la cual los procesos ecológicos están funcionando dentro de un intervalo normal de variabilidad y la comunidad de las plantas tiene una resistencia y resiliencia adecuada para la mayoría de los disturbios. Una AER es una representación visual de las características y variabilidad de los componentes encontrados en la descripción del sitio ecológico. Estas áreas no necesitan ser áreas prístinas sin uso histórico (Ej. comunidades de plantas en su clímax o áreas relicto).

Un gran número de diferentes comunidades de plantas tienen el potencial de reunir estos criterios. La composición de especies no tiene que ser igual al de la descripción del sitio ecológico. Sin embargo, los grupos funcionales y estructurales deben ser muy parecidos a los potenciales descritos en la descripción del sitio ecológico. Se debe tener cuidado cuando se use la descripción del sitio ecológico o AER como referencia si han ocurrido disturbios. Por ejemplo, si hace cinco años hubo fuego en el área de evaluación, el AER debe reflejar los efectos de un incendio reciente. Para obtener este entendimiento, el/los evaluador(es) debe(n) estudiar las descripciones de sitios ecológicos adecuadas y seleccionar AER adecuadas para los propósitos de entrenamiento y evaluación.

Fuentes de apoyo en la selección de AER potenciales incluyen:

- Descripciones ecológicas
- Inventarios de suelo
- Mapas topográficos
- Inventarios de vegetación
- Mapas que muestren Áreas naturales de investigación, Áreas de estudio de vida silvestre u otras áreas protegidas (grandes exclusiones)/de manejo especial
- Datos y fotografías históricas
- Información de pastizales bien manejados donde el nivel de pastoreo ha mantenido los procesos ecológicos y la comunidad vegetal en un estado de funcionamiento apropiado; los mapas de patrones de uso de pastoreo ayudan a identificar estas áreas.

Este concepto es similar al propuesto por el Comité Coordinador de la Región Oeste-40 de Investigación en Pastizales para el uso de los pastizales y áreas relicto bien manejadas como línea base en las evaluaciones (West et al. 1994). El concepto de las AER también es un componente integral en el desarrollo de la descripción del sitio ecológico.

En cada AER, el evaluador deberá tomar fotografías, recolectar información cuantitativa relevante (ver Apéndice 6), describir el estado de cada indicador y anotar si se cree o no que estos reflejan las condiciones de referencia (basándose en toda la información disponible). El área debe ser utilizada como referencia sólo para los indicadores que obtendrían la calificación de Nulo a Ligero basado en la versión final de la Hoja de Referencia. La Hoja de Referencia es el estándar contra el cual todas las áreas, incluyendo las áreas de “referencia” serán evaluadas.

De ser posible, se recomienda visitar varias AER que representen el intervalo de variabilidad (ver Figura 2 en Estados, Transiciones y Disturbios en la sección Conceptos).

5. Describa el estado de cada indicador en el estado de referencia (corresponde a un cambio Nulo a Ligero de lo esperado para el sitio en la Matriz de Evaluación).

Estas descripciones deben ser cuantitativas cuando sea posible y deben incluir rangos esperados basados en regímenes naturales de disturbio (Ej. incremento en poblaciones de insectos, fuegos naturales, influencia de la herbivoría natural del sitio), clima y variabilidad espacial de todas las comunidades incluidas en el estado de referencia para el sitio ecológico (ver Apéndice 2, Ejemplo Estándar, Hoja de Referencia). Los sitios ecológicos incluyen un intervalo de suelos con características similares, pero no idénticas. En ciertos casos se deberán describir los efectos de la variabilidad dentro del sitio como textura del suelo, profundidad, aspecto, pendiente y exposición sobre el indicador. Por ejemplo, las áreas cóncavas dentro de un sitio ecológico reciben mayor escurrimiento y por lo tanto su producción potencial es más alta. Para mayor información, se recomienda ver Contexto de Paisaje y Variabilidad Natural del Pastizal en la sección Conceptos.

Los datos o información que dan soporte a los descriptores deben ser citados cuando estén disponibles (Ej. datos de las descripciones de sitios ecológicos). Asegúrese de especificar si las estimaciones de la composición están basadas en la producción actual del año, cobertura producida durante el año o biomasa (marque la opción apropiada en la parte superior de la hoja).

Obtenga la Matriz de Evaluación (Apéndice 4) para el Sitio Ecológico (o Unidad Equivalente) (MUY RECOMENDADO)

La Matriz de Evaluación incluye descripciones detalladas para cada una de las cinco categorías de cada indicador.

La Matriz de Evaluación incluye cinco descriptores para cada indicador que reflejan el grado de partida de lo esperado para el sitio: Nulo a Ligero, Ligero a Moderado, Moderado, Moderado a Extremo y Extremo a Total. El descriptor de “Nulo a Ligero” viene directamente de la Hoja de Referencia (Apéndice 2) y refleja el intervalo de variación del indicador en el estado de referencia. Los descriptores para las otras cuatro clases se derivan de la Hoja de Referencia y los descriptores genéricos incluidos en el Apéndice 4 por el grupo que desarrolló la Matriz de Evaluación.

Eventualmente, se incluirá en la descripción del sitio ecológico una Matriz de Evaluación única para cada sitio. Mientras esta información no este disponible, se continuarán utilizando adaptaciones de las descripciones genéricas que reflejen de mejor manera el conocimiento actual. Para mantener la consistencia en las evaluaciones de sitios ecológicos específicos, se DEBE seguir una de las siguientes opciones:

- Agregue notas a los descriptores genéricos (Apéndice 4) para clarificar como cada descriptor es interpretado para el sitio.
-
- Elabore una Matriz de Evaluación específica para el sitio ecológico (ver las siguientes instrucciones sobre Desarrollo de una Matriz de Evaluación).

Esta Matriz de Evaluación (Apéndice 4) deberá utilizarse en subsiguientes evaluaciones del **mismo sitio ecológico** y cualquier cambio hecho deberá entregarse a la persona responsable de mantener la descripción del sitio ecológico. Esto asegurará que las modificaciones sean consideradas en futuras revisiones de la descripción del sitio ecológico.

Instrucciones para el Desarrollo de la Matriz de Evaluación

1. Para cada indicador, copie un resumen de la descripción de la hoja de referencia dentro del recuadro Nulo a Ligero. Este resumen deberá incluir el intervalo de valores considerados dentro de la variación espacial y temporal esperada para el sitio ecológico.
2. Escriba el descriptor para “Extremo” o modifique el descriptor genérico. Extremo se define como Extremo a Total (Ej. 100% o completo) alejamiento del texto descrito para Nulo a Ligero. El rango incluido en esta categoría varía entre sitios ecológicos y es relativo a eventos de disturbio. Por ejemplo, en un sitio de praderas altas (40 pulgadas de precipitación), la categoría Extremo para suelo desnudo puede incluir de 30 a 100% de suelo desnudo excepto inmediatamente después de un fuego o una sequía prolongada. En un sitio sin grava en el Desierto del Mojave (menos de 6 pulgadas de precipitación), la categoría Extremo a total puede variar entre 95 a 100% de suelo desnudo. En cuanto al descriptor de Nulo a Ligero, éste incluirá los rangos de valores que consideren la variabilidad temporal y espacial esperada para el sitio ecológico.
3. Escriba o modifique los descriptores para Ligero a Moderado, Moderado y Moderado a Extremo.

Debido a que el potencial de erosión es inherentemente más alto en ciertos sitios ecológicos, es muy probable que en estos sitios el indicador de estabilidad de suelo/sitio deba ser modificado. En el Cuadro 4 se muestra un ejemplo de la modificación y extensión de la Matriz de Evaluación (Apéndice 4) del descriptor de suelo desnudo para un sitio ecológico calizo en la MLRA 42 (unidad de clasificación de EEUU que comprende el sur centro del estado de Nuevo México). También se deben realizar cambios similares para los otros indicadores.

Cuadro 4. Ejemplo de un descriptor modificado para el indicador suelo desnudo.

Que tan alejado está de la Hoja de Referencia					
Indicador	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
4. Suelo desnudo	Más de 75% de suelo desnudo con grandes áreas conectadas. Hay áreas conectadas por cobertura contigua solo ocasionalmente, la mayoría en parches y espaciada.	60-75% de suelo desnudo. Parches desnudos grandes (>24 pulgadas de diámetro) y conectados. Áreas de disturbios superficiales conectándose entre si. La conectividad del suelo desnudo se rompe ocasionalmente por cobertura contigua.	45-60% de suelo desnudo con mucha conectividad especialmente asociada con disturbio de la superficie. Espacios desnudos individuales son grandes y dominan el área.	30-45% de suelo desnudo. Espacios desnudos >12 pulgadas de diámetro y raramente conectados. Áreas desnudas grandes (>15 pulgadas) asociadas a disturbio de la superficie y pueden estar conectadas a otros parches.	Hoja de referencia: 20 -30% suelo desnudo; parches desnudos deben ser < 8-10 pulgadas de diámetro y no conectados; ocasionalmente parches de 12 pulgadas asociados con arbustos. Parches grandes asociados con hormigueros y disturbios de pequeños mamíferos.
Descriptor Genérico	Más alto de lo esperado para el sitio. Áreas desnudas grandes y generalmente conectadas.	Moderado a más alto de lo esperado para el sitio. Áreas desnudas grandes y ocasionalmente conectadas.	Moderadamente más alto de lo esperado para el sitio. Áreas desnudas de tamaño moderado y esporádicamente conectadas.	Ligero a moderadamente más alto de lo esperado para el sitio. Áreas desnudas pequeñas y raramente conectadas.	Número y tamaño de las áreas desnudas están dentro de lo esperado para el sitio.

Paso 3. Obtención de Información Suplementaria (MUY RECOMENDADO)

Se recolecta información suplementaria para mejorar la habilidad del evaluador de realizar una evaluación precisa. Existen cuatro tipos generales de información suplementaria: (1) variabilidad espacial y temporal; incluyendo factores que afecten la variabilidad; (2) información de áreas ecológicas de referencia relevantes; (3) grupos funcionales/estructurales y (4) información cuantitativa de cobertura y composición del sitio a evaluar.

Variabilidad Espacial y Temporal

La Hoja de Referencia y la Matriz de Evaluación describen el intervalo de variabilidad esperado para el sitio ecológico (o unidad geográfica equivalente). Existe una variabilidad espacial significativa en el potencial del sitio dentro de un sitio ecológico dependiendo del suelo, exposición, aspecto y ubicación en el paisaje. Por ejemplo, para un sitio ecológico que incluye pendientes de 5 a 15 %, se esperaría que los patrones de escurrimiento vayan a ser más pronunciados en las pendientes mayores. Por esto es importante documentar este tipo de propiedades estáticas en la primera página de la Hoja de Evaluación (Apéndice 1) para aumentar la precisión de las evaluaciones.

La variabilidad temporal es aún mayor que la espacial en la mayoría de los sitios ecológicos. Algunos de los factores que pueden afectar el potencial actual del sitio son la estación, el tiempo transcurrido desde la última tormenta o fuego y la precipitación reciente. Estos factores también pueden ser documentados en la Hoja de Evaluación para darle más precisión a la evaluación.

Áreas Ecológicas de Referencia

Cuando estas áreas están disponibles (ver Paso 2), pueden dar una idea visual del estado esperado para cada indicador al momento de la evaluación. Los datos cuantitativos (ver Cuadro 5) también pueden ser utilizados como información suplementaria en la Hoja de Referencia. Las áreas ecológicas de referencia deben estar funcionando en relación a la estabilidad del suelo/sitio, función hidrológica e integridad biótica de acuerdo a como están descritas en la Hoja de Referencia.

Las visitas de los evaluadores a las áreas ecológicas de referencia se deben realizar en el mismo año y la misma estación en que se lleve a cabo la evaluación, ya que el clima durante el año puede afectar la calificación del indicador. Sin embargo, las áreas ecológicas de referencia pueden localizarse en diferentes cuencas hidrológicas dentro de una región geográfica siempre y cuando el clima durante el año haya sido similar entre las localidades. Ver la sección de “Desarrollo de la Hoja de Referencia” en el Paso 2 para mayor información acerca de áreas ecológicas de referencia.

Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales

La Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales (parte de la cual fue desarrollada como parte del Paso 2) puede ser utilizada para comparar directamente la dominancia relativa (composición) potencial (Paso 2) y actual (Columna “Actual” en la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales) de los grupos funcionales/estructurales.

Datos Cuantitativos

El Cuadro 5 muestra como los datos cuantitativos de vegetación y suelo pueden ser usados para ayudar en la evaluación de los indicadores. Para indicadores cuantitativos adicionales, ver Cuadro 2 y Apéndice 6.

Cuadro 5. Indicadores cuantitativos para ciertos indicadores

Indicador	4. Suelo desnudo	8. Resistencia de la superficie del suelo a la erosión	10. Composición y distribución de la comunidad vegetal relativa a la infiltración y escurrimiento	12. Grupos Funcionales/ Estructurales	13. Mortalidad de plantas y decadencia	14. Cantidad de mantillo	15. Producción anual	16. Plantas invasoras
Información	% de suelo desnudo y parches entre coberturas	Estabilidad de la superficie del suelo en agua	Composición (dominancia relativa) de grupos funcionales	Composición (dominancia relativa) de grupos funcionales	% de puntos interceptados por plantas muertas	Cobertura de mantillo (se requiere profundidad y densidad pero pocas veces se colectan)	Producción anual total	Dominancia relativa
Métodos recomendados	Línea de puntos Intercepto de parches	Equipo de estabilidad	Producción o Línea de puntos	Producción o Línea de puntos	Línea de puntos	Línea de puntos (para cobertura de mantillo)	Producción	Producción o Línea de puntos Transecto en banda (para poca cobertura)

* Descritos en “Monitoring Manual for Grassland, Shrubland, and Savanna Ecosystems” (Copias impresas disponibles en University of Arizona Press y en formato pdf en <http://jornada.nmsu.edu/monit-assess/>).

Paso 4. Evaluación de los 17 Indicadores en la Hoja de Evaluación (REQUERIDO)

Complete la Hoja de Evaluación (Apéndice 1, reverso de la página) usando la Matriz de Evaluación (Apéndice 4).

La persona evaluando el sitio selecciona la categoría descriptiva de la Matriz de Evaluación cuya información describa mejor al indicador (Apéndice 4) y la anota en la Hoja de Evaluación, Página 2. La calificación de cada indicador en el área de evaluación está basada en qué tanto el indicador se aleja del intervalo esperado en la Hoja de Referencia (Apéndice 2). Esto se basa en la descripción del sitio ecológico y otras fuentes de información, incluyendo el conocimiento de expertos sobre estructura, función y dinámica del área ecológica de referencia y otras áreas dentro del mismo sitio ecológico (ver Paso 2). La Hoja de Referencia refleja el intervalo de variabilidad esperado para las comunidades vegetales y suelos del estado de referencia. La hoja de Grupos Funcionales/ Estructurales (Apéndice 3) también es útil para evaluar varios indicadores. Para otros indicadores cuantitativos relevantes, ver Cuadro 2 en la sección de Conceptos.

La intención de las descripciones de la Matriz de Evaluación es ayudar a determinar la categoría de cada indicador; la escala relativa de cada indicador abarca de “Extremo a Total” a “Nulo a Ligero”. No todas las descripciones de los indicadores van a coincidir con lo observado, por lo que se debe recurrir a la descripción que “mejor se ajuste” al momento de asignar la calificación. Se recomienda apoyar la decisión de la calificación con una nota en el espacio que se proporciona para cada indicador. En algunos casos, no existe evidencia del indicador en el área de evaluación; estos se anotan como “Nulo a Ligero”.

Cuando se están haciendo evaluaciones, los efectos de disturbios naturales (Ej. sequía, fuego) deben ser considerados. Por ejemplo, si hace 5 años ocurrió un fuego en un área que está siendo evaluada, una reducción en la cobertura de arbustos (Ej. Artemisia) no necesariamente refleja una reducción en la integridad biótica si la comunidad vegetal puede llegar a recuperarse por si sola por procesos naturales. La comunidad vegetal antes y después del fuego, se encuentra en el estado de referencia (ver Figura 2, diagrama genérico de estado y transición en la sección de Conceptos). Comentarios sobre el intervalo de ocurrencia del fuego (esperado y actual) deben ser documentados en la sección de comentarios de la hoja.

Importante: Asegúrese de especificar si las estimaciones de la composición están basadas en la producción actual del año, cobertura producida durante el año o biomasa y marque la opción apropiada en la parte superior de la hoja.

Indicadores

En seguida se presentan las descripciones de cada indicador. En el Apéndice 5 se pueden encontrar fotografías a color de cada indicador. Para información adicional sobre indicadores relacionados con el suelo se puede consultar la publicación Rangeland Soil Quality Information Sheets (NRCS Soil Quality Institute et al. 2002; http://soils.usda.gov/sqi/management/gl_mgmt.html).

1. Canalillos

Los canalillos son pequeños canales erosionales, generalmente lineares y no necesariamente siguen la microtopografía como lo hacen los patrones de escurrimiento. Se forman debido a la compleja interacción de gotas de lluvia, escurrimiento superficial y las características de la superficie del suelo (Bryan 1987). El potencial para la formación de canalillos incrementa a medida que el grado de disturbio (pérdida de la cubierta) y la pendiente se incrementan. Algunos suelos tienen mayor potencial para la formación de canalillos que otros (Bryan 1987, Quansah 1985). Por esto es importante establecer la diferencia entre el grado de formación natural y la formación acelerada de canalillos utilizando información disponible en los inventarios de suelos, descripciones del sitio ecológico y las áreas de referencia ecológica. Generalmente, los procesos de erosión por escurrimiento concentrado son acelerados cuando la distancia entre canalillos decrece y la profundidad y ancho de los canalillos aumenta (Morgan 1986, Bryan 1987).

2. Patrones de Escurrimiento

Los patrones de escurrimiento son las vías que el agua sigue (cuando ésta se acumula) en su movimiento sobre la superficie del suelo durante una lluvia que causa flujo superficial. Estos flujos superficiales generalmente ocurren después de las lluvias o derretimiento de nieve, cuando existe una costra en la superficie del suelo que impide la infiltración o cuando se excede la capacidad de infiltración. La evidencia de estos patrones generalmente se puede observar en la redistribución del mantillo, suelo o grava, y en la formación de pedestales en la base de plantas o rocas que rompen las corrientes de agua (Morgan 1986). La erosión entre canalillos causada por flujos superficiales ha sido identificada como la forma de transporte de sedimentos más importante en los pastizales (Tiscareño-López et al. 1993). Los patrones de escurrimiento del agua son controlados en longitud y cobertura por el número y tipo de obstrucciones del flujo de agua debido a intercepciones basales de plantas vivas o muertas, costras biológicas, mantillo persistente o rocas. Los patrones son raramente continuos y aparecen y desaparecen a medida que la pendiente y la microtopografía de la pendiente cambian. Los patrones de escurrimiento más cortos facilitan la infiltración y ayudan a acumular agua en áreas de deposición, incrementando la posibilidad de que el suelo absorba agua.

Generalmente, cuando incrementa la pendiente y disminuye la cobertura basal, los patrones de escurrimiento se incrementan (Morgan 1986). Los suelos con capacidad de infiltración inherentemente baja pueden tener un gran número de patrones de escurrimiento natural.

3. Pedestales y/o Terracetas

Los pedestales y terracetas son indicadores importantes del movimiento del suelo por agua y/o viento (Anderson 1974, Morgan 1986, Satterlund y Adams 1992, Hudson 1993). Los pedestales son rocas o plantas que parecen elevadas como resultado de la pérdida de suelo por erosión de agua o viento. Los pedestales pueden ser causados también por procesos no erosivos como es la congelación del suelo o a través del depósito de suelo o mantillo sobre y alrededor de las plantas (Hudson 1993). Por eso es importante saber distinguirlos para no incluir este tipo de pedestales como indicadores de erosión.

Las terracetas son acumulaciones del suelo detrás de obstáculos causados por el movimiento del agua (no del viento). A medida que el movimiento del suelo por agua se incrementa, las terracetas aumentan en número y altura y el área de depósito de suelo se incrementa. Las terracetas causadas por los movimientos de ganado o fauna, especialmente en laderas, no son consideradas como terracetas de erosión y por lo tanto no son incluidas en el proceso de evaluación. Sin embargo, estas terracetas pueden contribuir a la erosión al concentrar los movimientos de agua y/o cambiar la infiltración. Estos efectos son anotados en el indicador apropiado (Ej. patrones de escurrimiento, compactación del suelo y pérdida de la superficie del suelo y degradación).

4. Suelo Desnudo

El suelo desnudo es suelo orgánico o mineral que es susceptible a la erosión debido al impacto de las gotas de lluvia, la cual es la forma inicial de erosión más común relacionada con el agua (Morgan 1986). El suelo desnudo es el porcentaje de la superficie del suelo no cubierto por vegetación (basal o foliar), mantillo, vegetación hemicriptita, grava/rocas y costra biológica visible (Ej. líquen, musgo, algas) (Weltz et al. 1998).

La cantidad y distribución del suelo desnudo es uno de los principales contribuyentes a la estabilidad relativa del sitio en comparación con el potencial del sitio; por lo tanto, es un indicador directo de la susceptibilidad del sitio a la erosión por agua o viento acelerada (Smith y Wischmeier 1962, Morgan 1986, Benkobi et al. 1993, Blackburn y Pierson 1994, Pierson et al. 1994, Gutiérrez y Hernández 1996, Cerda 1999). En general, un sitio que presenta algunos parches grandes de suelo desnudo será menos estable que un sitio con la misma proporción de cobertura pero donde el suelo desnudo está distribuido en pequeños parches: especialmente si estos parches no están conectados entre sí (Gould 1982, Spaeth et al. 1994, Puigdefabregas y Sánchez 1996).

La cantidad de suelo desnudo puede variar estacionalmente dependiendo del impacto en la cobertura foliar de la vegetación (Ej. utilización por herbívoros) y la cantidad de mantillo (Ej. pérdida por pisoteo) y puede variar anualmente debido al clima (Ej. sequías, precipitaciones por encima del promedio) (Gutiérrez y Hernández 1996, Anderson 1974). El clima pasado y actual debe ser considerado al determinar la cobertura adecuada para proteger el sitio contra el potencial de erosión acelerada.

5. Cárcavas

Una cárcava es un canal cuya abertura o corte en el suelo es debido al movimiento del agua. Estos canales generalmente siguen drenajes naturales y son causados por la aceleración del flujo del agua resultando en un corte en el suelo. Las cárcavas se forman de manera natural dentro de algunos paisajes y sitios ecológicos, mientras que en otros sitios son debido a prácticas de manejo (Ej. sobrepastoreo, vehículos de recreación o drenajes de los caminos) que pueden acelerar su formación y expansión (Morgan 1986). Dentro de las cárcavas el flujo del agua es concentrado pero intermitente. Las cárcavas pueden ser causadas por problemas fuera del área de evaluación (documentar esto en la Hoja de Evaluación, Apéndice 2) y aún así afectar el funcionamiento de ésta.

Las cárcavas pueden ser evaluadas observando el número de éstas en un área y/o evaluando la severidad de la erosión en cárcavas individuales. Los signos generales de erosión activa (Ej. incisiones en los bordes a lo largo del canal) son indicadores de un problema de erosión actual, mientras que un canal que se está recuperando presenta bancos redondeados, vegetación en la base y a los lados (Anderson 1974) y una reducción en su profundidad (Martin y Morton 1993). Cuando se presentan signos de actividad como desniveles bruscos, esto puede ser una señal de erosión acelerada en una cárcava aún cuando el resto de la cárcava presente signos de recuperación.

6. Erosión Eólica y Áreas de Suelo Depositado

La erosión acelerada por el viento en suelos comúnmente estables incrementa a medida que la costra de la superficie (costra física, química o biológica) es afectada por un disturbio o por abrasión. Las costras físicas son

muy importantes en suelos con poca cubierta foliar ya que ayudan a proteger la superficie del suelo de los efectos de la erosión eólica. El suelo que está expuesto bajo estas costras superficiales frecuentemente está consolidado de manera débil y es vulnerable a movimientos por erosión eólica (Chepil y Woodruff 1963). A medida que la velocidad del viento aumenta, las partículas de suelo comienzan a rebotar las unas contra las otras sobre la superficie del suelo (saltación). Esta abrasión conduce a la suspensión de partículas finas en las corrientes de aire donde pueden ser transportadas fuera del sitio (Chepil 1945, Gillette et al. 1972, Gillette et al. 1974, Gillette y Walker 1977, Hagen 1984).

Las áreas sujetas a erosión eólica presentan espacios con abrasión eólica donde las partículas finas del suelo han sido removidas pareciendo un área que ha sido barrida, y en algunos casos dejando sólo grava, rocas o raíces expuestas en la superficie del suelo (Anderson 1974). Estas zonas se observan en los espacios sin cubierta, y hay una alta correlación entre suelo cubierto, tamaño del parche desnudo, textura de suelo y el grado de erosión acelerada (Morgan 1986).

Por lo general, la deposición de partículas del suelo suspendidas está asociada con vegetación que provee rugosidad a nivel del suelo disminuyendo la velocidad del viento y permitiendo que las partículas del suelo caigan. Mientras más alta sea la vegetación, mayor será la tasa de deposición (Pye 1987); por esto, los árboles y arbustos en los ecosistemas de pastizal actúan como áreas de depósito (Ej. dunas de Prosopis, Gibbens et al. 1983, Hennessey et al. 1983). El suelo removido es redistribuido en áreas de acumulación (Ej. depósitos eólicos) las cuales incrementan de tamaño y superficie a medida que el grado de erosión eólica se incrementa (Anderson 1974).

Al igual que la erosión por agua, la deposición de partículas de suelo por el viento puede tener su origen fuera del sitio y aún así afectar el funcionamiento del sitio ya que modifica la textura de la superficie del suelo (Hennessey et al. 1986, Morin y Van Winkel 1996). Los cambios en la textura del suelo producen cambios en la función hidrológica del sitio. Aún cuando las partículas de suelo se originan fuera del sitio, estas pueden tener efectos dañinos sobre las plantas donde se depositan.

7. Movimiento del Mantillo

El grado y cantidad de movimiento del mantillo (material vegetal muerto que está desprendido de la planta y está en contacto con la superficie del suelo) es un indicador del grado de erosión por agua y/o viento. La redistribución de mantillo dentro de un área pequeña en un sitio es indicativa de menor erosión, mientras que el movimiento de mantillo fuera del sitio es indicativo de erosión severa. En un estudio en las Planicies Edwards en Texas, se mostró que la acumulación de mantillo fue la variable más relacionada con la erosión entre canalillos. El mismo estudio también mostró que el mantillo de un pastizal amacollado representó una obstrucción significativa del escurrimiento, dando como resultado una reducción en la capacidad de transporte de sedimentos y en la deposición de los mismos (Thurow et al. 1988a).

La capacidad inherente del movimiento de mantillo en un suelo es una función de su pendiente y estabilidad geomórfica. Por ejemplo, los abanicos aluviales y planicies inundables son superficies activas sobre las cuales el agua y sedimentos se mueven en respuesta a eventos mayores (tormentas). La cantidad de mantillo movido varía dependiendo de la cantidad de suelo desnudo típico para la comunidad vegetal y la intensidad de la tormenta.

El tamaño del mantillo movido por el viento o agua es también un indicador del grado de redistribución de éste. En general, entre mayor es la distancia que el mantillo es movido de su punto de origen y mayor es el tamaño y cantidad de mantillo movido, mayor es la influencia del proceso de erosión sobre el sitio.

8. Resistencia de la Superficie del Suelo a la Erosión

Este indicador evalúa la resistencia de la superficie del suelo a la erosión, la cual depende de la estabilidad del suelo y de la variación espacial de la estabilidad del suelo en relación a la vegetación y características de la microtopografía. La estabilidad de la superficie del suelo es clave para este indicador (Morgan 1986). La superficie del suelo puede ser estabilizada por materia orgánica que ha sido completamente incorporada en el suelo en forma de agregados, por adhesión de materia orgánica en descomposición a la superficie del suelo y por costras biológicas. La presencia de uno o más de estos factores es un buen indicador de la resistencia de la superficie del suelo a la erosión (Blackburn et al. 1992, Pierson et al. 1994).

En ecosistemas áridos y semiáridos, la resistencia de la superficie del suelo a la erosión por lo general es mayor bajo la cubierta de plantas que en los interespacios. Cuando el potencial de un sitio es diferente bajo la cubierta de plantas, tanto el valor bajo la cubierta como el valor en los interespacios deben ser reportados en la Hoja de Referencia (Apéndice 2).

Donde la resistencia de la superficie del suelo es alta, la erosión del suelo puede ser mínima aún bajo intensidades de lluvia mayores a 5 pulgadas/hora (Goff et al. 1993). De manera contraria, la presencia de materiales altamente erosionables en la superficie del suelo puede incrementar la erosión del suelo por agua aún cuando exista una alta cobertura vegetal (Morgan et al. 1997), y por viento cuando la vegetación es removida (Fryrear et al. 1994, Belnap y Gillette 1998).

En áreas con una baja cobertura vegetal, la estabilidad del suelo en los interespacios de las plantas es más importante que la estabilidad bajo las plantas. De igual forma, cuando se han formado pedestales a lo largo de un cauce de agua, el suelo en el borde del pedestal está sujeto a una mayor intensidad de fuerzas erosivas durante inundaciones comparado con el suelo que está topográficamente por encima de la corriente de escurrimiento.

Otro buen indicador es la resistencia que presentan los fragmentos de la superficie del suelo a deshacerse cuando son colocados en agua. Para una simple prueba, use la punta de una navaja y extraiga un fragmento pequeño de suelo (máximo de 1/4 de pulgada de diámetro por 1/8 de pulgada de grosor) de debajo de las plantas, de los interespacios y de cualquier otra área que pueda diferir en estabilidad del suelo. Colóquelos separadamente en tapas de botella llenas de agua. Los agregados con poca estabilidad perderán su estructura y se desharán en menos de 30 segundos. Los fragmentos con estabilidad baja se desharán inmediatamente al contacto con el agua. Los agregados con estabilidad moderada parecerán retener su integridad hasta que el agua de la tapa sea agitada o revuelta lentamente. Los fragmentos con alta estabilidad mantienen su integridad aún cuando el agua es agitada indefinidamente. Para muestras múltiples o cuando se requiere una mayor precisión, se puede aplicar una simple prueba de estabilidad de suelo para generar una calificación de uno (inestable) a seis (estable) (Herrick et al. 2001) (Apéndice 7). Este indicador está más correlacionado con erosión por agua (Blackburn y Pierson 1994, Pierson et al. 1994) que con erosión por viento. Sin embargo, la susceptibilidad a la erosión eólica también declina con un incremento de la materia orgánica en el suelo (Fryrear et al. 1994) y con la cubierta de costras biológicas (Belnap y Gillette 1998). Los dos están correlacionados con la estabilidad de suelo en agua.

Las costras biológicas están constituidas por microorganismos (Ej. algas, cianobacterias) y plantas no vasculares (Ej. musgos y líquenes) que crecen en o justo debajo de la superficie del suelo. Las características físicas y químicas del suelo así como los patrones de precipitación, determinan en gran parte que organismos componen la costra.

Las costras biológicas son importantes como cobertura y como estabilizadoras de la superficie del suelo (Bond y Harris 1964, Belnap y Gardner 1993, Eldridge y Greene 1994). En algunas áreas, dependiendo de las características del suelo, las costras pueden incrementar o reducir la infiltración del agua a través de la superficie del suelo o reforzar la retención del agua del suelo (Ej. actuando como un contenedor de agua viviente). En

general, la importancia relativa de las costras biológicas se incrementa cuando la precipitación anual y la cobertura potencial de plantas vasculares decrecen. Si la información sobre costras biológicas está ausente en la descripción de los sitios ecológicos, se deberá consultar el área de referencia ecológica, si es posible, para recolectar información básica antes de conducir las evaluaciones.

Las costras físicas son capas delgadas superficiales inducidas por el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo que provocan que la superficie del suelo se selle y absorba menos agua. Las costras físicas son más comunes en suelos limosos, arcillosos y francos; cuando están presentes en suelos arenosos suelen ser muy delgadas. Las costras físicas y químicas presentan un bajo contenido de material orgánico o contienen sólo materia orgánica inerte que está asociada con poca actividad biológica. Cuando la costra física se extiende, las tasas de infiltración se reducen y el flujo de agua superficial se incrementa. En áreas planas con este tipo de costras es más probable que el agua se encharque y se evapore a que se infiltre.

Las costras físicas de suelo se pueden identificar levantando la superficie del suelo con una pluma u objeto puntiagudo y buscando capas cohesivas en la superficie que no estén perforadas por poros o fisuras y en donde no exista una conexión aparente de materia orgánica, tal como las cianobacterias.

Las costras físicas pueden tener una influencia positiva en la reducción de la erosión eólica (vea la discusión en el Indicador 6, Erosión Eólica y Áreas de Deposición de suelo); sin embargo, su función en la estabilización del suelo en contra de la erosión es generalmente negativa. Aunque las costras físicas también incluyen costras vesiculares las cuales contienen pequeñas y numerosas bolsas de aire o espacios similares a una esponja, estos suelos siguen siendo resistentes a la infiltración.

Las costras químicas raramente se forman en los pastizales excepto en suelos formados por algún material de origen particular (Ej. comunidades desérticas salinas; ver inventario de suelos que incluye el área a ser evaluada y/o el área de referencia ecológica) y en suelos de áreas de cultivos irrigados abandonados. En las áreas donde ocurren, estas costras pueden reducir la infiltración e incrementar los flujos de agua superficiales en forma similar a las costras físicas. Por lo general, este tipo de costras se pueden identificar por su color blanco sobre la superficie del suelo.

Las áreas en las cuales hay poco o nulo suelo en la superficie debido a la presencia de una cobertura natural de piedras (áreas con aproximadamente el 100% de la superficie cubierta por piedras) o que están cubiertas por agua continuamente deben ser calificadas como “Nulo a Ligero”.

9. Pérdida de la Superficie del Suelo o Degradación

La pérdida o degradación de parte o toda la capa u horizonte superficial del suelo es un indicador de la pérdida del potencial de un sitio (Dormaar y Willms 1998, Davenport et al. 1998). En la mayoría de los sitios, el suelo en y cerca de la superficie tiene el contenido más alto de nutrientes y materia orgánica. Esto generalmente controla la máxima tasa de infiltración de agua en el suelo y es esencial para el éxito en el establecimiento de plántulas (Wood et al. 1997). Al incrementar la erosión también se incrementa el potencial de pérdida de materia orgánica de la superficie del suelo, resultando en una mayor degradación de la estructura del suelo. La erosión histórica del suelo puede resultar en la pérdida completa de esta capa (Satterlund y Adams 1992, O'Hara et al. 1993). En áreas con pendientes limitadas donde no ocurre erosión eólica, el suelo puede permanecer en su lugar, pero todas las características que distinguen la superficie del subsuelo se pierden. Excepto en suelos con un horizonte claramente definido inmediatamente debajo de la superficie (Ej. Argílico) es difícil distinguir entre la pérdida y la degradación de la superficie del suelo. Para los propósitos de este indicador, esta distinción no es necesaria. El objetivo es determinar hasta que punto las características funcionales de la capa superficial han sido degradadas. También note que la erosión visible del suelo está cubierta en la discusión del Indicador 3, Pedestales y/o Terracetos y la degradación del subsuelo en el Indicador 11 Compactación del Suelo.

Los dos indicadores básicos usados para hacer esta evaluación son el contenido de materia orgánica (Dormaar y Willms 1998) y la estructura (Karlen y Stott 1994) de la capa u horizonte superficial del suelo. El contenido de materia orgánica es frecuentemente reflejado por un color oscuro del suelo, a pesar de que grandes cantidades de óxido de hierro (común en climas húmedos) pueden esconder el contenido real de materia orgánica. En suelos áridos donde el contenido de materia orgánica es bajo, esta acumulación puede ser muy leve. El uso de un rociador para humedecer el perfil puede ayudar a que estas capas sean más visibles.

La degradación de la estructura del suelo se refleja en la pérdida de la definición clara de unidades estructurales o agregados en una o más escalas de <1/8 a 3 a 4 pulgadas. En suelos con buena estructura, los poros de diferentes tamaños son visibles entre los agregados. La degradación estructural se refleja en un horizonte más masivo y homogéneo, y además está asociada con una reducción de la tasa de infiltración (Warren et al. 1986). En suelos más pesados, la degradación también puede ser reflejada por unidades estructurales más angulares. Se pueden utilizar comparaciones de perfiles de suelo intacto en sitios de referencia, aunque en casos de degradación severa donde se ha perdido parte o todo el horizonte A, o uno o más componentes de textura, (Hennessy et al. 1986) la identificación de áreas de referencia puede ser difícil.

10. Composición y Distribución de la Comunidad Vegetal Relativa a la Infiltración y Ecurrimiento

El crecimiento de la vegetación es importante en la determinación de la tasa de infiltración y de erosión entre canalillos (Thurow et al. 1986a, b). La distribución de la cantidad y tipos de vegetación es un factor importante que controla la variación espacial y temporal de la infiltración y la tasa de erosión entre canalillos en los pastizales de Nevada (Blackburn 1975, Blackburn y Wood 1990), Idaho (Johnson y Gordon 1988, Blackburn y Word 1990) y Texas (Wood y Blackburn 1984, Thurow et al. 1988a, b).

Los cambios en la composición de las comunidades de plantas (ver Apéndice 3, Hoja de Grupos Funcionales/ Estructurales) y en la distribución de especies puede influir (positiva o negativamente) la habilidad de un sitio para capturar y almacenar el agua de la lluvia. Los patrones de enraizamiento de las plantas, producción de mantillo y procesos de descomposición asociados, y el área basal y distribución espacial pueden afectar la infiltración y/o escurrimiento. En las Planicies Edwards en Texas, los cambios en la composición botánica entre un pastizal amacollado y un pastizal mediano abierto a través del tiempo, representan el mayor potencial de influencia sobre la infiltración y erosión del suelo (Thurow et al. 1986, 1988a, b). Un ejemplo de cambio en la composición, que reduce la infiltración e incrementa el escurrimiento del agua es la conversión de pastizales desérticos a comunidades dominadas por arbustos (Schlesinger et al. 1990). Así mismo, la infiltración y escurrimiento también son afectados cuando un pastizal con *Artemisia* se convierte en un monocultivo de zacates anuales. Estos zacates anuales proveen excelente protección; sin embargo la cantidad de nieve atrapada y agua almacenada en el suelo pueden ser reducidas por esta conversión en el tipo de vegetación. Se debe tener cuidado cuando se interpreta este indicador en diferentes ecosistemas ya que las mismas especies pueden tener diferentes efectos.

11. Compactación del Suelo

La compactación del suelo se refiere al endurecimiento de la capa de suelo cercana a la superficie debido al impacto repetido o a disturbios de la superficie del suelo. La compactación también puede ocurrir debajo de la superficie en la parte inferior de capas de arado. Estas planchas por lo general se encuentran en áreas de cultivo que han sido abandonadas. La compactación se vuelve un problema cuando comienza a limitar el crecimiento de las plantas (Wallace 1987), la infiltración del agua (Willat y Pullar 1983, Thurow et al. 1988a) o el proceso del ciclo de nutrientes (Hassink et al. 1993). La maquinaria de campo, pisoteo por herbívoros (Willat y Pullar 1983, Warren et al. 1986, Chanasyk y Naeth 1995), vehículos militares y de recreación (Webb y Wilshire 1983, Thurow et al. 1988a), corredores (Cole 1985), equipos para remover arbustos, equipos de siembra, o cualquier otra actividad que causa un impacto repetido en la superficie del suelo pueden causar la compactación de éste. El

suelo húmedo es más fácil de compactar que el suelo seco o saturado (Hillel 1998). Los procesos de recuperación (Ej. actividad de lombrices y efectos de congelación y descongelación) son comúnmente suficientes para limitar la compactación por ganado en muchos ecosistemas (Ej. Thurow et al. 1988a).

La compactación del suelo es un cambio estructural, no un cambio de textura, como los descritos en inventarios de suelo u observados en áreas ecológicas de referencia. El suelo compactado en los pastizales generalmente está a menos de 6 pulgadas por debajo de la superficie del suelo. Estos son detectados cavando un pequeño hoyo (generalmente menos de un pie de profundidad) y describiendo la estructura del suelo y morfología de las raíces; esto, realizado por una persona con experiencia en suelos. Estas capas también pueden ser detectadas en algunos suelos con el uso de un penetrómetro (Larson y Pierce 1993) o simplemente sondeando con una pala o varilla para “sentir” la compactación del suelo (Barnes et al. 1971). Sin embargo, cualquier capa de compactación del suelo debe ser confirmada utilizando indicadores múltiples e incluyendo observaciones directas de aspectos físicos. Estos factores físicos incluyen estructura del suelo densa, aplanada o en bloques sobre capas menos densas; crecimiento horizontal de raíces y el incremento de su densidad (esto se mide pesando un volumen conocido de suelo secado en un horno) (Blake y Hartge 1986). Cuando se está utilizando una sonda, un incremento en la resistencia puede ser debido a una simple disminución en el contenido de humedad o a un alto contenido de arcilla.

12. Grupos Funcionales/Estructurales

Los grupos funcionales/estructurales son conjuntos de plantas que están agrupadas debido a la similitud de su morfología (altura y volumen), tipo de raíces (fibroso v. raíz principal), estructura, tipo de fotosíntesis, habilidad de fijación de nitrógeno o ciclos de vida y son agrupadas también con base en sitios ecológicos (Chapin 1993, Dawson y Chapin 1993, Solbrig et al. 1996). La composición y diversidad funcional son los principales factores que explican la productividad vegetal, el porcentaje de nitrógeno en plantas, el contenido total de nitrógeno y la penetración de la luz (Tilman et al. 1997). Tilman et al. (1997) mostraron que la composición funcional tiene un gran impacto sobre los procesos ecológicos. Este y otros trabajos relacionados han demostrado que los factores que cambian la composición del ecosistema como la invasión de nuevas especies, depósitos de nitrógeno, frecuencia de disturbios, fragmentación, eliminación de depredadores, remoción de especies y prácticas de manejo alternativas pueden tener un fuerte efecto en los procesos del ecosistema.

El evaluador debe utilizar la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales (Apéndice 3) en el desarrollo de la Hoja de Referencia (Apéndice 2) y en la evaluación del área.

La dominancia relativa se basa en la producción anual, biomasa, o cobertura relativa que cada grupo funcional/estructural aporta al total. Cuando se agrupa por especies se recomienda la composición por producción anual. Si el evaluador no tiene experiencia estimando la composición por producción anual, entonces se puede sustituir por composición tomando en cuenta la cobertura, si existen datos de referencia adecuados. El potencial de los grupos funcionales/estructurales se deriva colocando las especies dentro del grupo apropiado usando información encontrada en la Hoja de Referencia que fue desarrollada utilizando el formato de Grupos Funcionales/Estructurales. El listado y el ranking de los grupos funcionales/estructurales deben reflejar todas las comunidades de plantas (incluyendo costras biológicas) en el estado de referencia, bajo un régimen de disturbio natural, y en el contexto de variabilidad climática normal. No se debe limitar a solo comparar una comunidad clímax histórica, la cual es la referencia incluida en las viejas descripciones de sitios (hechas por el NRCS en los EE.UU.; otras organizaciones a veces se las hacen en otros países). Al contrario, las comparaciones deben ser con comunidades en el estado de referencia (en el modelo de estados y transiciones para el sitio ecológico). Para mayor información, por favor ver la sección de Conceptos.

Al formato de Grupos Funcionales/Estructurales se le pueden cambiar o añadir categorías de grupos funcionales para diferentes sitios ecológicos (ver Cuadros 6 y 7). Los grupos funcionales que actualmente estén presentes en el

sitio pero que no sean propios de éste (Ej. malezas o plantas introducidas) deben ser identificados en el formato.

El número de especies en cada grupo funcional también es considerado cuando se está eligiendo la categoría de calificación adecuada en la Hoja de Evaluación. Si los números de especies de plantas en muchos de los grupos funcionales/estructurales se han reducido, esto puede ser un indicio de la pérdida de integridad biótica. Tanto la presencia de grupos funcionales como el número de especies dentro de los grupos, tienen un efecto significativo sobre los procesos del ecosistema (Tilman et al. 1997).

Las plantas no vasculares (Ej. costras biológicas) son incluidas dentro de este ejemplo porque son componentes importantes de un sitio ecológico. Las costras biológicas son componentes de muchos ecosistemas y deben ser incluidas en esta evaluación cuando sea apropiado.

13. Mortalidad de Plantas/Decadencia

La proporción de plantas muertas o decadentes comparado con el número de plantas jóvenes o adultas, relativo a lo que se esperaría para el sitio bajo regímenes normales de disturbio, es un indicador de la dinámica de las poblaciones de la comunidad. Si no existe reclutamiento de plantas nuevas y las plantas existentes están muriendo o ya muertas, se esperaría que la integridad de la comunidad decayera y que las plantas indeseables (Ej. malezas o

Cuadro 6. Seis grupos funcionales/estructurales y ejemplos de especies representativas que se pueden encontrar en un sitio ecológico de pastizal.

Gramíneas altas C4	<i>Andropogon gerardii</i>	<i>Sorghastrum nutans</i>
Gramíneas medianas C4	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Schizachyrium scoparium</i>
Gramíneas medianas C3	<i>Pascopyrum smithii</i>	<i>Nassella viridula</i>
Gramíneas cortas C4	<i>Bouteloua dactyloides</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>
Hierbas perennes	<i>Ratibida tagetes</i>	<i>Ratibida pinnata</i>
Arbustos leguminosos	<i>Amorpha canescens</i>	

Cuadro 7. Especies seleccionadas de nueve grupos funcionales/estructurales que se pueden encontrar en una la Cuenca Desértica con arbustos.

Arbustos altos con raíces profundas	<i>Artemisia tridentata</i>		
Arbustos pequeños	<i>Xanthocephalum sarothrae</i>		
Gramíneas C4	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Aristida purpurea</i>	
Gramíneas cortas C3	<i>Poa secunda</i>		
Gramíneas medianas C3	<i>Elymus elymoides</i>	<i>Achnatherum thurberianum</i>	<i>Oryzopsis hymenoides</i>
Hierbas perennes que fijan N	<i>Astragalus sp.</i>	<i>Lupinus sp.</i>	
Hierbas perennes que no fijan N	<i>Phlox sp.</i>	<i>Balsamorhiza sagittata</i>	<i>Lomatium sp.</i>
Gramíneas anuales	<i>Bromus tectorum</i>		
Costras biológicas	Musgos	Líquenes	

invasoras) incrementen en número (Pyke 1995). Un pastizal saludable tiene una mezcla de categorías de edad relativas al potencial del sitio y a las condiciones climáticas (Stoddard et al. 1975).

Solo las plantas nativas (o las plantas sembradas) son utilizadas para determinar la mortalidad. La mortalidad de las plantas varía considerablemente dependiendo de los eventos naturales de disturbio (Ej. fuego, sequía, plagas de insectos y enfermedades).

14. Cantidad de Mantillo

El mantillo es cualquier material vegetal muerto (tanto de plantas nativas como de plantas exóticas) que se ha desprendido de la base de la planta. La proporción de mantillo que esta en contacto con la superficie del suelo (diferente a plantas muertas en pie) provee al suelo una fuente de material orgánico y otros materiales necesarios para el ciclo de nutrientes (Whitford 1988, 1996). El mantillo contribuye al microclima del suelo y provee de alimento a los microorganismos (Hester et al. 1997). La cantidad de mantillo en el suelo también ayuda a darle al suelo cierta resistencia contra la erosión. El mantillo ayuda a disipar la energía de las gotas de lluvia y el flujo superficial, y a su vez reduce el potencial de desprendimiento y transporte del suelo (Hester et al. 1997). La biomasa de mantillo es una obstrucción significativa para el escurrimiento (Thurrow et al. 1988a o b).

La cantidad de mantillo presente (herbáceo y leñoso) se compara con la cantidad de mantillo que se esperaría para el mismo tipo de condiciones de crecimiento en el estado de referencia según la Hoja de Referencia. El mantillo está directamente relacionado con el clima y con el grado de utilización que se le ha dado a la biomasa durante el mismo año. Por lo tanto, la influencia del clima (Ej. sequía, años húmedos) se debe considerar cuidadosamente cuando se trate de otorgar una calificación a la cantidad de mantillo. Tenga cuidado de no confundir plantas muertas en pie (material vegetal que no está desprendido de la planta y todavía está en pie) con mantillo durante esta evaluación.

Algunas comunidades de plantas tienen grandes cantidades de mantillo relativas al potencial del sitio y a las condiciones climáticas actuales. Un ejemplo es la gran acumulación de mantillo en comunidades de pastos exóticos (Ej. *Bromus tectorum*) comparadas con las comunidades nativas de arbustos. En este caso, el exceso de mantillo en relación a la cantidad esperada resulta en una calificación más baja para el sitio. Anote en la sección de Comentarios de este indicador en la Hoja de Evaluación si el mantillo está en estado de descomposición (más oscuro) u oxidación (blancuzco, lo cual también puede ser un indicador de crecimiento de hongos). Además de la cantidad de mantillo, el tamaño de este puede ser importante porque el mantillo grande tiende a demorarse más en descomponerse y es más resistente al escurrimiento. Si el tamaño del mantillo es considerado como parte de este indicador, este debe ser tomado en cuenta en la Hoja de Referencia (Apéndice 2).

15. Producción Anual

La producción primaria es la conversión de energía solar a energía química por el proceso de fotosíntesis. La producción anual, utilizada en este documento, es la cantidad neta de material vegetal vascular sobre el suelo que fue producido durante el año. La producción anual es un indicador de la energía capturada por las plantas y su disponibilidad para los consumidores secundarios en un ecosistema bajo ciertas características climáticas. La producción potencial cambia según la comunidad o sitio ecológico (Whittaker 1975), la diversidad biológica (Tilman y Downing 1994) y latitud (Cooper 1975). La producción anual del área de interés es comparada con el potencial del sitio (producción anual total) descrito en la Hoja de Referencia.

Las comparaciones con la Hoja de Referencia se basan en la producción máxima de fitomasa aérea, sin importar cuando se haga la evaluación. Si se ha utilizado la vegetación o las plantas están en un estado temprano de crecimiento, el evaluador deberá estimar la producción anual removida o esperada para el sitio e incluir esta cantidad cuando se estime la producción total del sitio. No se deben incluir material muerto henificado (producido en años anteriores) o tejidos vivos (tallos) que no fueron producidos dentro de la producción anual para este año.

Todas las especies de plantas vivas (Ej. nativas, sembradas o malezas) deben incluirse dentro de la evaluación para determinar la producción aérea total. Por lo tanto, no importa el tipo de vegetación (Ej. nativa o introducida). Por ejemplo, Rickard y Rogers (1988) encontraron que el cambio de una comunidad arbustiva dominada por *Artemisia* por una de pastos anuales introducidos afectó la estructura y función pero no la producción de biomasa aérea.

Como con los otros indicadores, es importante considerar todas las explicaciones posibles tanto a nivel local como de paisaje cuando hay diferencias en la producción (Ej. Escurrimiento debido a la pendiente del sitio, clima, ubicación regional y diferencias en suelo dentro del sitio ecológico), antes de considerar que las diferencias son debidas a otras características del sitio.

16. Plantas Invasoras

Las plantas invasoras son plantas que no pertenecen (exóticas), o son una pequeña parte (nativas) de la comunidad o comunidades naturales de plantas y tienen un potencial de volverse especies dominantes o codominantes en el sitio si su futuro establecimiento y crecimiento no son controlados mediante el manejo. Especies que se vuelven dominantes por uno a varios años (Ej. respuesta a corto plazo a la sequía o fuego) no son plantas invasoras. Este indicador se refiere a plantas que son invasoras del área de evaluación y las cuales pueden ser o no ser nocivas o exóticas.

Las plantas invasoras incluyen plantas nocivas (plantas que causan un impacto económico y ecológico indeseado), no nativas y nativas. Las plantas nativas invasoras (Ej. táscate) deben ser evaluadas comparando el estado actual con su potencial descrito en la Hoja de Referencia. Los reportes históricos, áreas de referencia ecológica y fotografías pueden aportar información sobre la distribución histórica de las plantas invasoras nativas.

Las plantas invasoras pueden influir en el tipo de ecosistema y en la abundancia de especies, en sus interrelaciones y en los procesos a través de los cuales la energía y nutrientes se mueven a través del ecosistema. Estos impactos pueden influir tanto en organismos biológicos como en las propiedades físicas del sitio (Olson 1999). Estos impactos pueden caer en la categoría de ligeros a catastróficos dependiendo de las especies involucradas y su grado de dominancia. Las especies invasoras pueden afectar negativamente un sitio al incrementar el uso del agua (Ej. el rompevientos (*Tamarisk*) en áreas ribereñas) o la rápida extracción de nutrientes (Ej. aumento del uso de nitrógeno por el *Bromus tectorum*).

Algunas plantas invasoras son capaces de invadir áreas clímax sin disturbio como son las comunidades de pastizales amacollados (Lacey et al. 1990) enfatizándose su uso como indicadores de estrés en el ecosistema. Incluso los ecosistemas diversos con una gran riqueza de especies son susceptibles a la invasión de plantas exóticas (Stohlgren et al. 1999).

17. Capacidad Reproductiva de Plantas Perennes

La producción adecuada de semillas es esencial para mantener las poblaciones de plantas cuando la reproducción sexual es el mecanismo principal para el reemplazo de plantas en el sitio; sin embargo, la producción anual de semillas de plantas perennes es muy variable (Harper 1977). Debido a que el crecimiento reproductivo ocurre en forma modular (White 1979), la producción de inflorescencias se convierte en la medida básica del potencial reproductivo de las plantas que se reproducen sexualmente, y la producción de clones en las plantas que tienen reproducción vegetativa. Como la capacidad reproductiva de las plantas perennes es influenciada por el clima, es importante determinar la desviación de la calificación esperada para el indicador según la Hoja de Referencia, evaluando los efectos del manejo sobre el mismo. Las áreas de referencia ecológica proveen un buen punto de partida para comparar si los efectos vistos sobre este indicador son causados por el clima o el manejo.

La evaluación de la producción de semillas se hace comparando el número de tallos con semilla y/o el número de semillas por tallo de especies nativas o sembradas (sin incluir las invasoras) en el área de evaluación con lo que se esperaría según lo documentado en la Hoja de Referencia. Mueggler (1975) recomienda comparaciones de tallos reproductivos y el largo de estos en pastizales amacollados de *Pseudoroegneria spicata* pastoreados y sin pastorear como una forma de medir el potencial de reclutamiento de estas plantas. La producción de semillas se relaciona con el vigor ya que las plantas saludables son más capaces de producir cantidades adecuadas de semillas viables comparadas con plantas estresadas o decadentes (Hanson y Stoddart 1940).

En plantas que se reproducen vegetativamente, el número y distribución de hijos o rizomas es evaluado en relación a la producción de estructuras reproductivas en plantas perennes esperada según la Hoja de Referencia.

El reclutamiento no se evalúa como parte de este indicador ya que el reclutamiento por semillas es un evento esporádico en muchos sitios ecológicos del pastizal. Por lo tanto, la evidencia de reclutamiento (plántulas o dispersión de partes vegetativas) de plantas nativas perennes o sembradas es anotada en la sección de Comentarios de la Hoja de Evaluación, pero no se considera en los intervalos de capacidad reproductiva de plantas perennes.

Este indicador solo considera plantas perennes. Excepto en los ecosistemas hiperáridos (Ej. península arábiga o desierto de Atacama), casi todos los pastizales tienen el potencial de mantener plantas perennes (Whitford 2002). Una comunidad de plantas que no tiene plantas perennes raramente será incluida en el estado de referencia. Las áreas de evaluación que no tienen plantas perennes serán calificadas como “Extremo a Total” para este indicador porque han perdido la capacidad de (re)producir plantas perennes.

18. Indicadores Opcionales

Los 17 indicadores anteriores representan la información básica que debe ser evaluada en cada sitio. Se pueden establecer otros indicadores y descriptores que cubran las necesidades específicas de un sitio. El único requisito al establecer indicadores opcionales es que deben tratar aspectos ecológicos, y no aspectos desde el punto de vista de manejo. Estos indicadores también deben incrementar significativamente la calidad de la evaluación. Por ejemplo, un indicador adecuado sólo para el ganado, fauna silvestre o especies con algún estado especial no es un indicador apropiado para determinar la salud del sitio. Estos pueden ser importantes para la evaluación del rancho pero no son incluidos en la determinación del estado de la estabilidad del suelo/sitio, función hidrológica o integridad biótica.

En el Cuadro 8 se presentan ejemplos de dos indicadores opcionales, Costra Biológica y Estructura Vertical de la Vegetación. Ambos son parcialmente incluidos en el Indicador 12 (Grupos Funcionales/Estructurales); sin embargo, muchos usuarios encuentran que este indicador con frecuencia está muy enfocado a la composición de la comunidad vegetal. Ambos indicadores opcionales están parcialmente reflejados en el Indicador 4 (Suelo Desnudo). El suelo desnudo estabilizado por la costra biológica (líquenes, algas, etc.) no se considera suelo desnudo. Debido a que el indicador Suelo Desnudo incluye la distribución espacial de áreas desnudas, éste también provee alguna indicación sobre la distribución horizontal de la vegetación.

El indicador de costra biológica debe ser aplicado cuando la costra juega un papel biológico o físico importante (Ej. Fijador de nitrógeno o estabilizador de suelo). El indicador estructura de la vegetación es muy útil donde la variabilidad en la estructura vertical de la vegetación dentro de los grupos funcionales/estructurales afecta la erosión por viento o la integridad de poblaciones animales. La variabilidad puede deberse a diferencias en especies dentro de los grupos funcionales/estructurales, distribución de edad entre clases o a disturbios como fuego y pastoreo los cuales afectan las formas de crecimiento.

Cuadro 8. Indicadores opcionales y descripciones genéricas para costra biológica y estructura de la vegetación.

Que tan alejado está de la Hoja de Referencia					
Indicador	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
Costra Biológica	Se encuentra sólo en áreas protegidas, limitada a un grupo funcional.	Enormemente ausente, ocurre principalmente en áreas protegidas.	En áreas protegidas y como componente menor en interespacios.	Evidente a lo largo del sitio pero continuamente dividida en pedazos.	Casi intacta y casi concuerda con la capacidad del sitio.
Estructura Vertical de la Vegetación	Número de clases altas enormemente reducido y/o pérdida de casi todas las clases altas y/o gran incremento de clases altas esperadas para el sitio y/o gran reducción en el número o densidad de individuos de varias clases altas.	Número de clases altas reducido significativamente y/o más de una clase alta perdida y/o adición de más de una clase alta no esperada para el sitio y/o reducción significativa en el número o densidad de individuos de varias clases altas.	Número de clases altas reducido moderadamente y/o una clase alta perdida y/o adición de una clase alta no esperada para el sitio y/o reducción moderada en el número o densidad de individuos de varias clases altas.	Número de clases altas reducido ligeramente y/o ligera reducción en el número y densidad de individuos de varias clases altas.	Número y tipo de clases altas y número y densidad de individuos en cada clase alta casi la esperada para el sitio.

Los indicadores incluidos en estas hojas no son necesariamente para todos los pastizales. Otros indicadores opcionales se pueden agregar a las hojas para mejorar la sensibilidad para detectar cambios en la estabilidad del suelo/sitio, función hidrológica e integridad biótica.

Los numerosos comentarios que se han recibido antes y después de la anterior edición de este protocolo, incluyeron muy pocas sugerencias de nuevos indicadores, excepto cuando se quería incluir indicadores basados en manejo los cuales no son apropiados para este protocolo. Hubo muy pocas indicaciones para eliminar indicadores del protocolo, en parte debido a que los usuarios quieren ser consistentes a través de las evaluaciones. **El valor de mantener un protocolo consistente es más importante que el incluir indicadores opcionales.**

Paso 5. Determine el Estado Funcional de los Tres Atributos de Salud de Los Pastizales (REQUERIDO)

Complete la Hoja de Evaluación (al reverso del Apéndice 1).

El proceso de interpretación es un eslabón crítico entre la observación de los indicadores y la determinación de que tan alejado está cada atributo de lo evaluado en la Hoja de Referencia para determinada área. La interpretación de los indicadores y la selección de que tan alejados están los atributos de la salud de los pastizales (estabilidad del suelo y sitio, función hidrológica, integridad biótica) se realizan en la parte baja de la Página 2 de la Hoja de Evaluación. Este resumen de calificaciones se hace revisando las categorías de cada indicador y los comentarios de todos los formatos para seleccionar una sola categoría.

Se utiliza un enfoque de “preponderancia de la evidencia” para seleccionar la categoría de que tan alejado está cada atributo. Esta decisión se basa, en parte, en cual de las cinco categorías caen la mayoría de los indicadores para cada atributo. Por ejemplo, si cuatro de los indicadores de estabilidad de suelo/sitio de la descripción del sitio ecológico están en “moderado” y seis están en “ligero a moderado”, el atributo estabilidad suelo/sitio quedará como “ligero a moderado” asumiendo que la interpretación de los evaluadores de otra información y conocimiento local ecológico aprueben esta calificación. Sin embargo, si uno de los cuatro indicadores en la categoría “moderado” es particularmente importante para el sitio (ejemplo suelo desnudo), se puede calificar como “moderado”.

Una vez que la evaluación se ha hecho para cada atributo, los administradores pueden usar la evaluación del atributo para identificar donde se requiere más información (monitoreo y/o inventario). Si la información está disponible debe ser revisada y si no está disponible, la información debe de ser recolectada. De tal forma que estas

áreas (Ej. moderadas) sean ideales para implementar estudios de monitoreo ya que son las que responden más fácil a actividades de manejo. Sin embargo, el monitoreo es muy útil sin importar la calificación, dependiendo de futuros cambios en el uso o manejo del área.

Este procedimiento se apoya en experiencia colectiva y conocimiento de los evaluadores para clasificar cada indicador y luego interpretar las calificaciones colectivas de éstos en una calificación resumida para cada atributo. La calificación de cada indicador y la interpretación dentro de una calificación colectiva de cada atributo no es un trabajo para principiantes. Este procedimiento se ha desarrollado para ser usado por evaluadores con experiencia y conocimientos. Este procedimiento no fue diseñado para ser usado por empleados nuevos o sin experiencia, sin entrenamiento y sin asesoría de personal con más experiencia y conocimientos.

Aplicación a Áreas Más Grandes

A pesar de que el procedimiento descrito en este documento se basa en un sitio específico de evaluación, se puede aplicar en una cuenca, pastizal, o rancho con un adecuado diseño de estudio. Algunas herramientas para ayudar a aplicar esto a áreas más grandes incluyen mapas topográficos, localidades con agua, mapas de régimen de uso y pastoreo, información de inventarios o monitoreos, estudios de suelo, sistemas de información geográfica (GIS), y conocimiento local. Las evaluaciones individuales de cada sitio se realizan en sitios ecológicos determinados. Las áreas en el mismo sitio ecológico, con las mismas calificaciones para los tres atributos de la salud de los pastizales, pueden ser consideradas dentro de una unidad de pastizal o manejo (por ejemplo, rancho). Cuando las unidades de sitio ecológico son demasiado pequeñas para ser mapeadas, se puede aplicar una unidad “compleja” de mapa. Cada unidad compleja o complejo incluye dos o más sitios ecológicos. Las puntuaciones de los atributos para cada sitio ecológico en un complejo están incluidas en la leyenda del mapa “sitios ecológicos”.

Estudios o información adicionales pueden ser necesarios para confirmar estas puntuaciones. El protocolo descrito en este documento no está destinado a ser utilizado como una herramienta única para determinar la “salud” o el estado funcional de los tres atributos de la salud de los pastizales.

Las puntuaciones a los atributos pueden estimular la adopción de nuevas medidas (por ejemplo, la revisión o el inicio de inventario, monitoreo, o diferentes evaluaciones; comunicación con diversos grupos interesados en el manejo de la zona) para determinar la razón de estas valoraciones o determinar si la evolución es satisfactoria bajo el manejo existente. Las áreas en las que uno o más atributos están valorados como “Extremo a Total” o “Moderado a Extremo” por lo general tienen perfectamente identificados los problemas graves de recursos y con frecuencia han cruzado un umbral ecológico. La relación costo/beneficio de las acciones de manejo en estas áreas es a menudo más baja que en las zonas que aún no han cruzado un umbral. Los cambios en el manejo no son adecuados basándose únicamente en la evaluación del intervalo de salud por los procedimientos establecidos en este documento.

Resumen

Las evaluaciones cualitativas de la salud de los pastizales proporcionan a los administradores de la tierra y a los técnicos especialistas una buena herramienta de comunicación para usar con el público. Esta técnica, asociada con un monitoreo cuantitativo y con la información de los inventarios (por ejemplo, el cuadro 2 en la sección Conceptos), se puede utilizar para proporcionar alertas tempranas a problemas de recursos. Este procedimiento no determina la causa de los problemas de la salud de los pastizales, sino simplemente identifica donde existe un problema. Este procedimiento no pretende sustituir un monitoreo cuantitativo, servir como un estudio de tendencia, o proporcionar datos que se pueden agregar para un informe nacional sobre la salud de los pastizales.

Sin embargo, se necesita más investigación para cuantificar los atributos e identificar umbrales para la salud de los pastizales. Una vez que esta información se encuentre disponible, la evaluación de la salud de los pastizales será más cuantitativa y menos dependiente de la evaluación cualitativa de los indicadores. Este documento seguirá siendo revisado como resultado de la investigación y la aplicación de este procedimiento. Siempre que sea posible, se desarrollarán los indicadores de sitios ecológicos específicos y los descriptores. La interpretación de los indicadores seguirá evolucionando a medida que nuestra comprensión de la dinámica ecológica (por ejemplo, como se describe en los diagramas de estado y transición) siga creciendo. A medida que el concepto de salud de los pastizales siga evolucionando y madurando, la aplicación de este concepto y el protocolo también evolucionará.

Literatura Citada

- Anderson, E.W. 1974. Indicators of soil movement on range watersheds. *Journal of Range Management* 27:244–247.
- Barnes, K.K., W.M. Carleton, H.M. Taylor, R.I. Throckmorton, and G.E. Vanden Berg (organizers). 1971. *Compaction of agricultural soils*. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan.
- Belnap, J. and J.S. Gardner. 1993. Soil microstructure in soil of the Colorado Plateau: The role of the cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Great Basin Naturalist* 53: 40–47.
- Belnap, J. and D.A. Gillette. 1998. Vulnerability of desert biological crusts to wind erosion: the influences of crust development, soil texture and disturbance. *Journal of Arid Environments* 39:133–42.
- Benkobi, L., M.J. Trlica, and J.L. Smith. 1993. Soil loss as affected by different combinations of surface litter and rock. *Journal of Environmental Quality* 22:657–61.
- Bestelmeyer, B.T., J.R. Brown, K.M. Havstad, R. Alexander, G. Chavez, and J.E. Herrick. 2002. Viewpoint: issues in the development and use of state and transition models for rangeland management. *Journal of Range Management* 56:114–126.
- Bestelmeyer, B.T., J.E. Herrick, J.R. Brown, D.A. Trujillo, and K.M. Havstad. 2004. Land management in the American Southwest: approaching ecosystem complexity with conceptual state-and-transition models. *Environmental Management* 34:38–51.
- Blackburn, W.H. 1975. Factors influencing infiltration and sediment production of semiarid rangelands. *Nevada Water Resources Res.* 11:929–937.
- Blackburn, W.H. and M.K. Wood. 1990. Influence of soil frost on infiltration of shrub coppice dune and dune interspace soils in southern Nevada. *Great Basin Naturalist* 50:41–46.
- Blackburn, W.H. and F.B. Pierson Jr. 1994. Sources of variation in interrill erosion on rangelands. In W.H. Blackburn, F.B. Pierson Jr., G.E. Schuman, and R. Zartman (eds.). *Variability in Rangeland Water Erosion Processes*, Pages 1-10. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America.
- Blackburn, W.H., F.B. Pierson, C.L. Hanson, T.L. Thurow, and A.L. Hanson. 1992. The spatial and temporal influences of vegetation on surface soil factors in semiarid rangelands. *Transactions of the ASAE* 35:479–486.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. In A. Klute (ed.). *Methods of Soil Analysis*. Part I. Second Edition, Pages 363-75. Agron. Monogr. 9. Madison, Wisconsin: ASA and SSSA.
- Bond, R.D. and J.R. Harris. 1964. The influence of the microflora on the physical properties of soils. I. Effects associated with filamentous algae and fungi. *Australian Journal of Soil Research* 2:111–122.
- Borman, M.M. and D.A. Pyke. 1994. Successional theory and the desired plant community approach. *Rangelands* 16:82–85.

- Bryan, R.B. 1987. Processes and significance of rill development. Pages 1-16 In R.B. Bryan (ed.), *Rill Erosion: Processes and Significance*. Catena Supplement, 8, Catena Verlag, Germany.
- Cerda, A. 1999. Parent material and vegetation affect soil erosion in eastern Spain. *Soil Science Society of America Journal* 63:362–68.
- Chanasyk, D.S. and M.A. Naeth. 1995. Grazing impacts on bulk density and soil strength in the foothills fescue grasslands of Alberta, Canada. *Canadian Journal of Soil Science* 75:551–557
- Chapin, F.S., III. 1993. Functional role of growth forms in ecosystem and global processes. Pages 287–312 In: J.R. Ehleringer and C.B. Field (eds.), *Scaling Physiological Processes: Leaf to Globe*. Academic Press, San Diego, California.
- Chepil, W.S. 1945. Dynamics of wind erosion IV. The translocating and abrasive action of the wind. *Soil Science* 61:167–171.
- Chepil, W.S. and N.P. Woodruff. 1963. The physics of wind erosion and its control. *Advances in Agronomy* 15:211–302.
- Cole, D.N. 1985. Recreational trampling effects on six habitat types in western Montana. Research Paper INT-350. USDA-USFS Intermountain Research Station: Ogden, Utah.
- Cooper, J.P. (ed.) 1975. *Photosynthesis and Productivity in Different Environments*. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Davenport, D.W., D.D. Breshears, B.P. Wilcox, and C.D. Allen. 1998. Viewpoint: sustainability of piñon-juniper ecosystems—a unifying perspective of soil erosion thresholds. *Journal of Range Management* 51:231–240.
- Daubenmire, R. 1968. *Plant Communities: a Textbook of Plant Synecology*. Harper & Row, New York, New York.
- Dawson, T.E. and F.S. Chapin, III. 1993. Grouping plants by their form-function characteristics as an avenue for simplification in scaling between leaves. Pages 313–322, In J.R. Ehleringer and C.B. Field (eds.), *Scaling Physiological Processes: Leaf to Globe*. Academic Press, San Diego, California.
- Dormaar, J.F. and W.D. Willms. 1998. Effect of forty-four years of grazing on fescue grassland soils. *Journal of Range Management* 51:122–26.
- Eldridge, D.J. and S.B. Greene. 1994. Microbiotic soil crusts: a review of their roles in soil and ecological processes in rangelands of Australia. *Australian Journal of Soil Research* 32:389–415.
- Elzinga, C.L., D.W. Salzer, and J.W. Willoughby. 1998. Measuring and monitoring plant populations, Technical Reference 1730-1. 477pp. (Available online at <http://www.blm.gov/nstc/library/techref.htm>; Accessed August 31, 2010).
- Fryrear, D.W., C.A. Krammes, D.L. Williamson, and T.M. Zobeck. 1994. Computing the wind erodible fraction of soils. *Journal of Soil and Water Conservation* 49:183–88.

- Gibbens, R.P., J.M. Tromble, J.T. Hennessy, and M. Cardenas. 1983. Soil movement in mesquite duneland and former grasslands of southern New Mexico from 1933 to 1980. *Journal of Range Management* 36:145–148.
- Gillette, D.A. and T.R. Walker. 1977. Characteristics of airborne particles produced by wind erosion of sandy soil, High Plains of West Texas. *Soil Science* 123:97–110.
- Gillette, D.A., I.H. Blifford Jr., and D.W. Fryrear. 1974. The influence of wind velocity on the size distributions of aerosols generated by the wind erosion of soils. *Journal of Geophysical Research* 79:4068–4075.
- Gillette, D.A., I.H. Blifford Jr., and I.H. Fenster. 1972. Measurements of aerosol-size distribution and vertical fluxes of aerosols on land subject to wind erosion. *Journal of Applied Meteorology* 11:977–987.
- Goff, B.F., G.C. Bent, and G.E. Hart. 1993. Erosion response of a disturbed sagebrush steppe hillslope. *Journal of Environmental Quality* 22:698–709.
- Gould, W.L. 1982. Wind erosion curtailed by shrub control. *Journal of Range Management* 35:563–66.
- Gutierrez, J. and I.I. Hernandez. 1996. Runoff and interrill erosion as affected by grass cover in a semi-arid rangeland of northern Mexico. *Journal of Arid Environments* 34:287–295.
- Hagen, L.J. 1984. Soil aggregate abrasion by impacting sand and soil particles. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering* 27:805–808.
- Hanson, W.R. and L.A. Stoddart. 1940. Effects of grazing upon bunch wheatgrass. *Amer. Soc. Agron. J.* 32:278–289.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York.
- Hassink, J., L.A. Bouwman, K.B. Zwart, and L. Brussaard. 1993. Relationships between habitable pore space, soil biota, and mineralization rates in grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry* 25:47–55.
- Heady, H.F. and R.D. Child. 1994. *Rangeland Ecology and Management*. Westview Press, San Francisco, California.
- Hennessy, J.T., B. Kies, R.P. Gibbens, and J.M. Tromble. 1986. Soil sorting by forty-five years of wind erosion on a southern New Mexico range. *Soil Science Society of America Journal* 50:391–394.
- Hennessy, J.T., R.P. Gibbens, J.M. Tromble, and M. Cardenas. 1983. Vegetation changes from 1935 to 1980 in mesquite dunelands and former grasslands of southern New Mexico. *Journal of Range Management* 36:370–374.
- Herrick, J.E., J.W. Van Zee, K.M. Havstad, and W.G. Whitford. 2005. *Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems*. USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, New Mexico.

- Herrick, J.E., W.G. Whitford, A.G. de Soyza, J.W. Van Zee, K.M. Havstad, C.A. Seybold, and M. Walton. 2001. Soil aggregate stability kit for field-based soil quality and rangeland health evaluations. *CATENA* 44:27–35.
- Hester, J.W., T.L. Thurow, and C.A. Taylor Jr., 1997. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by prescribed burning. *Journal of Range Management* 50:199–204.
- Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, San Diego.
- Hudson, N. 1993. Field measurement of soil erosion and runoff. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Johnson, C.W. and N.E. Gordon. 1988. Runoff and erosion from rainfall simulator plots on sagebrush rangelands. *Transactions of the ASAE* 31:421–427.
- Karlen, D.L. and D.E. Stott. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek, and B.A. Stewart (eds). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, SSSA Special Publication Number 35. Pages 53-72. Soil Science Society of America.
- Karr, J.R. 1992. Ecological integrity: Protecting earth's life support systems. p. 223-238. In R. Costanza, B.G. Norton, and B.D. Haskell (eds.), *Ecosystem Health—New Goals for Environmental Management*, Island Press, Washington, D.C.
- Lacey J., P. Husby, and G. Handle. 1990. Observations on spotted and diffuse knapweed invasion into ungrazed bunchgrass communities in western Montana. *Rangelands* 12:30–32.
- Lackey, R.T. 1998. Ecosystem management: paradigms and prattle, people and prizes. *Renewable Resources Journal* 16:8–13.
- Larson, W.E. and F.J. Pierce. 1993. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek, and B.A. Stewart (eds.). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*, SSSA Special Publication Number 35. Pages 27-51.
- Martin, S.C. and H.L. Morton. 1993. Mesquite control increases grass density and reduces soil loss in southern Arizona. *Journal of Range Management* 46:170–175.
- Morgan, R.P.C. 1986. *Soil Erosion and Conservation*. Davidson, D.A. (ed.), Longman Scientific and Technical, Wiley, New York.
- Morgan, R.P.C., K. McIntyre, A.W. Vickers, J.N. Quinton, and R.J. Rickson. 1997. A rainfall simulation study of soil erosion on rangeland in Swaziland. *Soil Technology* 11:291–99.
- Morin, J. and J. Van Winkel. 1996. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. *Soil Science Society of America Journal* 60:1223–1227.
- Mueggler, W.F. 1975. Rate and pattern of vigor recovery in Idaho fescue and tulebunch wheatgrass. *Journal of Range Management* 28:198–204.
- National Research Council. 1994. *Rangeland Health: New Methods to Classify, Inventory, and Monitor Rangelands*. National Academy Press, Washington, D.C. National Research Council. 180p.

- NRCS Soil Quality Institute, NRCS Grazing Lands Technology Institute, NRCS National Soil Survey Center, USDA-ARS Jornada Experimental Range, USDI Bureau of Land Management. 2002. Rangeland soil quality information sheets (http://soils.usda.gov/sqi/management/gl_mgmt.html).
- O'Hara, S.L., F.A. Street, and T.P. Burt. 1993. Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by pre-hispanic agriculture. *Nature* 362:48–51.
- Olson, B.E. 1999. Impacts of noxious weeds on ecological and economic systems. Pages 4-18, In R.L. Sheley and J.K. Petroff (eds.), *Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds*. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.
- Pellant, M. 1996. Use of indicators to qualitatively assess rangeland health. *Rangelands in a Sustainable Biosphere*. (Ed. N.E. West), pp 434-435. *Proc. Vth International Rangeland Congress*. Society for Range Management. Denver, Colorado.
- Pierson, F.B., W.H. Blackburn, S.S. Van Vactor, and J.C. Wood. 1994. Partitioning small scale spatial variability of runoff and erosion on sagebrush rangeland. *Water Resources Bulletin* 30:1081–1089.
- Pierson, F.B., K.E. Spaeth, M.A. Wertz, and D.H. Carlson. 2002. Hydrologic response of diverse western rangelands. *Journal of Range Management* 55:558–570.
- Pimm, S.L. 1984. The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307:321–326.
- Puigdefábregas, J. and G. Sánchez. 1996. Geomorphological implications of vegetation patchiness on semi-arid slopes. In M.G. Anderson and S.M. Brooks. *Advances in Hillslope Processes*. Pages 1029-1060. Vol. 2. London: John Wiley & Sons Ltd.
- Pye, K. 1987. *Aeolian Dust and Dust Deposits*. Academic Press, San Diego, California.
- Pyke, D.A. 1995. Population diversity with special reference to rangeland plants. Pages 21-32, In N.E. West (ed.), *Biodiversity of Rangelands. Natural Resources and Environmental Issues*, Vol. IV, College of Natural Resources, Utah State University, Logan.
- Pyke, D.A., J.E. Herrick, P. Shaver, and M. Pellant. 2002. Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management* 55:584–297.
- Quansah, C. 1985. The effect of soil type, slope, flow rate and their interactions on detachment by overland flow with and without rain. Pages 19-28 In P.D. Jungerius (ed.), *Soils and Geomorphology*. Catena Supplement, 6, Catena Verlag, Germany.
- Rapport, D.J. 1995. Ecosystem health: exploring the territory. *Ecosystem Health* 1:5–13.
- Rapport, D.J., C. Gaudet, J.R. Karr, J.S. Baron, C. Bohlen, W. Jackson, B. Jones, R.J. Naiman, B. Norton, and M.M. Pollock. 1998. Evaluating landscape health: integrating societal goals and biophysical process. *Journal of Environmental Management* 53:1–15.
- Rasmussen, G.A., M. Pellant, and D. Pyke. 1999. Reliability of a qualitative assessment process on rangeland ecosystems. *People and rangelands, building the future*. (Eds. D. Eldridge and D. Freudenberger), pp 781-782. *Proc. VIth International Rangeland Congress*. 1999 VI International Rangeland Congress, Inc.

- Rickard, W.H. and L.E. Rogers. 1988. Plant community characteristics and responses. Pages 109-179. In W.H. Rickard, L.E. Rogers, B.E. Vaughn, and S.F. Liebetrau (eds.). *Shrub-steppe: Balance and Change in a Semiarid Terrestrial Ecosystems*. Developments in agricultural and managed-forest ecology, Elsevier, New York.
- Satterlund, D.R. and P.W. Adams. 1992. *Wildland Watershed Management*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Schlesinger, W.H., J.F. Reynolds, G.L. Cunningham, L.F. Huenneke, W.M. Jarrell, R.A. Virginia, and W.G. Whitford. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247:1043–1048.
- Seybold, C.A., J.E. Herrick, and J.J. Brejda. 1999. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. *Soil Science* 164:224–234.
- Sheley, R.L., J.K. Petroff, and M.M. Borman. 1999. Introduction. In R.L. Sheley and J.K. Petroff (eds.). *Biology and management of noxious rangeland weeds*. Pages 1-3. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.
- Smith, D.D. and W.H. Wischmeier. 1962. Rainfall erosion. *Advances in Agronomy* 14:109-148.
- Smith, E.L. 1999. The myth of range/watershed health. Pp. 6-11, In *Riparian and watershed management in the interior northwest: an interdisciplinary perspective*. Oregon State University Extension Service Special Report 1001, Corvallis, Oregon.
- Society for Range Management. 1999. *A glossary of terms used in range management*. Society for Range Management. Denver, Colorado. 20p.
- Soil Science Society of America. 1997. *Glossary of soil science terms*. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. 138p.
- Solbrig, O.T., E. Medina, and J.F. Silva. 1996. *Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes: a Global Perspective*. Springer, New York.
- Spaeth, K.E., M.A. Weltz, H.D. Fox, and F.B. Pierson. 1994. Spatial pattern analysis of sagebrush vegetation and potential influences on hydrology and erosion. In W.H. Blackburn, F.B. Pierson Jr., G.E. Schuman, and R. Zartman (eds.). *Variability in Rangeland Water Erosion Processes*. Pages 35-50. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America.
- Stoddard, L.A., A.D. Smith, and T.W. Box. 1975. *Range Management*. McGraw-Hill Book Company.
- Stohlgren, T.J., D. Binkley, G.W. Chong, M.A. Kalkhan, L.D. Schell, K.A. Bull, Y. Otsuki, G. Newman, M. Bashkin, and Y. Son. 1999. Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity. *Ecological Monograph* 69:25–46.
- Stringham, T.K., W.C. Krueger, and P.L. Shaver. 2001. *States, transitions and thresholds: Further refinement for rangeland applications*. Corvallis, Oregon, Oregon State University Agricultural Experiment Station.
- Task Group on Unity in Concepts and Terminology. 1995. New concepts for assessment of rangeland condition. *Journal of Range Management* 48:271–282.

- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1986. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by livestock grazing systems, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 39:505–509.
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1988a. Infiltration and interrill erosion responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 41:296–302.
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1988b. Some vegetation responses to selected livestock grazing strategies, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 41:108–114.
- Tilman, D. and J.A. Downing. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367:363–367.
- Tilman, D., J. Knops, D. Wedin, P. Reich, M. Ritchie, and E. Siemann 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277:1300–1302.
- Tiscareño-Lopez, M., V.L. Lopes, J.J. Stone and L.J. Lane. 1993. Sensitivity analysis of the WEPP watershed model for rangeland applications. 1. Hillslope Processes. *Transactions of the ASAE* 36:1659–72.
- Tongway, D.J. 1994. *Rangeland Soil Condition Assessment Manual*. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 1997. *National range and pasture handbook*. Washington, D.C. U.S. Department of Agriculture.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. 1973. Determination of erosion condition class, Form 7310-12. Washington, D.C.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. 1993. *Riparian area management: process for assessing proper functioning condition*. Technical Reference 1737-9. Service Center, Denver, Colorado.
- Vallentine, J.F. 1990. *Grazing Management*. Academic Press, Berkeley, California.
- Wagner, R.E. 1989. History and development of site and condition criteria in the Bureau of Land Management. p. 35-48. In W.K. Lauenroth and W.A. Laycock (eds.), *Secondary Succession and the Evaluation of Rangeland Condition*, Westview, Boulder, Colorado.
- Wallace, L.L. 1987. Effects of clipping and soil compaction on growth, morphology and mycorrhizal colonization of *Schizachyrium scoparium* a C4 bunchgrass. *Oecologia* 72:423–428.
- Warren, S.D., T.L. Thurow, W.H. Blackburn, and N.E. Garza. 1986. The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. *Journal of Range Management* 39:491–95.
- Webb, R.H. and H.G. Wilshire. 1983. *Environmental Effects of Off-Road Vehicles: Impacts and Management in Arid Regions*. Springer-Verlag, New York.
- Weltz, M.A., M.R. Kidwell, and H.D. Fox. 1998. Influence of abiotic and biotic factors in measuring and modeling soil erosion on rangelands: state of knowledge. *Journal of Range Management* 51:482–95.

- West, N.E., K. McDaniel, E.L. Smith, P.T. Tuellerand, and S. Leonard. 1994. Monitoring and interpreting ecological integrity on arid and semi-arid lands of the western United States. Report 37. New Mexico State University, New Mexico Range Improvement Task Force.
- White, J. 1979. The plant as a metapopulation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10:109–145.
- Whitford, W.G. 1988. Decomposition and nutrient cycling in disturbed arid ecosystems. Pages 136-161, In E.B. Allen (ed.) *The Reconstruction of Disturbed Arid Lands*. American Association for the Advancement of Science, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Whitford, W.G. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 5:185–195.
- Whitford, W.G. 2002. *Ecology of Desert Systems*. Academic Press, San Diego.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*, 2nd edition. Macmillan, New York.
- Wicklum, D. and R.W. Davies. 1995. Ecosystem health and integrity. *Canadian Journal of Botany* 73:997–1000.
- Willat, S.T. and D.M. Pullar. 1983. Changes in soil physical properties under grazed pastures. *Australian Journal of Soil Research* 22:343–348.
- Wood, M.K. and W.H. Blackburn. 1984. Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas Rolling Plains. *Journal of Range Management* 37:303–308.
- Wood, M.K., E. Eckert Jr., W.H. Blackburn, and F.F. Peterson. 1997. Influence of crusting soil surfaces on emergence and establishment of crested wheatgrass, squirreltail, Thurber needlegrass and fourwing saltbush. *Journal of Range Management* 35:282–87.

Glosario

Abundancia: Número total de individuos de una especie en un área, población, o comunidad (SRM 1999).

Agregados del suelo: Grupo de partículas primarias del suelo que permanecen unidas unas con otras mucho más fuerte que con otras partículas de alrededor (SSSA 1997).

Árbol: Planta leñosa perenne, usualmente de un solo tallo, que tiene una forma de corona definida y que alcanza una altura de al menos 4 metros. La diferencia entre las plantas leñosas, conocidas como árboles, con respecto a los arbustos es gradual. Algunas plantas como los robles (*Quercus* spp.) pueden crecer como árboles o como arbustos (SRM 1999).

Arbusto: Planta que tiene tallos leñosos, relativamente poco crecimiento y que generalmente produce muchos brotes basales. Se diferencia de un árbol por su corta estatura (por lo general menor a 5 metros o 16 pies) y su forma no arborescente (SRM 1999).

Área basal (plantas): Área transversal del tallo o tallos de una planta. Las plantas herbáceas y las plantas leñosas pequeñas son medidas cerca o a nivel de la superficie del suelo; la vegetación leñosa más grande se mide a la altura del pecho o a otra altura designada. Sinónimo: Cubierta basal (SRM 1999).

Área de deposición: Área que contiene depósitos de suelo provenientes de otra área a causa de la erosión.

Área de evaluación: Área (generalmente de 1/2 a un acre en tamaño) donde se lleva a cabo la evaluación de los atributos de la salud del pastizal.

Área de referencia ecológica: Área que representa un único sitio ecológico en el que los procesos ecológicos funcionan dentro de un intervalo normal de variabilidad y donde la comunidad vegetal tiene una resistencia adecuada a los disturbios. Estas áreas no necesitan ser prístinas o áreas sin uso histórico (Ej. Comunidades vegetales clímax o áreas relicto).

Áreas con suelo barrido: Áreas, generalmente en los interespacios, donde las partículas finas del suelo han ido dejando grava, rocas o raíces expuestas en la superficie del suelo.

Asociación de suelo: Tipo de unidad de mapa de suelo compuesta por demarcaciones, cada una de las cuales muestra el tamaño, forma y ubicación de una unidad de paisaje compuesta por dos o más tipos de suelo, o por tipos de suelo y otras áreas más inclusiones admisibles en ambos casos. Los componentes individuales de los suelos y áreas son lo suficientemente grandes para ser delineados a escala 1:24,000. Varios componentes de cada tipo de suelo o áreas son aptos para estar presentes en cada demarcación y estos ocurren en un patrón bastante repetitivo y descriptivo (SSSA 1997).

Atributo: Uno de los tres componentes (estabilidad del suelo/sitio, función hidrológica, integridad biótica) que en conjunto definen la salud del pastizal.

Biomasa (plantas): Cantidad total de plantas vivas sobre y debajo del suelo en un área y tiempo determinado (SRM 1999). En este documento, la biomasa se refiere únicamente a la parte de las plantas sobre la superficie y no a las raíces.

Canalillo: Curso de agua pequeño e intermitente con lados abruptos; generalmente de pocos centímetros de profundidad (SSSA 1997). Los canalillos son generalmente una característica de la erosión.

Capa compacta: Capa de suelo densa, cercana a la superficie, originada por el impacto continuo o disturbios en la superficie del suelo. Cuando el suelo está compactado, los granos de suelo son reacomodados, se disminuyen los espacios vacíos y las partículas están en contacto mucho más cercano unas con otras lo que incrementa la densidad en masa (SSSA 1997).

Cárcava: Surco, canal o valle miniatura, generalmente con zonas empinadas a través de las cuales el agua fluye durante e inmediatamente después de las lluvias o deshielo (SRM 1999). Pequeños canales erosionados por la concentración de flujo de agua.

Categoría de edades: Distribución de diferentes edades en la misma especie o grupo de especies en un sitio.

Ciclo del agua: Captura, almacenamiento y redistribución de la precipitación. Sinónimo: Ciclo hidrológico.

Ciclo de nutrientes: Ciclo de nutrientes, como el de nitrógeno o fósforo, a través de los componentes bióticos y abióticos del ambiente; es uno de los procesos ecológicos.

Clasificación del suelo: Arreglo sistemático de las unidades de suelo en grupos o categorías basándose en sus características. Las agrupaciones generales son hechas con base en las características generales y las subdivisiones con base en diferencias más detalladas en las propiedades específicas (SSSA 1997).

Clima: Condiciones ambientales promedio de un lugar a lo largo de varios años (SRM 1999).

Cobertura: Porcentaje de material, distinto a suelo desnudo, cubriendo la superficie. Puede incluir vegetación viva o muerta en pie, mantillo, costra biológica, grava, piedras y roca madre. La cubierta del suelo más el suelo desnudo dan un total de 100%. Sinónimo: Cobertura del suelo.

Cobertura de dosel: Porcentaje de suelo cubierto por la proyección vertical o sombra del follaje de las plantas. Los pequeños espacios abiertos entre el follaje están considerados. Sinónimo: cobertura aérea (USDA 1997).

Cobertura foliar: Porcentaje de suelo cubierto por la proyección vertical de la porción aérea de las plantas. Los pequeños espacios en la cubierta y la superposición intraespecífica están excluidos. La cobertura foliar es siempre menor que la cobertura de dosel; bien puede exceder el 100% (USDA 1997).

Complejo de suelo: Tipo de unidad de mapa compuesta por demarcaciones, cada una de las cuales muestra el tamaño, forma y ubicación de una unidad de paisaje compuesta por dos o más tipos de suelo, o por tipos de suelo y otras áreas más inclusiones admisibles en ambos casos. Los componentes individuales de los suelos y áreas son muy pequeños para ser delineados a escala 1:24,000. Varios componentes de cada tipo de suelo o áreas son aptos para estar presentes en cada demarcación (SSSA 1997).

Composición: Proporción de varias especies de plantas en relación al total en un área determinada; se expresa en términos de cobertura, densidad, peso, etc. Sinónimo: Composición de especies (SRM 1999).

Composición de especies: Proporciones de varias especies de plantas en relación al total para un área determinada. Ésta puede expresarse en términos de cobertura, densidad, peso, etc. (SRM 1999).

Comunidad vegetal clímax: Comunidad biótica final o estable en una serie de sucesiones; ésta es perpetua y está en equilibrio con el ambiente físico (SRM 1999).

Comunidad vegetal deseada: De todas las comunidades de plantas que pueden establecerse en un sitio, es la comunidad que ha sido identificada a través de un plan de manejo como la que mejor cubre los objetivos del mismo. Ésta debe de proteger el sitio como mínimo (SRM 1999).

Comunidad vegetal histórica clímax: Comunidad de plantas que fue la mejor adaptada a la combinación única de factores asociados con el sitio ecológico. Ésta estuvo en un equilibrio dinámico natural con la biota histórica, factores abióticos y factores climáticos en el sitio ecológico en Norteamérica en el tiempo de la migración europea y su establecimiento (USDA 1997).

Condición del pastizal: Estado actual de la vegetación en un sitio en relación a la comunidad vegetal clímax (potencial natural) para ese sitio. Es una expresión del grado relativo en el que los tipos, proporciones y cantidades de plantas en una comunidad se parecen a aquellas de la comunidad vegetal clímax para el sitio (SRM 1999).

Condición meteorológica: Estado actual de la atmósfera con respecto al viento, temperatura, nubosidad, humedad, presión, etc.

Costra biológica: Microorganismos (Ej. Líquenes, algas, cianobacterias y microhongos) y plantas no vasculares (Ej. Líquenes y musgo) que crecen sobre o por debajo de la superficie del suelo. Sinónimo: costra microbiótica o costra criptogámica.

Costra física: Capas superficiales delgadas formadas por el impacto de las gotas de lluvia en el suelo desnudo causando que la superficie del suelo se selle y absorba menos agua.

Costra química del suelo: Capa superficial de suelo, de espesor variable entre unos cuantos milímetros a algunos centímetros, la cual se forma cuando los compuestos químicos llegan a concentrarse en la superficie del suelo. Estos pueden reducir la infiltración e incrementar el flujo de agua en la superficie. Se identifican por la presencia del color blanco en la superficie del suelo.

Costra vesicular: Tipo de costra física que contiene numerosas y pequeñas bolsas de aire o espacios, parecida a una esponja, causando la reducción de la infiltración.

Cubierta basal (plantas): Porcentaje de la superficie del suelo cubierto por la base de las plantas. Sinónimo: Área basal (SRM 1999).

Cubierta del suelo: Porcentaje de material, otro que no sea suelo desnudo, cubriendo la superficie terrestre. Este puede incluir vegetación viva y muerta en pie, mantillo, costra biológica, grava, piedras y roca madre. La cubierta del suelo más el suelo desnudo darán un 100%.

Cubierta del suelo (como se usa en este documento): Porcentaje de material, otro que no sea suelo desnudo, cubriendo la superficie terrestre. Este puede incluir vegetación viva y muerta en pie, costra biológica del suelo, mantillo, grava, piedras y roca madre. La cubierta del suelo más el suelo desnudo darán un 100%.

Datos cualitativos: Datos derivados de las observaciones visuales descritas pero no medidas (Ej. Datos descriptivos o no numéricos).

Datos cuantitativos: Datos derivados de mediciones como conteos, dimensiones, pesos, etc., y registrados numéricamente; puede incluir otros valores. Las estimaciones numéricas cualitativas, como estimaciones en producción, son consideradas generalmente como semicuantitativas.

Decadencia de la planta: En una comunidad de plantas, la decadencia se refiere a una sobreabundancia de plantas muertas o que están muriendo relativo a lo que se espera para el sitio de acuerdo al intervalo natural de variabilidad a las enfermedades, clima o influencia del manejo.

Descomposición: Degradación bioquímica de la materia orgánica en sus componentes y nutrientes originales.

Descripción de sitio ecológico: Descripción de suelos, uso y potencial de un tipo de área con características físicas específicas para producir distintos tipos y cantidad de vegetación.

Descriptor: Descripción de las características del indicador de acuerdo a cada una de las 5 categorías (Extremo a total, moderado a extremo, moderado, ligero a moderado, y ninguno a ligero) en la Hoja de Evaluación de los indicadores de la salud de los pastizales. El descriptor estándar está impreso en la Hoja mientras que el descriptor evaluado es completado por los evaluadores si el descriptor estándar no concuerda con las características de un indicador en particular para un sitio ecológico determinado.

Desnivel (a veces en forma de escalon): Elevación abrupta que cae en el canal de una cárcava y que acelera la erosión ya que los desnivelas en el suelo de la cárcava y migra río arriba.

Dominancia relativa (composición): Porcentaje de cobertura o producción representado por una especie o formas de vida y relativo a la cobertura o producción total. Este puede estar basado también en cuanto a la biomasa.

Ecosistema: Conjunto de organismos y su ambiente abiótico que forman un sistema interactivo y que habitan un espacio determinado (SRM 1999).

En riesgo: Pastizales que tienen pérdidas reversibles en su capacidad productiva y que han incrementado su vulnerabilidad a la degradación irreversible, ésto basado en una evaluación de las condiciones del suelo presentes y de los procesos ecológicos (NRC 1994). El término en riesgo puede señalar la necesidad de tener información adicional para cuantificar mejor el estado funcional de un atributo.

Erosión: Proceso que origina el movimiento del suelo o fragmentos de rocas por efecto del agua, viento, hielo o gravedad; superficie terrestre desgastada por el agua corriente, viento, hielo u otros agentes geológicos incluyendo procesos como la gravedad (SRM 1999).

Erosión acelerada: Erosión que excede las tasas naturales, usualmente es el resultado de actividades antropogénicas (SSSA 1997).

Erosión entre surcos: Extracción de una capa bastante uniforme de suelo en una multitud de zonas relativamente pequeñas debido a lluvias y al impacto del flujo (SSSA 1997).

Esgurrimiento: Porción de la precipitación o riego en una zona que se vierte por la superficie en vez de infiltrarse (SSSA 1997).

Especie dominante: Especie de planta o grupos de especies que debido a su número, cobertura o tamaño tienen una influencia considerable o control sobre las condiciones de existencia de las especies asociadas (SRM 1999). Daubenmire (1968) define especie dominante como “aquellas especies cuya eliminación traerá el mayor reajuste en el carácter edáfico, aéreo y biótico de su ecosistema. Por lo general son las plantas mas altas” y “donde hay una pequeña diferencia en tamaños, la dominancia es determinada principalmente por el número de individuos”. Para los propósitos de este documento, *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales*, las especies dominantes son aquellas de mayor tamaño por unidad de área, medidas como biomasa, producción o cobertura.

Especie subdominante: Daubenmire (1968) define especies subdominantes como “aquellas especies que si se retiran por separado, no ocasionarían mucha reordenación en su ecosistema”. Para los propósitos de este documento, *Interpretación de Indicadores de Salud de los Pastizales*, las plantas subdominantes son aquellas dentro de una comunidad con menor tamaño por unidad de área medidas como biomasa, producción o cobertura.

Estabilidad del suelo/sitio: Capacidad de un sitio de limitar la distribución y pérdida de los recursos del suelo (incluyendo nutrientes y materia orgánica) por efecto del viento y agua (uno de los tres atributos de la salud del pastizal).

Estado: Un estado está compuesto por una unidad integrada de suelo y vegetación que contiene una o más comunidades biológicas que se encuentran en un sitio ecológico particular y que son funcionalmente similares con respecto a los 3 atributos (estabilidad del suelo/sitio, función hidrológica, integridad biótica) bajo un régimen de disturbio natural. Ver la sección de Conceptos.

Estado de referencia: Estado en el que las capacidades funcionales representadas por la estabilidad del suelo/sitio, la función hidrológica y la integridad biótica se están llevando a cabo en un nivel óptimo, bajo un régimen de disturbio natural. Este estado generalmente incluye, pero no se limita a, lo que comúnmente es referido como potencial natural de la comunidad vegetal (PNC). Ver definición de “estado” en la sección de Conceptos y Figura 2.

Estructura (suelos): Combinación o arreglo de las partículas primarias del suelo en unidades secundarias o pedones. Las unidades secundarias están caracterizadas con base en el tamaño, forma y grado (grado distintivo) (SSSA 1997).

Estructura (vegetación): Altura y área ocupada por diferentes plantas o formas de vida en una comunidad.

Excavación en el suelo: Hoquedad producida por el viento en áreas con suelo suelto, generalmente arena; avance o ruptura de la superficie del suelo debido a la presión hidráulica (SRM 1999).

Evaluación: Proceso de estimación del valor o estado funcional de los procesos ecológicos (Ej. Salud del pastizal) en una localidad y tiempo específico.

Evaluación cualitativa de la salud del pastizal: Determinación del estado funcional de los atributos a través de las observaciones no numéricas de los indicadores. Las evaluaciones cualitativas tienen cierta subjetividad.

Evaluación cuantitativa de la salud del pastizal: Determinación del estado funcional de un atributo(s) a través de las mediciones hechas a la vegetación, suelo o características del paisaje que son indicadores o pueden usarse como derivados de indicadores. Las evaluaciones cuantitativas tienen un nivel de precisión conocido y requieren de referencias cuantitativas.

Evaluable: Persona o personas que llevan a cabo la evaluación de la salud del pastizal en el área de evaluación.

Exclusión: Área cercada para excluir animales (SRM 1999).

Fijación de nitrógeno (fijadores): Reducción biológica de moléculas de nitrógeno a formas químicas que pueden ser usadas por los organismos para la síntesis de moléculas orgánicas.

Flujo de energía: Conversión de la luz solar en material vegetal y animal; es uno de los procesos ecológicos.

Forma de vida: Forma o apariencia característica de una especie en estado adulto o maduro (Ej. Árbol, arbusto, hierba) (SRM 1999).

Función hidrológica: Capacidad del sitio de capturar, almacenar y liberar agua proveniente de la lluvia, escurrimiento o deshielo (cuando sea relevante), de resistir la reducción de esta capacidad y de recuperarla después de su degradación (uno de los tres atributos de la salud de un pastizal).

Funcionamiento: (1) Se refiere a los atributos de la salud del pastizal donde la mayoría (ver definición de preponderancia o evidencia) de los indicadores asociados son clasificados en cuanto a si presentan o no variación de acuerdo a lo descrito en la Hoja de Referencia (Apéndice 2) para el sitio ecológico; (2) Se refiere a la presencia e integridad de los procesos ecológicos (flujo de energía, ciclo del agua, ciclo de nutrientes) dentro del intervalo de expectativas para el sitio ecológico.

Geomorfología: Ciencia que estudia la evolución de la superficie terrestre. Ciencia de las formas terrestres (SSSA 1997).

Grupos funcionales/estructurales: Especies que, debido a la estructura similar de sus raíces, mecanismo fotosintético, habilidad para fijar nitrógeno, ciclo de vida, etc., son agrupadas en un sitio ecológico.

Hierba: Cualquier planta herbácea de hojas anchas que no pertenezca a las familias Poaceae, Cyperaceae y Juncaceae (SRM 1999).

Hijuelo, brote: Brote de una planta que surge de la raíz o de la base de la planta.

Inclusiones de suelo: Uno o más polipedones o partes de polipedones dentro de una unidad de mapa, no identificados por el nombre de la unidad de mapa (Ej. No es uno de los componentes de suelo nombrados o de las áreas nombradas). Estos suelos o áreas son igualmente muy pequeños como para ser delineados por separado sin crear mapas excesivos o leyendas detalladas; se presentan muy erráticamente como para ser considerados componentes, o no son identificados por los métodos prácticos de mapeo (SSSA 1997).

Incrementador: Para una comunidad de plantas dada, aquellas especies que aumentan en cantidad como resultado de una influencia biótica/abiótica específica o de prácticas de manejo (SRM 1999).

Indicador: Componentes de un sistema cuyas características (Ej. Presencia o ausencia, cantidad, distribución) son usadas como un índice de un atributo (Ej. Salud del pastizal) que es muy difícil, inconveniente o caro de medir.

Índice de similaridad (pastizal): Estado actual de la vegetación y protección del suelo en un sitio ecológico en relación a la comunidad vegetal clímax histórica. Sinónimo: Condición del pastizal (SRM 1999).

Infiltración: Entrada de agua al suelo (SSSA 1997).

Integridad biótica: Capacidad de un sitio de mantener las comunidades funcionales y estructurales características en un contexto de variabilidad normal, de resistir la pérdida de estas comunidades debido al disturbio, y de recuperarse después de este. (Uno de los tres atributos de la salud del pastizal).

Invasor: Especie de planta que estuvo ausente en áreas de vegetación original no perturbada en un sitio específico y que invade o se incrementa después de un disturbio o del pastoreo continuo (SRM 1999).

Invasor nativo: Planta nativa que ha migrado a un sitio donde no era integrante de la comunidad vegetal original, o una planta nativa que debido al manejo u otros cambios está ahora creciendo más allá de la composición original en el sitio.

Inventario (inventario del pastizal): (1) Adquisición sistemática y análisis de la información necesaria para manejar un pastizal; (2) Información adquirida a través de un inventario de pastizal (SRM 1999).

Maleza nociva: Cualquier planta designada por el gobierno federal, estatal o local como dañina para la salud pública, agricultura, recreación, vida silvestre o para cualquier propiedad pública o privada (Sheley et al. 1999).

Malpais: Tipo de superficie que consta de tierras estériles empinadas o muy empinadas, por lo general formando un intrincado laberinto de barrancos estrechos y crestas resultantes de la grave erosión de los materiales geológicos blandos (SRM 1999).

Mantillo: Capa más superficial de desechos orgánicos en la superficie del suelo, esencialmente la material vegetal recién caída o ligeramente descompuesta (SRM 1999). En este documento, este incluye materia orgánica persistente y no persistente que está en contacto con la superficie del suelo.

Materia orgánica: Tejido vegetal vivo y parcialmente descompuesto o material de organismos vivos parcialmente descompuesto.

Micrositio: Unidad espacial que contiene uno o pocos individuos biológicos y que tiene un clima o suelo distinto de las unidades que lo rodean (Ej. Los espacios entre las plantas relativos a los espacios debajo de las plantas).

Monitoreo: Colecta, análisis, e interpretación de los datos para evaluar el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos. Este proceso debe ser conducido a lo largo del tiempo para poder determinar si los objetivos están siendo cumplidos o no (SRM 1999).

Monitoreo de suelo: Examinación sistemática, descripción, clasificación y mapeo de suelos en un área. Los monitoreos de suelo se clasifican de acuerdo al grado de intensidad de examinación en el campo (SSSA 1997).

Mortalidad de la planta: Muerte de la planta. En una comunidad de plantas se refiere a la muerte de un número de plantas.

Oxidación: Pérdida de uno o más electrones por un ion o molécula (SSSA 1997). La oxidación es un proceso químico de descomposición a partir del cual los nutrientes son liberados a la atmósfera en lugar de al suelo. La oxidación por lo general se incrementa conforme aumenta la aridez.

Pastizal (agostadero): Tierra en donde la vegetación (clímax o potencial natural) es predominantemente pastos, hierbas o arbustos y es manejada como un ecosistema natural. Si las plantas son introducidas, éstas son manejadas de manera similar. El término pastizal incluye a los pastizales naturales, sabanas, áreas con arbustos, muchos desiertos, tundra, comunidades alpinas, pantanales y prados húmedos (SRM 1999). Los autores de este documento también incluyen bosques de enebro y pino-encino en esta definición.

Pastizales bien manejados: Pastizales que tienen procesos ecológicos funcionando adecuadamente, integridad biótica y estabilidad del suelo; están asociados con el uso de la tierra por parte del hombre.

Pastizales saludables: Grado en el que la integridad del suelo, vegetación, agua y aire, así como los procesos ecológicos del ecosistema, están balanceados. Integridad es definida como el mantenimiento de la estructura y atributos funcionales característicos de un lugar, incluyendo la variabilidad normal (SRM 1999). Sinónimo: Salud del pastizal.

Pastizales no saludables: Pastizales en los que la degradación ha generado la pérdida del funcionamiento adecuado de los procesos ecológicos, y de la capacidad de proveer bienes y servicios a un grado en el que las aportaciones externas son requeridas para restaurar la salud de la tierra (NRC 1994).

Pasto: Miembros de la familia Poaceae (SRM 1999).

Pasto en manojo: Pasto que presenta un crecimiento característico y forma manojos; ausencia de estolones y rizomas (SRM 1999).

Patrón de flujo: Ruta que toma el flujo de agua conforme se mueve a lo largo de la superficie del suelo durante la escorrentía.

Pedestal (erosivo): Plantas o rocas que se encuentran elevadas como resultado de la pérdida de suelo debido a la erosión del viento o agua (no incluye plantas o rocas elevadas como resultado de procesos no erosivos como congelamiento del suelo).

Planta anual: Planta que completa su ciclo de vida y muere en un año o menos (SRM 1999).

Planta exótica: Planta que crece o está presente en un ecosistema mas allá de su intervalo natural de existencia o del área natural de dispersión potencial.

Planta invasora: Plantas que no son parte (exóticas) o son una pequeña parte (nativas) de la comunidad o comunidades de plantas originales, y que tienen el potencial de llegar a ser dominantes o codominantes en el sitio si su crecimiento y establecimiento no se controla mediante el manejo. Las especies que llegan a ser dominantes por uno o algunos años (Ej. Respuesta a corto plazo a la sequía o fuego) no son plantas invasoras.

Planta invernial: Planta que desarrolla la mayor parte de su crecimiento al final del otoño, invierno y principios de la primavera. Los pastos de esta temporada presentan la vía fotosintética C3. (SRM 1999).

Planta perenne: Planta que tiene una vida útil de tres años o más (USDA 1997).

Planta primaveral: Planta que lleva a cabo la mayor parte de su crecimiento durante la primavera, verano y otoño, y está generalmente latente en el invierno. Planta que presenta la vía fotosintética C4 (SRM 1999).

Planta rizomatosa: Planta que desarrolla brotes mediante la producción de rizomas. Los rizomas son tallos horizontales enterrados que, por lo general, producen raíces y brotes de los nodos o ganglios (SRM 1999).

Planta vascular: Plantas con conductos que transportan la savia en toda la planta.

Potencial natural de la comunidad (PNC): Comunidad biótica que llegaría a ser establecida en un sitio ecológico si todas las secuencias sucesionales se completaran sin la intervención del hombre bajo las condiciones ambientales presentes. Los disturbios naturales son inherentes a su desarrollo. El PNC puede incluir especies aclimatadas o no nativas naturalizadas (USDA 1997).

Potencial natural de la vegetación: Término definido por A.W. Kuchler que se refiere a una comunidad vegetal estable que podría ocupar un sitio bajo las condiciones climáticas actuales y sin la influencia de la ser humano. Comúnmente usado como “potencial natural de la comunidad” (SRM 1999).

Preponderancia o evidencia: Calificación de un atributo de la salud del pastizal mediante la observación de la distribución de los indicadores con respecto a las cinco categorías usadas para calificar cada indicador asociado con ese atributo.

Procesos ecológicos: Los procesos ecológicos incluyen el ciclo del agua (captura, almacenamiento y redistribución de la precipitación), flujo de energía (conversión de la luz solar en materia vegetal y animal), y ciclo de nutrientes (ciclos de nutrientes como el de nitrógeno y el de fósforo a través de los componentes físicos y bióticos del ambiente). Los procesos ecológicos que funcionan dentro de un intervalo normal de variación soportarán comunidades de plantas y animales específicos.

Producción anual: La cantidad neta de materia vegetal sobre el suelo producida en un año. Sinónimo: Producción primaria neta.

Reclutamiento: Ingreso exitoso de nuevos individuos en la población.

Régimen de disturbio natural: Frecuencia e intensidad de los eventos que ocurren debido al clima o fauna (Ej. Inundaciones, fuego, sequía, defoliación, madrigueras de animales) y que alteran la estructura de los sistemas ecológicos o de los procesos que los mantienen.

Relicto (área): Remanente o fragmento de una comunidad vegetal clímax que pertenece a otro periodo cuando ésta estaba más ampliamente distribuida. Sinónimo: prístino (SRM 1999).

Resiliencia: Capacidad de los procesos ecológicos para recuperarse después de un disturbio. La resiliencia puede ser definida en términos de tasa de recuperación, de magnitud de la recuperación en un periodo de tiempo, o ambos.

Resistencia: Capacidad de los procesos ecológicos de continuar funcionando sin cambios después de un disturbio.

Ruta de comunidad: Cambios en la composición de especies de plantas entre comunidades biológicas dentro de un sólo estado.

Saltación: Tipo particular de transporte que incluye el rodaje, rebote, o salto de partículas del suelo (0.1 a 0.5 mm de diámetro) a causa del viento, por lo general a una altura de 15 cm por encima de la superficie del suelo y en distancias relativamente cortas; el rodaje, rebote o salto de las partículas minerales, grava, piedras o agregados del suelo se ven afectados por la energía del agua; el rebote o salto del material cuesta abajo se da en respuesta a la gravedad (SSSA 1997).

Salud del pastizal: Grado en el que la integridad del suelo, vegetación, agua y aire así como de los procesos ecológicos del ecosistema, están balanceados. Integridad es definida como el mantenimiento de la estructura y atributos funcionales característicos de una localidad incluyendo la variabilidad normal (SRM 1999).

Semi arbusto: Planta perenne con una base leñosa cuyos tallos producidos anualmente mueren cada año (SRM 1999).

Semillas viables: Semillas de plantas silvestres que son capaces de germinar bajo condiciones ambientales apropiadas.

Sitio ecológico: Tipo de área con características físicas específicas que difieren de otros tipos de área en su habilidad para producir distintos tipos y cantidad de vegetación, y en su respuesta al manejo. Aparentemente es sinónimo de tipo ecológico usado por el USDA Forest Service. Sinónimo: Sitio ecológico de pastizal (SRM 1999).

Suculenta: Por lo general un tipo de cactus.

Suelo desnudo: Cualquier superficie de suelo no cubierta por vegetación, rocas o mantillo (SRM 1999). Las costras biológicas visibles y la vegetación muerta en pie se incluyen dentro de las estimaciones y por lo tanto no son suelo desnudo.

Tendencia: Dirección del cambio de estado ecológico o valor del recurso observado a lo largo del tiempo (SRM 1999).

Terraceta: “Bancos” de suelo depositado detrás de los obstáculos causados por la erosión del agua.

Textura del suelo: Proporciones relativas de arena, limo y arcilla en el suelo (SSSA 1997).

Transición: Cambio entre dos estados. Las transiciones no son reversibles por la simple alteración de la intensidad o dirección de los factores que produjeron el cambio. En lugar de eso, requieren de nuevas aportaciones como reforestación o remoción de arbustos. Prácticas como éstas, que aceleran la sucesión, (USDA 1997) son por lo general muy caras para aplicarse.

Umbral: Límite transicional que un ecosistema cruza resultando en un nuevo estado estable que no es fácilmente reversible sin aportaciones importantes de recursos.

Variabilidad normal o intervalo normal de variabilidad: Variación esperada en las características de las comunidades bióticas y su ambiente debido a la variabilidad natural en el clima y los regímenes de disturbio.

Vegetación muerta en pie: Cantidad total de material vegetal muerto, sobre el suelo, por unidad de espacio en un tiempo determinado (USDA 1997). Este componente incluye toda la vegetación muerta en pie producida en la temporada de crecimiento anterior (no en la actual) que no se ha caído de la planta y sigue en pie.

Hoja de Evaluación (Frente)

Fotografía aérea: _____

Unidad de Manejo: _____ Estado: _____ Oficina: _____ Código de Sitio Ecológico: _____
(Finca o potrero)

Nombre del sitio ecológico: _____ Unidad de mapa de suelos / Nombre del componente: _____

Observadores: _____ Fecha: _____

Localidad (descripción): _____

T. _____ R. _____ o _____ N. Lat. _____ O UTM E _____ m ¿Posición de GPS? S / N _____
 Zona UTM _____, Dato _____

Sec. _____, _____ W. Long. _____ N _____ m ¿Fotos tomadas? S / N _____

Tamaño del área de evaluación: _____

Composición (Indicadores 10 y 12) basado en: __ Producción anual, __ Cobertura producida durante el año en curso o __ Biomasa

Verificación del suelo/sitio:
 Descripción Sitio ecológico, Monitoreo de suelos y/o
 Área de referencia ecológica:

Textura superficial _____ Profundidad: muy somero __, somero __, moderado __, profundo __ Tipo y profundidad de los horizontes diagnóstico: 1. _____ 3. _____ 2. _____ 4. _____ Efervescencia: ninguna __ muy débil __ débil __ fuerte __ violento __ Material de origen _____ Pendiente _____ % Elevación _____ ft. Precipitación anual promedio _____ pulgadas	Área de evaluación: Textura superficial _____ Profundidad: muy somero __, somero __, moderado __, profundo __ Tipo y profundidad de los horizontes diagnóstico: 1. _____ 3. _____ 2. _____ 4. _____ Efervescencia: ninguna __ muy débil __ débil __ fuerte __ violento __ Posición topográfica _____ Aspecto _____ Distribución estacional _____
---	--

Clima reciente (últimos 2 años) (1) sequía __, (2) normal __, o (3) húmedo __.

Uso de fauna silvestre, uso de ganado (intensidad y temporada), y disturbios recientes:

Área fuera del sitio que influye en el sitio de evaluación:

Criterio usado para seleccionar el área de evaluación como REPRESENTATIVA (Información específica y factores considerados; grado de representatividad)

Otras anotaciones (continúe atrás si es necesario)

Referencia: (1) Hoja de referencia: _____; Autor: _____; Día de elaboración: _____
 o (2) Otro (Ej. Nombre y fecha de la descripción del sitio ecológico; localidades de las áreas ecológicas de referencia) _____

Hoja de Evaluación (Atrás)

Diferencia de acuerdo a lo esperado	Código	Instrucciones para la Hoja de Evaluación, Página 2		
Nulo a Ligero Ligero a Moderado Moderado Moderado a Extremo Extremo a Total	N-L L-M M M-E E-T	(1) Asignar valores a los 17 indicadores. Si un indicador no está presente asignar el valor de Nulo a Ligero. (2) En las tres celdas de abajo escribir el número del indicador en la columna columna apropiada para cada indicador que se aplica al atributo. (3) Asignar el valor total para cada atributo basándose en la preponderancia de la evidencia. (4) Justificar cada valor del atributo por escrito.		
Indicador	Valor	Comentarios		
1. Canalillos	S H			
2. Patrones de flujo de agua	S H			
3. Pedestales y/o terracetas	S H			
4. Suelo desnudo _____%	S H			
5. Cárcavas	S H			
6. Erosión eólica y/o áreas deposicionales	S			
7. Movimiento de mantillo	S			
8. Resistencia de la superficie del suelo a la erosión	S H B			
9. Pérdida de la superficie del suelo o degradación	S H B			
10. Composición de las comunidades vegetales y distribución relativa a la infiltración y escurrimiento	H			
11. Capa de compactación	S H B			
12. Grupos funcionales/estructurales	B			
13. Mortalidad de las plantas/ decadencia	B			
14. Cantidad de mantillo	H B			
15. Producción anual	B			
16. Plantas invasoras	B			
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes	B			

<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>E-T</td><td>M-E</td><td>M</td><td>L-M</td><td>N-L</td></tr> </table> S (10 indicadores): _____ Valor de estabilidad del suelo/sito: _____																																																			E-T	M-E	M	L-M	N-L	Justificación del valor del atributo Estabilidad del suelo/sito: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>E-T</td><td>M-E</td><td>M</td><td>L-M</td><td>N-L</td></tr> </table> H (10 indicadores): _____ Valor de función hidrológica: _____																																																			E-T	M-E	M	L-M	N-L	Justificación del valor del atributo Función hidrológica: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>E-T</td><td>M-E</td><td>M</td><td>L-M</td><td>N-L</td></tr> </table> B (9 indicadores): _____ Valor de integridad biótica: _____																																																			E-T	M-E	M	L-M	N-L	Justificación del valor del atributo Integridad biótica: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
E-T	M-E	M	L-M	N-L																																																																																																																																																																						
E-T	M-E	M	L-M	N-L																																																																																																																																																																						
E-T	M-E	M	L-M	N-L																																																																																																																																																																						

Hoja de Evaluación (Frente) (Ejemplo)

Fotografía aérea: _____

Unidad de Manejo: Pastizal I Estado: NM Oficina: Las Cruces Código de Sitio Ecológico: 042XB999NM
(Finca o potrero)

Nombre del sitio ecológico: limoso Unidad de mapa de suelos / Nombre del componente: níquel gravoso arenoso fino limoso

Observadores: Joe Smith, José García y Thaddeus Jones Fecha: 10 de junio de 2002

Localidad (descripción): Sitio limoso dos millas al norte del molino de viento en el SE del pastizal

T. 115 R. 23W o _____ N. Lat. O UTM E _____ m ¿Posición de GPS? S / N No
Zona UTM _____, Dato _____

Sec. 12, NE 1/4 _____ W. Long. N _____ m ¿Fotos tomadas? S / N Sí

Tamaño del área de evaluación: Aproximadamente 3 acres y representa el sitio ecológico en este pastizal

Composición (Indicadores 10 y 12) basado en: Producción anual, X Cobertura producida durante el año en curso o Biomasa

Verificación del suelo/sitio:
Descripción Sitio ecológico, Monitoreo de suelos y/o
Área de referencia ecológica:

Textura superficial <u>grfsl, grlfs, gl</u> Profundidad: muy somero _____, somero _____, moderado _____, profundo <u>X</u> Tipo y profundidad de los horizontes diagnóstico: 1. Horizonte cálcico a las 20" 3. _____ 2. _____ 4. _____ Efervescencia: ninguna _____ muy débil _____ débil _____ fuerte <u>X</u> violento _____ Material de origen <u>Aluvial</u> Pendiente <u>0-5</u> % Elevación <u>4100</u> ft. Precipitación anual promedio <u>8-12</u> pulgadas	Área de evaluación: Textura superficial <u>gfsl</u> Profundidad: muy somero _____, somero _____, moderado _____, profundo <u>X</u> Tipo y profundidad de los horizontes diagnóstico: 1. Horizonte cálcico a las 15" 3. _____ 2. _____ 4. _____ Efervescencia: ninguna _____ muy débil _____ débil _____ fuerte <u>X</u> violento _____ Posición topográfica <u>pie de monte</u> Aspecto <u>sur</u> Distribución estacional <u>Dominan tormentas en verano</u>
---	--

Clima reciente (últimos 2 años) (1) sequía _____, (2) normal X, o (3) húmedo _____.

Uso de fauna silvestre, uso de ganado (intensidad y temporada), y disturbios recientes:
El uso del hábitat por vida silvestre está dominado por el berrendo durante el invierno. El uso por el ganado fue extremadamente intenso a lo largo del año durante 1900-1930. En los últimos 50 años el uso por el ganado ha sido moderado.

Área fuera del sitio que influye en el sitio de evaluación:
Ninguna

Criterio usado para seleccionar el área de evaluación como REPRESENTATIVA (Información específica y factores considerados; grado de representatividad)
El área se encuentra cerca del área clave de pastizal. Está localizada en el centro del sitio ecológico y presenta la típica cantidad de ganado, vida silvestre y usos recreativos. Este sitio ecológico domina el pastizal. El área está a ¾ de milla del cuerpo de agua más cercano.

Otras anotaciones (continúe atrás si es necesario)

Referencia: (1) Hoja de referencia: limoso SD-428; Autor: J. Christensen; Día de elaboración: 23 de marzo de 2002
o (2) Otro (Ej. Nombre y fecha de la descripción del sitio ecológico; localidades de las áreas ecológicas de referencia) Sitio Ecológico limoso

Apéndice 1

		9			
		7		11	
	8	4		6	
	2	1	3	5	
E-T	M-E	M	L-M	N-L	

S (10 indicadores):
Valor de estabilidad del suelo/sito: M

		14			
	10	9			
	8	4		11	
	2	1	3	5	
E-T	M-E	M	L-M	N-L	

H (10 indicadores):
Valor de función hidrológica: M-E

			17		
	14	12	15	16	
	8	9	13	11	
E-T	M-E	M	L-M	N-L	

B (9 indicadores):
Valor de integridad biótica: M

Hoja de Referencia

Autores/Participantes: _____

Contacto del autor principal: _____

Fecha: _____ **Estado/provincia:** _____ **Zona:** _____ **Sitio Ecológico:** _____ Este tiene que ser verificado con el suelo y clima (ver Descripción de sitio ecológico). La comunidad de plantas presente no puede ser utilizada para identificar el sitio ecológico.

Composición (Indicadores 10 y 12) basado en: ____ Producción anual, ____ Cobertura foliar, ____ Biomasa

Indicadores. Para cada indicador, describir el potencial del sitio. Cuando sea posible, (1) usar números, (2) incluir intervalo esperado de los valores por encima y debajo de los años y regímenes de disturbio natural para cada comunidad dentro del estado de referencia, cuando sea apropiado y (3) cite los datos. Continúe las descripciones en una hoja separada.

1. Número y medida de los canalillos:
2. Presencia de patrones de flujo de agua:
3. Número y altura de los pedestales o terracetas:
4. Suelo desnudo de la descripción del sitio ecológico o de otros estudios (roca, mantillo, líquenes, musgo, y plantas no son suelo desnudo):
5. Número de cárcavas y erosión asociada a estas:
6. Medida de las áreas de deposición por el viento:
7. Cantidad de movimiento de mantillo (describa el tamaño y la distancia esperada de desplazamiento):
8. Superficie del suelo resistente a la erosión (los valores de estabilidad son promedios – algunos sitios mostrarán un intervalo de valores):
9. Estructura de la superficie del suelo y contenido de material orgánica (incluye el tipo de estructura y el color del horizonte A y el espesor):
10. Efecto de la composición de la comunidad de plantas (proporción relativa de los diferentes grupos funcionales) y su distribución espacial en la infiltración y escurrimiento:
11. Presencia y espesor de la capa de compactación (usualmente ninguna; describe las características del perfil de suelo el cual puede ser erróneo por la compactación en el sitio):
12. Grupos estructurales y funcionales (listados en orden descendiente de acuerdo a la dominancia por la producción o cobertura foliar viva usando los símbolos: >>, >, = para indicar mucho mayor que, mayor que, e igual a; acomode a los dominantes, subdominantes y “otros” en líneas separadas):
 Dominantes:
 Subdominantes:
 Otros:
13. Cantidad de mortalidad de plantas y decadencia (incluir que grupos funcionales se espera muestren mortalidad o decadencia):
14. Porcentaje promedio de cobertura por mantillo (_____ %) y profundidad (_____ pulgadas).
15. Producción esperada anual (este es la producción TOTAL, no sólo la producción de forraje anual):
 _____ - _____ lbs. /acre o kg/ha (elija una)
16. Especies (nativas o no nativas) potencialmente invasoras (incluyendo nocivas). Listar especies que caractericen estados degradados y tengan el potencial para llegar a ser especies dominantes o codominantes en el sitio ecológico si su futuro establecimiento y crecimiento no está controlado por manejo. Las especies que llegan a ser dominantes por uno o algunos años (Ej. Respuesta a corto plazo a la sequía o al fuego) no son plantas invasoras. Note que estamos describiendo lo que NO está esperado en el estado de referencia para el sitio ecológico:
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes:

Hoja de Referencia (Ejemplo Básico*)

Autores/Participantes: J. Christensen, B. Call, B. Bestelmeyer, R. Placker, D. Trujillo, L. Hauser, D. Coalson, P. Smith, & J. Herrick

Contacto del autor principal: jchristensen@web.com/334-556-7890

Fecha: 23/marzo/2002 **Estado/provincia:** 42 **Zona:** **Sitio Ecológico:** limoso Este tiene que ser verificado con el suelo y clima (ver Descripción de sitio ecológico). La comunidad de plantas presente no puede ser utilizada para identificar el sitio ecológico.

Composición (Indicadores 10 y 12) basado en: ☒ Producción anual, ☐ Cobertura foliar, ☐ Biomasa

Indicadores. Para cada indicador, describir el potencial del sitio. Cuando sea posible, (1) usar números, (2) incluir intervalo esperado de los valores por encima y debajo de los años y regímenes de disturbio natural para cada comunidad dentro del estado de referencia, cuando sea apropiado y (3) cite los datos. Continúe las descripciones en una hoja separada.

1. Número y medida de los canalillos: Ninguno
2. Presencia de patrones de flujo de agua: Ninguna, excepto después de tormentas extremadamente intensas cuando pequeños patrones de flujo de agua (menos de 1 m) aparecen, evidencia mínima de deposición o erosión pasada o actual.
3. Número y altura de los pedestales o terracetos: Ninguno
4. Suelo desnudo de la descripción del sitio ecológico o de otros estudios (roca, mantillo, líquenes, musgo, y plantas no son suelo desnudo): 20-30% de suelo desnudo, los parches desnudos deben ser menores a 8-10 pulgadas en diámetro; ocasionalmente parches de 12 pulgadas asociados con arbustos. Parches grandes también asociados con hormigueros y disturbios a causa de los roedores.
5. Número de cárcavas y erosión asociada a estas: Ninguno
6. Medida de las áreas de deposición por el viento: Ninguno
7. Cantidad de movimiento de mantillo (describa el tamaño y la distancia esperada de desplazamiento): Mínima y pequeña asociada con patrones de flujo de agua posteriores a tormentas fuertes. El mantillo puede ser movido también durante tormentas de viento intensas.
8. Superficie del suelo resistente a la erosión (los valores de estabilidad son promedios - algunos sitios mostrarán un intervalo de valores): El valor de estabilidad (Herrick et al. 2001) está anticipado para ser 5-6 en la superficie y subsuelo por debajo de la vegetación y de 4-5 en la superficie y subsuelo en los interespacios. Estos valores necesitan verificación y sitios de referencia.
9. Estructura de la superficie del suelo y contenido de material orgánica (incluye el tipo de estructura y el color del horizonte A y el espesor): Horizonte A café oscuro de 2 a 4 pulgadas con una estructura granular media.
10. Efecto de la composición de la comunidad de plantas (proporción relativa de los diferentes grupos funcionales) y su distribución espacial en la infiltración y escurrimiento: Cobertura basal y de pastos alta, pequeños huecos entre las plantas deberían reducir el impacto de las gotas de lluvia y el flujo superficial de manera que se incremente el tiempo para que ocurra la infiltración. Densidad alta de raíces de *Bouteloua gracilis* con infiltración limitada. Vegetación herbácea alta en este sitio resultará en menor lluvia necesaria para mantener este sitio ya que más agua será retenida.
11. Presencia y espesor de la capa de compactación (usualmente ninguna; describe las características del perfil de suelo el cual puede ser erróneo por la compactación en el sitio): Ninguno
12. Grupos estructurales y funcionales (listados en orden descendiente de acuerdo a la dominancia por la producción o cobertura foliar viva usando los símbolos: >>, >, = para indicar mucho mayor que, mayor que, e igual a; acomode a los dominantes, subdominantes y "otros" en líneas separadas):
 Dominantes: *Bouteloua gracilis* / *Bouteloua eriopoda*
 Subdominantes: pastos de la temporada cálida > *Yucca* = arbustos >>
 Otros: subarbustos = suculentas, hierbas 0-8% dependiendo del año
13. Cantidad de mortalidad de plantas y decadencia (incluir que grupos funcionales se espera muestren mortalidad o decadencia): Los pastos casi siempre presentarán mortalidad y decadencia
14. Porcentaje promedio de cobertura por mantillo (20 - 25 %) y profundidad (0.25 pulgadas).
15. Producción esperada anual (este es la producción TOTAL, no sólo la producción de forraje anual):
 _____ lbs. /acre o kg/ha (elija una) 650 - 1200 lbs. /acre basado en la descripción del sitio ecológico. Podría ser más alta en años particularmente buenos.
16. Especies (nativas o no nativas) potencialmente invasoras (incluyendo nocivas). Listar especies que caractericen estados degradados y tengan el potencial para llegar a ser especies dominantes o codominantes en el sitio ecológico si su futuro establecimiento y crecimiento no está controlado por manejo. Las especies que llegan a ser dominantes por uno o algunos años (Ej. Respuesta a corto plazo a la sequía o al fuego) no son plantas invasoras. Note que estamos describiendo lo que NO está esperado en el estado de referencia para el sitio ecológico:
 Posiblemente *Larrea tridentata* que es una planta invasora en sitios ecológicos similares.
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes: Todas las especies deberían ser capaces de reproducirse.

* Este ejemplo incluye la información mínima requerida. Las hojas de referencia deben incluir al menos tanta información como la incluida en el ejemplo estándar en la siguiente página.

** : Major Land Resource Area= Area natural clasificada según el sistema de clasificación de tierras los EE.UU. (USDA NRCS).

Hoja de Referencia (Ejemplo Estándar)

Autores/Participantes: Participantes de la clase Winnemucca

Contacto del autor principal:

Sitio de referencia usado: Sí

Fecha: 11/mayo/2005 **MLRA**:** 024XY **Sitio Ecológico:** limoso 8-10" PZ 024XY005NV Este tiene que ser verificado con el suelo y clima (ver Descripción de sitio ecológico). La comunidad de plantas presente no puede ser utilizada para identificar el sitio ecológico.

Composición (Indicadores 10 y 12) basado en: ☒ Producción anual, ☐ Cobertura foliar, ☐ Biomasa

Indicadores. Para cada indicador, describir el potencial del sitio. Cuando sea posible, (1) usar números, (2) incluir intervalo esperado de los valores por encima y debajo de los años y regímenes de disturbio natural para cada comunidad dentro del estado de referencia, cuando sea apropiado y (3) cite los datos. Continúe las descripciones en una hoja separada.

- Número y medida de los canalillos:** Mínimos en pendientes menores al 10% y se incrementan ligeramente cuando las pendientes aumentan hasta en un 50%. Los canalillos están espaciados de 15-50 pies de distancia cuando están presentes en laderas de 10-50%. Después de incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural o sequía prolongada, o combinaciones de estos disturbios, los canalillos pueden aumentar al doble en laderas de 10-50% después de tormentas intensas en el verano.
- Presencia de patrones de flujo de agua:** Generalmente hasta 20 pies de distancia y cortos (menos de 10 pies de largo) con numerosos obstáculos que alteran el curso del flujo de agua. En las laderas de 10-50%, los patrones de flujo aumentan en número y longitud. La longitud y número de patrones de flujo pueden duplicarse después de incendios forestales, niveles altos de herbivoría natural, sequía prolongada, o combinaciones de estas perturbaciones si las tormentas intensas del verano se presentan.
- Número y altura de los pedestales o terracetas:** Los pedestales y las terracetas se encuentran casi siempre en los patrones de flujo. Los pedestales causados por el viento son raros y sólo estarían en el sitio después de los incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural, sequía prolongada, o combinaciones de estas perturbaciones. Los pedestales fuera de los patrones de flujo de agua son generalmente causados por las heladas y no por la erosión. Los pedestales y terracetas serían particularmente evidentes pendientes de 10-50%, sobre todo inmediatamente después de una alta intensidad de las tormentas de verano.
- Suelo desnudo de la descripción del sitio ecológico o de otros estudios (roca, mantillo, líquenes, musgo, y plantas no son suelo desnudo):** De un 10-20% de suelo desnudo o menos con parches de menos del 10% del área de evaluación que se producen como parches entre la vegetación más grandes que 2 pies de diámetro (los parches entre la vegetación pueden incluir áreas que no son de suelo desnudo). La mayoría de los parches grandes pueden incluir zonas que no tienen suelo desnudo. Dentro de este intervalo, las pendientes más bajas se espera que tengan menos suelo desnudo que aquellas con inclinación más pronunciada. El extremo superior del rango de precipitación (10") también tendrá menos suelo desnudo. Los huecos de vegetación son generalmente menores a 12 pulgadas de diámetro en los intervalos entre las perturbaciones naturales. Se esperaría que el suelo desnudo aumente a 80% o más el primer año tras un incendio, y que decrezca a los niveles previos al incendio dentro de 2-5 años dependiendo del clima y otras alteraciones. Las sequías multianuales también pueden causar que el suelo desnudo se incremente en un 30%.
- Número de cárcavas y erosión asociada a estas:** Las cárcavas son raras y sólo se presentan cuando una alta intensidad de tormentas de verano se produce después de los incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural, sequías prolongadas, o combinaciones de estas perturbaciones.
- Medida de las áreas de deposición por el viento:** La erosión eólica es mínima. La erosión eólica moderada puede ocurrir cuando se presentan disturbios como incendios forestales graves, altos niveles de herbivoría natural, sequías prolongadas, o combinaciones de estas perturbaciones. Después de la lluvia, la superficie de suelo expuesta forma una costra física que tiende a reducir la erosión por el viento.
- Cantidad de movimiento de mantillo (describa el tamaño y la distancia esperada de desplazamiento):** El movimiento de mantillo consiste fundamentalmente en la redistribución del mantillo fino (material vegetal de herbáceas) en patrones de flujo a distancias de 1-3 pies en laderas de 2-15%, de 4-6 pies en laderas de 15-30%, y de 7-10 pies en laderas de 30-50%. Después de los incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural, sequía prolongada, o combinaciones de estas perturbaciones, el tamaño del mantillo y la distancia a la que se mueve pueden aumentar con mantillo grueso y fino moviéndose por encima de 10' (2-15% de pendiente), 25' (15-30% de pendiente), 100' (30-50% pendiente).
- Superficie del suelo resistente a la erosión (los valores de estabilidad son promedios – algunos sitios mostrarán un intervalo de valores):** Valores de 4.5-5.5 bajo dosel y en espacios entre la vegetación.
- Estructura de la superficie del suelo y contenido de material orgánica (incluye tipo de estructura y color del horizonte A y espesor):** La capa superficial es de color marrón claro y de 6 a 7 cm. de espesor con estructura moderada granular. La pérdida de varios milímetros de suelo puede producirse inmediatamente después de un incendio intenso, niveles altos de herbivoría natural, sequía prolongada, o combinaciones de estas perturbaciones.
- Efecto de la composición de la comunidad de plantas (proporción relativa de los diferentes grupos funcionales) y su distribución espacial en la infiltración y escurrimiento:** Las plantas perennes capturan nieve, aumentando la disponibilidad de agua en el suelo en la primavera. La alta densidad de pastos aumenta la infiltración mediante la mejora de la estructura del suelo lo que a su vez frena el escurrimiento. La pérdida de Artemisia sp. después de un incendio forestal de alta intensidad reduce la acumulación de nieve en el invierno, reduciendo la profundidad de recarga hídrica del suelo lo que afecta negativamente el crecimiento y la producción de raíces profundas dicotiledóneas y gramíneas perennes. Esta reducción en la recarga de agua en el suelo es parte de la dinámica del sitio si animales exóticos u otras acciones de manejo no retrasan la sucesión a una comunidad de Artemisia sp.

11. Presencia y espesor de la capa de compactación (usualmente ninguna; describe las características del perfil de suelo el cual puede ser erróneo por la compactación en el sitio): Las capas compactadas no deben estar presentes. Hay características del perfil del suelo en las 8 pulgadas superiores del mismo que serían erróneas para un manejo de la compactación del suelo: El sílice puede causar horizontes más densos, sin embargo estos horizontes puede distinguirse de la compactación por su fragilidad y material "brillante". Estas acumulaciones de sílice aumentarán la dureza del suelo, pero la compactación aún así puede ocurrir y ser detectada como la degradación de la estructura del suelo y la pérdida de macroporos.
12. Grupos estructurales y funcionales (listados en orden descendiente de acuerdo a la dominancia por la producción o cobertura foliar viva usando los símbolos: >>, >, = para indicar mucho mayor que, mayor que, e igual a; acomode a los dominantes, subdominantes y "otros" en líneas separadas):
Dominantes: pastos de mediana altura > arbustos que no brotan (excepto después de un incendio, cuando estos arbustos son escasos en el sitio)
Subdominantes: pastos cortos > arbustos que brotan
Otros: dicotiledóneas anuales, perennes, la costra biológica estará presente con líquenes y musgos cubriendo un 10-15%.
Después de los incendios forestales, la dominancia funcional y estructural cambia los componentes herbáceos con una recuperación lenta de 10 a 20 años de los arbustos que no brotan. Los arbustos que rebrotan tienden a aumentar hasta el restablecimiento de Artemisia sp. ya que el incremento reduce el rebrote. Los altos niveles de herbivoría natural, la sequía prolongada, o combinaciones de estos factores pueden aumentar los grupos funcionales/estructurales de arbustos a expensas de las herbáceas y la costra biológica.
13. Cantidad de mortalidad de plantas y decadencia (incluir que grupos funcionales se espera muestren mortalidad o decadencia):
La mayoría de las plantas perennes en esta comunidad son de larga vida, especialmente la dicotiledóneas perennes y arbustos. Después de incendios forestales de intensidad moderada a alta todos los arbustos morirán al igual que un pequeño porcentaje de las especies herbáceas del sotobosque. La extensión de las sequías tiende a causar una relativamente alta mortalidad en las especies de corta duración. La mortalidad de los arbustos sería severa con muchos años de sequía. La combinación de incendios forestales y sequías podría causar aún más la mortalidad a lo largo de varios años que por perturbaciones en el funcionamiento. Hay hasta un 20% de ramas muertas de Artemisia sp. tras la sequía.
14. Porcentaje promedio de cobertura por mantillo (_____ %) y profundidad (_____ pulgadas). Después de los incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural, sequía prolongada, o combinaciones de estos disturbios, la cubierta del mantillo y hojarasca y su profundidad se reducen a nada inmediatamente después de la perturbación (por ejemplo, fuego) y dependiendo de el clima, la producción de las plantas aumenta hasta después de la perturbación a lo largo de una a cinco temporadas de crecimiento.
15. Producción esperada anual (este es la producción TOTAL, no sólo la producción de forraje anual):
_____ - _____ lbs/acre o kg/ha (elijan una) 400 lbs/ac en años de baja precipitación, 600 lbs/ac en años de precipitación promedio y 800 lbs/ac en años por encima de la precipitación media. Después de los incendios forestales, altos niveles de herbivoría natural, sequías, o combinaciones de estas perturbaciones, la producción puede verse reducida significativamente (100-200 libras por acre en la primera temporada de crecimiento después de un incendio forestal) y recuperarse lentamente por debajo de la media en virtud de los regímenes de precipitación.
16. Especies (nativas o no nativas) potencialmente invasoras (incluyendo nocivas). Listar especies que caractericen estados degradados y tengan el potencial para llegar a ser especies dominantes o codominantes en el sitio ecológico si su futuro establecimiento y crecimiento no está controlado por manejo. Las especies que llegan a ser dominantes por uno o algunos años (Ej. Respuesta a corto plazo a la sequía o al fuego) no son plantas invasoras. Note que estamos describiendo lo que NO está esperado en el estado de referencia para el sitio ecológico:
Bromus tectorum es la mayor amenaza para dominar este sitio después de las perturbaciones (principalmente incendios forestales aunque también se incluyen altos niveles de herbivoría natural y/o sequía prolongada). Mostazas exóticas y Salsola pueden llegar a dominar después de una perturbación, pero finalmente serán sustituidas por el Bromus tectorum. Arabis hirsuta, Centaurea sp., y Ranunculus sp. podrán estar incluidas en la definición de especies invasoras para este sitio en un futuro, pero actualmente no cumplen los criterios de ser una amenaza para dominar el sitio después de la perturbación.
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes: Las limitaciones en la capacidad reproductiva están relacionadas con el clima, las enfermedades o la herbivoría.

** : Major Land Resource Area= Area natural clasificada según el sistema de clasificación de tierras en los EE.UU. (USDA NRCS).

Apéndice 3 Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales

Estado _____ **Oficina** _____ **Sitio Ecológico** _____ **Sitio ID** _____

Observadores _____ **Fecha** _____

[illegible]

Indica si cada "grupo funcional/estructural" es Dominante (D) (aprox. 40-100% composición), **Subdominante (S)** (aprox. 10-40% composición), **Componente menor (M)** (aprox. 2-10% composición), o un **componente traza (T)** (< 2% composición) basado en el peso o cobertura en el área de interés (Ej. Columna "Actual"²) relativa a la columna "Potencial"¹ derivada de la información encontrada en la descripción del sitio ecológico y/o en el área de referencia ecológica.

Dominancia de la **costra biológica**³ es evaluada únicamente en cobertura, no en composición ni peso.

Apéndice 3

Observadores	Smith, García y Jones	Fecha	10 /junio/2002
---------------------	-----------------------	--------------	----------------

Grupos estructurales/funcionales			Lista de especies para los grupos funcionales/estructurales
Nombre	Potencial ¹	Actual ²	Nombres de plantas
Pastos de la temporada cálida	D	S	Bouteloua gracilis, Setaria vulpiseta, Bothriochloa barbinodis
Pastos estoloníferos de la temporada cálida	S	T	Bouteloa eriopoda
Pastos de hoja angosta de la temporada cálida	S	D	Sporobolus spp, Aristida spp.
Yuca	M	M	Yucca spp.
Subarbustos siempre verdes	M	D	Gutierrezia sarothrae
Hierbas perennes	M	M	Sphaeralcea spp, Baileya spp, Croton spp.
Hierbas anuales	T	T	Eriogonum spp, Chenopodium spp
Pastos anuales	T	T	Tridens spp, Bouteloua barbata
Malezas nocivas			
Plantas invasoras			
Costra biológica ³			

Indica si cada "grupo funcional/estructural" es Dominante (D) (aprox. 40-100% composición), **Subdominante (S)** (aprox. 10-40% composición), **Componente menor (M)** (aprox. 2-10% composición), o un **componente traza (T)** (< 2% composición) basado en el peso o cobertura en el área de interés (Ej. Columna "Actual^{2o}") relativa a la columna "Potencial^{1o}" derivada de la información encontrada en la descripción del sitio ecológico y/o en el área de referencia ecológica.

Dominancia de la **costra biológica**³ es evaluada únicamente en cobertura, no en composición ni peso.

Matriz de Evaluación

Estado _____ Oficina _____ Sitio Ecológico _____ Sitio ID _____
 Autores _____ Fecha de revisión _____

Partiendo de la hoja de referencia					
Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
1. Canalillos					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	La formación de los canalillos es severa y bien definida a lo largo de gran parte del sitio.	La formación de canalillos es moderadamente activa y bien definida a lo largo de gran parte del sitio.	La formación activa de canalillos es ligera a intervalos no frecuentes; por lo general en áreas expuestas.	No hay formación reciente de canalillos; los canalillos viejos se han mitigado.	Formación actual o pasada de canalillos como la esperada para el sitio.
2. Patrones de flujo de agua					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	Patrones de flujo de agua extensivos y numerosos; inestables con erosión activa; usualmente conectados.	Patrones de flujo de agua más numerosos y extensivos de lo esperado; es común la deposición y las áreas cortadas; ocasionalmente conectados.	Número y longitud de los patrones de flujo de agua casi coinciden con lo esperado para el sitio; la erosión es menor con algo de inestabilidad y deposición.	Número y longitud de los patrones de flujo de agua coincide con lo esperado para el sitio; hay algo de evidencia de erosión menor. Los patrones de flujo son estables y cortos.	Coincide con lo esperado para el sitio; evidencia mínima de deposición o erosión de suelo actual o pasada.
3. Pedestales y/o terracetas					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	Pedestales y terracetas abundantes y activas. Muchas rocas y plantas están sobre pedestales; son comunes las raíces de plantas expuestas.	Pedestales moderadamente activos; las terracetas son comunes. Algunas rocas y plantas están sobre pedestales con las raíces ocasionalmente expuestas.	Pedestales ligeramente activos; muchos pedestales están en cursos de agua, en interespacios y/o en pendientes expuestas. Terracetas ocasionalmente presentes.	Formación activa de pedestales y terracetas es rara; hay alguna evidencia sobre formación pasada de pedestales especialmente en patrones de flujo de agua en pendientes expuestas.	Evidencia actual o pasada de plantas o rocas sobre pedestales de acuerdo a lo esperado para el sitio. Las terracetas están ausentes o poco comunes.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

Partiendo de la Hoja de Referencia

Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
4. Suelo desnudo					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	Mucho mayor de lo esperado para el sitio. Las áreas desnudas son grandes y generalmente conectadas.	Moderado a mucho mayor de lo esperado para el sitio. Las áreas desnudas son grandes y ocasionalmente conectadas.	Moderadamente mayor a lo esperado para el sitio. Las áreas desnudas son de mediano tamaño y esporádicamente conectadas.	Ligero a moderadamente mayor a lo esperado para el sitio. Las áreas desnudas son pequeñas y raramente conectadas.	Cantidad y tamaño de las áreas desnudas coincide con lo esperado para el sitio.
5. Cárcavas					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	Común con evidencia de erosión activa; la vegetación no es frecuente en las pendientes. Inicios de las cárcavas activos, puntos de incisión son numerosos y activos.	Moderadas en número con evidencia de erosión activa; la vegetación es intermitente en las pendientes. Inicios de las cárcavas están activos; indicadores de erosión nuevo al fondo no son aparentes.	Moderadas en número con evidencia de erosión activa; la vegetación es intermitente en las pendientes. Inicios de las cárcavas pueden estar presentes.	Poco comunes, la vegetación está estabilizando las pendientes; no hay signos de inicios de las cárcavas activos, puntos de incisión nuevos o erosión.	Coincide con lo esperado para el sitio; los drenajes están representados como canales naturales estables; vegetación común y no hay signos de erosión.
6. Áreas de deposición por el viento					Hoja de referencia: _____
Descriptor genérico	Extensivas.	Comunes.	Ocasionalmente presentes.	Poco frecuentes y escasas.	Coincide con lo esperado para el sitio.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

Partiendo de la Hoja de Referencia

Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
7. Movimiento de mantillo (agua o viento)					Hoja de referencia:
Descriptor genérico	Extremo; concentrado al rededor de obstrucciones. Muchos tamaños de mantillo han sido desplazados.	Moderado a extremo; la pérdida concentrada cerca de las obstrucciones. Los tamaños de mantillo pequeños a medianos han sido desplazados.	Movimiento moderado del mantillo pequeño en concentraciones dispersas alrededor de obstrucciones y en depresiones.	Más ligero a moderado de lo esperado para el sitio con el desplazamiento exclusivo del mantillo más pequeño.	Coincide con lo esperado para el sitio con una distribución del mantillo bastante uniforme.
8. Resistencia de la superficie del suelo a la erosión					Hoja de referencia:
Descriptor genérico	Extremadamente reducida a lo largo del sitio. Agentes de estabilización biológica incluyendo materia orgánica y costra biológica se encuentran virtualmente ausentes.	Significativamente reducida en la mayoría de los espacios entre la vegetación y moderadamente reducida bajo la cobertura vegetal. Los agentes de estabilización biológica están presentes únicamente en parches aislados.	Significativamente reducida en al menos la mitad de los espacios entre la vegetación, o moderadamente reducida a lo largo del sitio.	Algo de reducción en la estabilidad de la superficie del suelo en los espacios entre la vegetación. Agentes estabilizadores reducidos por debajo de lo esperado.	Coincide con lo esperado para el sitio. La superficie del suelo está estabilizada por los productos de la descomposición de la materia orgánica y/o la costra biológica.
9. Pérdida de la superficie del suelo o degradación					Hoja de referencia:
Descriptor genérico	Horizonte superficial ausente. La estructura del suelo cerca de la superficie es similar a, o más degradada, que en los horizontes subsuperficiales. No hay una diferencia distinguible en el contenido de materia orgánica subsuperficial.	Pérdida de suelo y degradación severa a lo largo del sitio. Diferencias mínimas en el contenido de materia orgánica del suelo y estructura de las capas superficial y subsuperficial.	Pérdida de suelo moderada o degradación en los espacios entre las plantas con algo de degradación debajo de la cubierta vegetal. La estructura del suelo está degradada y el contenido de materia orgánica está reducido significativamente.	Algo de pérdida de suelo ha ocurrido y/o la estructura del suelo muestra signos de degradación, especialmente en los espacios entre las plantas.	El horizonte superficial del suelo está intacto. La estructura del suelo y el contenido de materia orgánica coinciden con lo esperado para el sitio.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

Partiendo de la Hoja de Referencia

Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
10. Composición de la comunidad vegetal y su distribución relativa a la infiltración y escurrimiento					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	La infiltración ha decrecido severamente debido a los adversos cambios en la composición de la comunidad de plantas y/o distribución. Cambios adversos en la cobertura han ocurrido.	La infiltración ha decrecido debido a los adversos cambios en la composición de la comunidad de plantas y/o distribución. Cambios adversos en la cobertura han ocurrido.	La infiltración se ha reducido moderadamente debido a los adversos cambios en la composición de la comunidad de plantas y/o distribución. Los cambios en la cobertura vegetal afectan negativamente la infiltración.	La infiltración está ligera a moderadamente afectada por cambios menores en la composición de la comunidad de plantas y/o distribución. Los cambios en la cobertura vegetal tienen un efecto menor en la infiltración.	La infiltración y el escurrimiento no están afectados por ninguno de los cambios en la composición y distribución de las plantas. Cualquier cambio en la infiltración y escurrimiento puede ser atribuido a otros factores (Ej. Compactación).
11. Capa de compactación (debajo de la superficie del suelo)					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Extensiva; severamente restringe el movimiento del agua y penetración de raíces.	Generalizada; restringe el movimiento del agua y penetración de raíces.	Moderadamente generalizada, moderadamente restringe el movimiento del agua y penetración de raíces.	Raramente presente o es delgada y débilmente restringida al movimiento del agua y penetración de raíces.	Coincide con lo esperado para el sitio; nada a mínima, no restringida al movimiento de agua o penetración de raíces.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

Partiendo de la Hoja de Referencia

Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
12. Grupos funcionales/estructurales					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Número de grupos F/S enormemente reducido y/o dominancia relativa de grupos F/S ha sido dramáticamente alterada y/o el número de especies dentro de los grupos F/S está dramáticamente reducido.	Número de grupos F/S reducido y/o un grupo dominante y/o uno o más grupos subdominantes reemplazados por grupos F/S no esperados para este sitio y/o número de especies dentro de los grupos F/S significativamente reducido.	Número de grupos F/S moderadamente reducidos y/o uno o más grupos F/S subdominantes reemplazados por grupos F/S no esperados para ese sitio y/o número de especies dentro de los grupos F/S moderadamente reducido.	Número de grupos F/S ligeramente reducido y/o dominancia relativa de grupos F/S ha sido modificada de lo esperado para el sitio y/o número de especies dentro de los grupos F/S ligeramente reducido.	Grupos F/S y número de especies en cada grupo coincide con lo esperado para el sitio.
13. Mortalidad de plantas/Decadencia					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Muerte y/o plantas decadentes son comunes.	Plantas muertas y/o plantas decadentes son algo comunes.	Algunas plantas muertas y/o algunas plantas decadentes están presentes.	Ligera mortalidad de plantas y/o decadencia.	Mortalidad de plantas y decadencia coincide con lo esperado para el sitio.
14. Cantidad de mantillo					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Ausente en gran medida o dominancia relativa al potencial del sitio y clima.	Muy reducido o el aumento relativo al potencial del sitio y clima.	Más o menos relativo al potencial del sitio y clima.	Ligeramente relativo al potencial del sitio y clima.	La cantidad es lo esperado para el potencial del sitio y el clima.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

Partiendo de la Hoja de Referencia

Indicador*	Extremo a Total	Moderado a Extremo	Moderado	Ligero a Moderado	Nulo a Ligero
15. Producción anual					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Menos del 20% de la producción potencial para el sitio basado en el clima reciente.	20-40% de la producción potencial para el sitio basado en el clima reciente.	40-60% de la producción potencial para el sitio basado en el clima reciente.	60-80% de la producción potencial para el sitio basado en el clima reciente.	Supera el 80% de la producción potencial para el sitio basado en el clima reciente.
16. Plantas invasoras					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Dominan el sitio.	Comunes a lo largo del sitio.	Dispersas a lo largo del sitio.	Presentes principalmente en áreas perturbadas dentro del sitio.	Si están presentes, la composición de plantas invasoras coincide con la esperada para el sitio.
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes (nativas o con semillas)					Hoja de referencia: —
Descriptor genérico	Capacidad para producir semillas o tallos vegetativos está severamente reducida relativa a las condiciones climáticas recientes.	Capacidad para producir semillas o tallos vegetativos está muy reducida relativa a las condiciones climáticas recientes.	Capacidad para producir semillas o tallos vegetativos está moderadamente reducida relativa a las condiciones climáticas recientes.	Capacidad para producir semillas o tallos vegetativos está ligeramente reducida relativa a las condiciones climáticas recientes.	Capacidad para producir semillas o tallos vegetativos no está reducida en relación a las condiciones climáticas recientes.

* Las descripciones para cada indicador deben ser más específicas que aquellas listadas en los descriptores genéricos, si es posible, y hacer referencia a los criterios incluidos en la descripción de Nulo a Ligero, la cual está basada en la Hoja de Referencia (Apéndice 1).

1. Canalillos



1a - Los canalillos son un componente natural de este sitio debido a los suelos erosionables.



1b - Canalillo lineal corto causado por el flujo acelerado del agua.

2. Patrones de Flujo de Agua

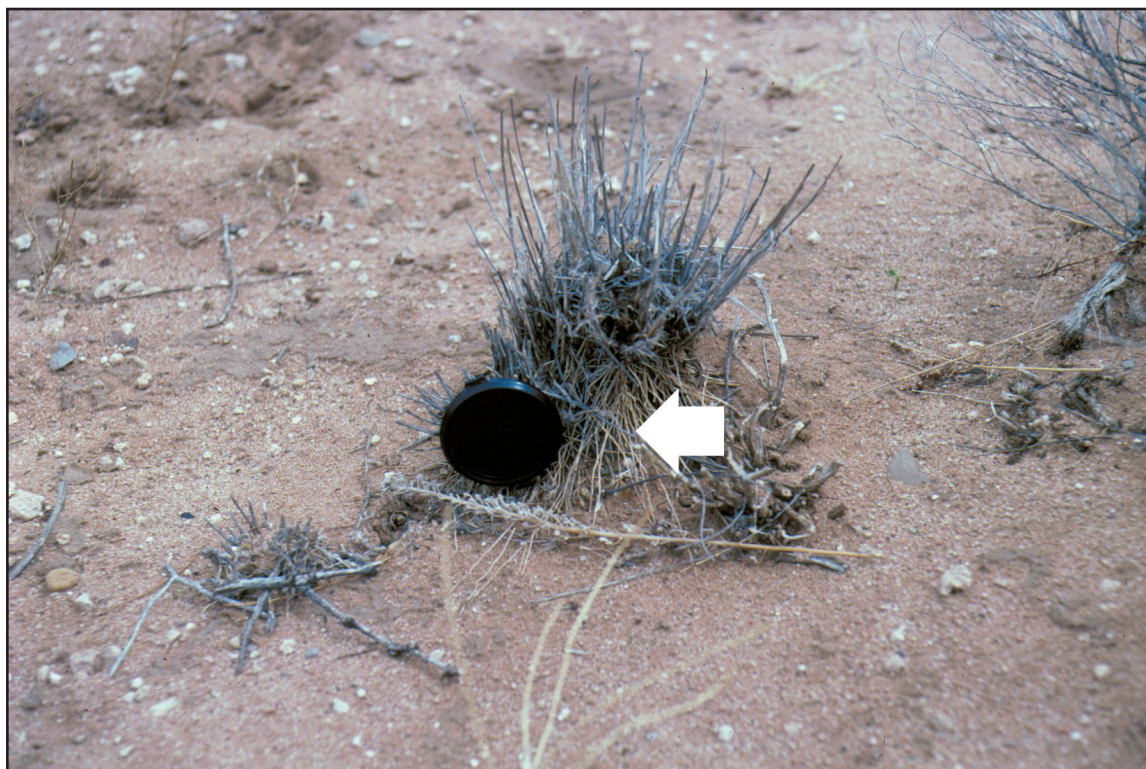


2a - Patrón de flujo de agua extensivo en los espacios entre las plantas es indicativo de un elevado flujo de agua superficial.



2b - Patrón de flujo de agua corto (línea blanca punteada) en los espacios entre las plantas.

3. Pedestales y/o Terracetas



3a - Planta en pedestal causado por la erosión del viento. Note las raíces expuestas (flecha).



3b - Terraceta (flecha) causada por la obstrucción del mantillo en el patrón de flujo de agua.

3. Pedestales y/o Terracetos (continuado por la página anterior)



3c - Las terrazas formadas por el pastoreo de ungulados en las laderas no son evaluadas con este indicador. Otros indicadores que pueden ser aplicados a esta situación incluyen los números 4, 8, 9 y 11.

4. Suelo Desnudo



4a - Cantidad de suelo desnudo es ligera relacionada con el potencial del sitio y clima reciente.



4b - Cantidad de suelo desnudo es excesiva relacionada con el potencial del sitio y clima reciente.

5. Cárcavas

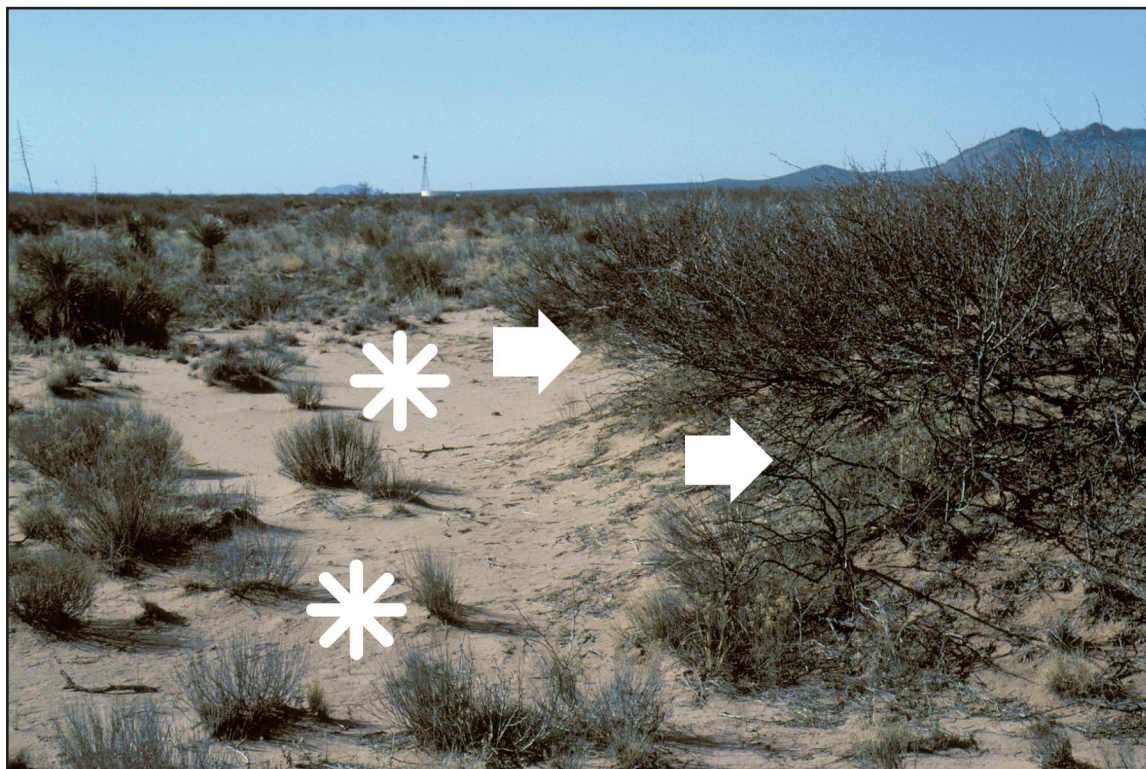


5a - Cárcava que muestra signos de erosión activa (inicios - ver flechas) y erosión nueva.



5b - Cárcava relativamente estable con algunos signos de erosión activa y con un buen recubrimiento vegetal presente.

6. Áreas de Deposición por el Viento



6a - Áreas roce por el viento en los espacios entre las plantas (asterisco) con deposición de suelo y mantillo en la base de las plantas (flechas).

7. Movimiento de Mantillo



7a - Movimiento de mantillo y acumulación en un patrón de flujo de agua.

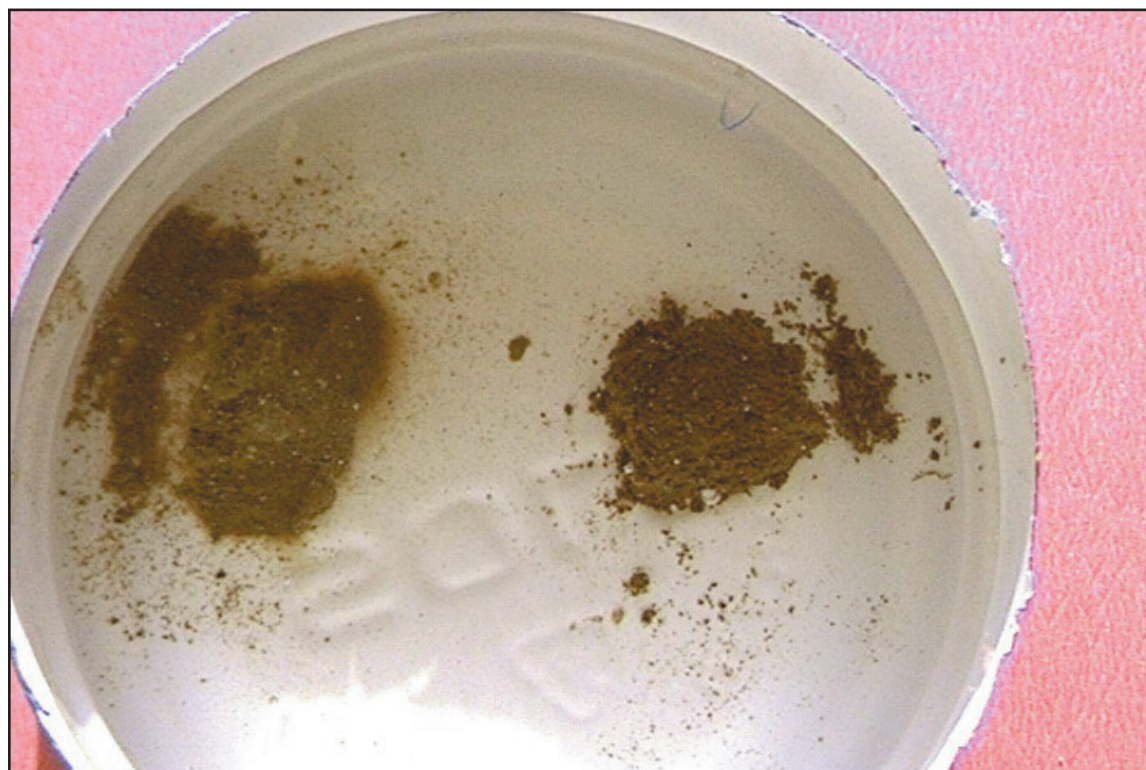


7b - Mantillo redistribuido por el viento bajo el dosel del arbusto y alrededor de las obstrucciones en los interespacios.

8. Resistencia de la Superficie del Suelo a la Erosión



8a - Las costras físicas superficiales en los espacios entre las plantas pueden incrementar el flujo del agua.



8b - El fragmento de suelo superficial de la derecha es resistente a deshacerse en el agua lo que indica la presencia de materia orgánica que mantiene las partículas unidas. El fragmento de suelo superficial de la izquierda está deshecho lo que indica que hay menos materia orgánica y estabilidad.

9. Pérdida de la Superficie del Suelo o Degradación



9a - La evidencia de la pérdida de la superficie del suelo es evidente cuando se compara con la cobertura de una planta y la costra biológica en el suelo.

10. Composición de la Comunidad Vegetal y su Distribución Relativa a la Infiltración y Escurrimiento



10a - Pastizal desértico donde los pastos promueven la infiltración y minimizan el escurrimiento.



10b - Pastizal desértico degradado donde el escurrimiento se ha incrementado dramáticamente debido a la conversión del pastizal en áreas con arbustos.

11. Capa de Compactación



11a - Ejemplo de la capa de compactación que reduce la penetración de las raíces y la percolación del agua.

12. Grupos Funcionales/Estructurales



12a - Planta herbácea fijadora de nitrógeno (*Astragalus* spp.) que está incluida en un grupo funcional diferente al de las plantas herbáceas no fijadoras de nitrógeno.



12b - Las costras biológicas son un componente funcional/estructural importante en muchas comunidades de plantas.

12. Grupos Funcionales/Estructurales (continuado por la página anterior)



12c - Sitio de *Artemisia spp* y de *Poa amacollada* cerca de su potencial. Los pastos anuales nativos son un componente menor de la vegetación.



12d - La *Poa amacollada* ha sido reemplazados con *Bromus tectorum*, un pasto anual exótico. La erosión acelerada es evidente también.

13. Mortalidad de las Plantas/Decadencia



13a - Plantas de *Artemisia* spp. muertas y decadentes.



13b - Arbusto decadente con sus ramas muertas.

14. Cantidad de Mantillo



14a - La cantidad de mantillo está en equilibrio con el potencial del sitio y el clima actual.



14b - El mantillo es poco común comparado con lo esperado para el potencial del sitio y el clima actual.

14. Cantidad de Mantillo (continuado por la página anterior)



14c - La cantidad de mantillo y la vegetación muerta en pie está muy por encima de lo esperado debido a la presencia de pastos anuales exóticos.

15. Producción Anual



15a - La producción de la biomasa sobre el suelo de los años recientes es consistente con el potencial del sitio y el clima reciente.



15b - La producción de la biomasa sobre el suelo de los años recientes está muy por abajo del potencial del sitio y el clima reciente.

16. Plantas Invasoras



16a - *Bromus tectorum* es un pasto anual invasor y exótico que puede dominar el sotobosque en áreas con arbustos perturbadas.



16b - Las semillas que se encuentran listadas como nocivas, como estas *Centaurea* spp en Idaho, constituyen otra categoría de plantas invasoras.

16. Plantas Invasoras (continuado por la página anterior)



16c - El junipero, un árbol nativo, es invasor cuando invade sitios de pastizal cuyo potencial es para arbustos y plantas herbáceas.

17. Capacidad Reproductiva de Plantas Perennes



17a - Las plantas herbáceas y los pastos perennes muestran un buen potencial reproductivo que es evidente por la presencia de flores y la producción de tallos con semillas.



17b - El potencial reproductivo de este arbusto es menor debido a la falta de producción de semillas.

Mediciones Cuantitativas para los 17 Indicadores

Mediciones potenciales cuantitativas y los indicadores que nosotros creemos que están relacionados específicamente con los 17 indicadores cualitativos de la salud de los pastizales. Para cada indicador cuantitativo, hemos provisto una explicación (interpretación) de la relación entre los indicadores cuantitativos y cualitativos (Pyke et al. 2002). También vea la tabla que relaciona los indicadores cuantitativos con los atributos en la sección de Conceptos.

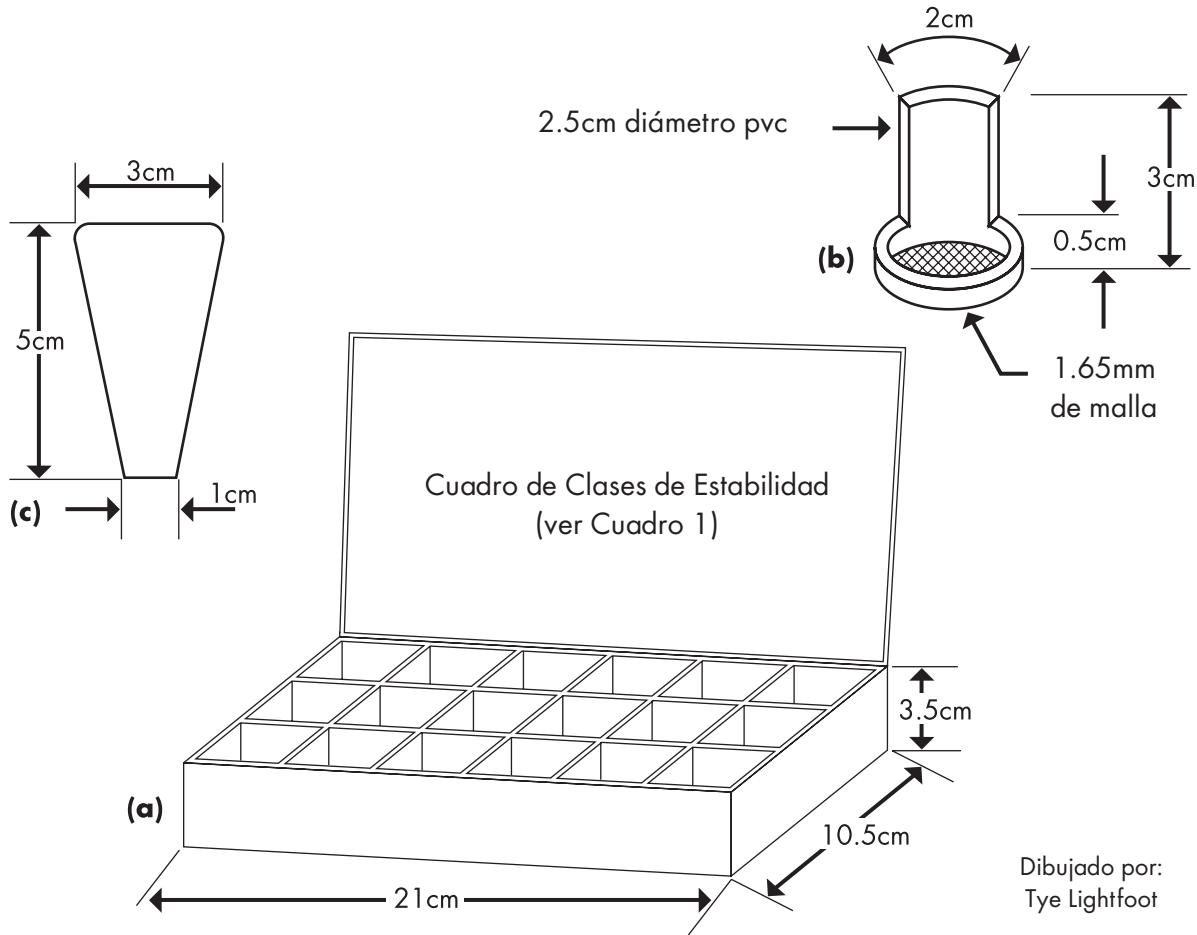
Referencias: (1) - USDA NRCS 1997, (2) - Elzinga et al. 2001, y (3) - Herrick et al. 2002.

Indicador cualitativo	Indicador cuantitativo	Medición (Referencias)	Interpretación
1. Canalillos	Ninguno		
2. Patrones de flujo de agua	Porcentaje de cobertura basal	Línea de puntos (2,3)	La cobertura basal está correlacionada negativamente con los patrones de flujo de agua porque la base de las plantas reduce el movimiento del agua.
	Proporción de parches entre las bases de plantas > 25, 50, 100, 200 cm (Intercepto de parches basales)	Intercepto de parches basales (3)	Los parches entre las bases de plantas están correlacionados positivamente con los patrones de flujo de agua ya que el agua gana energía cuando se mueve sin obstáculos a través de grandes espacios.
3. Pedestales y/o terracetas	Desviación estándar de las alturas	Puente de erosión (microtopografía) (3)	Los pedestales y las terracetas pueden estar relacionados positivamente con la desviación estándar de las alturas porque el incremento en la topografía es algunas veces debido a los pedestales y terracetas.
4. Suelo desnudo	Porcentaje de suelo desnudo	Línea de puntos (2,3)	El suelo desnudo está correlacionado positivamente con el escurrimiento y la erosión.
	Proporción de línea en parches aéreos > 25, 50, 100, 200 cm	Intercepto de plantas aéreas (3)	El indicador cualitativo del suelo desnudo está también relacionado positivamente con los parches de vegetación porque el suelo desnudo en parches grandes tiene usualmente un efecto mayor en muchas funciones que el suelo desnudo en parches pequeños.
5. Cárcavas	Anchura y profundidad y ángulo de la parte pendiente	Perfiles de canales (3)	Los coeficientes bajos de anchura y profundidad y ángulos superiores en la pendiente reflejan una erosión de la cárcava más severa o activa.
	Movimiento del inicio de cárcavas activos	Localidad del inicio de cárcavas activos, puntos de incisión (3)	Los coeficientes superiores del movimiento de puntos de incisión reflejan una mayor erosión de la cárcava.
6. Áreas de deposición por el viento	Ninguna		
7. Movimiento de mantillo	Proporción de cobertura de mantillo en los interespacios vs. debajo de la vegetación	Línea de puntos (2,3)	Las proporciones altas de mantillo en los interespacios pueden estar relacionadas positivamente con el movimiento del mantillo.
	Proporción de parches basales > 25, 50, 100, 200 cm.	Intercepto de parches basales (3)	Los parches basales pueden estar relacionados positivamente con la redistribución o pérdida de mantillo.
8. Resistencia de la superficie del suelo a la erosión	Promedio de la estabilidad de la superficie del suelo	Kit de estabilidad del suelo (superficie) (3)	La estabilidad de los agregados del suelo está relacionada positivamente con la resistencia del suelo a la erosión por el viento y el agua.
9. Pérdida de la superficie del suelo o degradación	Promedio de la estabilidad del subsuelo	Kit de estabilidad del suelo (subsuelo) (3)	La estructura del subsuelo se degrada y la materia orgánica disminuye conforme la superficie del suelo se pierde, así que la estabilidad de los agregados del subsuelo está relacionada negativamente con la pérdida de la superficie del suelo o degradación.
10. Composición de la comunidad vegetal y su distribución en relación a la infiltración y escurrimiento	Porcentaje de composición	Línea de puntos (2,3) o producción (1,2)	Los cambios en la composición de especies pueden estar relacionados con cambios en la infiltración. Por ejemplo, la morfología de las raíces y vástagos de montecillos vs. las plantas estoloníferas.
	Proporción de parches basales > 25, 50, 100, 200 cm.	Intercepto de parches basales (3)	Los cambios en los parches basales pueden estar relacionados con cambios en la distribución de las plantas que se relacionan con la infiltración y escurrimiento.
11. Capa de compactación	Coefficiente de resistencia a la penetración en los 15 cm. superiores entre el área de evaluación y el área de referencia.	Penetrómetro (3)	Los coeficientes de resistencia a la penetración o densidad en masa por encima de 1 pueden indicar la presencia de una capa de compactación.
	Coefficiente de masa sobre volumen de suelo en los 15 cm. superiores entre el área de evaluación y el área de referencia.	Densidad en masa	
12. Grupos funcionales/estructurales	Porcentaje de composición por grupo funcional / estructural y riqueza del grupo.	Línea de puntos (2,3)	La composición y riqueza de los grupos funcionales o estructurales están relacionadas positivamente con el indicador cualitativo de los grupos funcionales/estructurales.
		Producción (1,2)	
13. Mortalidad de las plantas/decadencia	Proporción de dosel vivo-muerto	Línea de puntos (2,3)	La proporción de vegetación viva-muerta está relacionada positivamente con el indicador cualitativo de mortalidad de las plantas o decadencia.
14. Cantidad de mantillo	Masa de mantillo	Masa de mantillo	La cantidad de masa de mantillo y cobertura por unidad de área están relacionadas con la cantidad de mantillo.
	Cobertura de mantillo	Línea de puntos (2,3)	
15. Producción anual	Producción total anual	Producción (1,2)	La producción se relaciona directamente con el indicador cualitativo de producción anual.
16. Plantas invasoras	Densidad de especies invasoras	Transecto de banda (1,2,3)	El número de especies y sus densidades o cobertura estarán directamente relacionados con el indicador cualitativo.
	Porcentaje de cobertura foliar de las plantas invasoras	Línea de puntos (2,3), producción (1,2) o cobertura de cuadrado (1,2)	
17. Capacidad reproductiva de plantas perennes	Ninguno		

Cuadro 1. Evaluación de la estabilidad del suelo para muestras secas de 1/4" de diámetro.

SIEMPRE use tamices (aunque sea ≤ 3) para verificar la clase	
Clases de estabilidad	Criterios para asignación en clases de estabilidad (para "Caracterización Estándar")
1	50% de la integridad estructural se pierde al cabo de 5 segundos de inmersión en el agua (parece 'derretido') ○ es muy inestable para tomar una muestra (se rompe a través del tamiz)*.
2	50% de la integridad estructural se pierde al cabo de 5-30 segundos de inmersión.
3	50% de la integridad estructural se pierde al cabo 30-300 segundos de inmersión o < 10% del suelo permanece en el tamiz después de los 5 ciclos de inmersión.
4	10-25% de suelo permanece en el tamiz después de 5 ciclos de inmersión.
5	25-75% de suelo permanece en el tamiz después de 5 ciclos de inmersión.
6	75-100% de suelo permanece en el tamiz después de 5 ciclos de inmersión.

* Si la muestra es muy inestable, trate de humedecerla generosamente con un aspersor antes de sacarlo del superficie del suelo, remueva la muestra, y déjela secar al aire antes de hacer la prueba.



Dibujado por:
Tye Lightfoot

Adaptado de Herrick, J.E., J.W. Van Zee, K.M. Havstad, L.M. Burkett and W.G. Whitford.
2004. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems.
USDA-ARS Jornada Experimental Range, Las Cruces, NM. Distribuido por la University of Arizona Press.

Prueba de Estabilidad del Suelo

Materiales

- Los kits completos de estabilidad del suelo (disponible de Synergy Resource Solutions en www.countgrass.com o construirlo utilizando las instrucciones en Herrick et al. 2001 o Herrick et al. 2005)
- 1 litro (32 oz.) de agua deionizada (o cualquier agua embotellada no carbonatada - salvo agua mineral)
- Portapapeles, formato de datos de la prueba de estabilidad del suelo y lápiz
- Cronómetro

Métodos estándar

Con un poco de práctica, se tarda entre 10 y 15 minutos aproximadamente para tomar las muestras. Se tarda unos 10 minutos hacer la prueba a 18 muestras.

1. Seleccionar al azar 18 puntos de muestreo y decidir si recopilarán sólo las muestras de la superficie (1 caja), o las muestras superficiales y del subsuelo (2 cajas).

REGLAS:

- a. Utilice 18 puntos seleccionados al azar a lo largo de los transectos utilizados para las mediciones de línea de puntos y intercepto de parches entre plantas.
- b. Registre los puntos de muestreo en la columna "Pos" en el formato de datos.
- c. Siempre muestre al menos 5 cm. (2 pulgadas) de cualquier línea de medición de la vegetación.
- d. Incluya muestras del subsuelo, si usted está interesado en la erosión del suelo después de una perturbación.

2. Determinar la clase dominante de cobertura sobre el punto al azar y regístrelo en la columna "Veg" en el formato de datos.

REGLAS:

- a. El área que será clasificada es tan grande como el área muestreo (6 a 8 mm o 1/4 de pulgada de diámetro).
- b. Registre la clase de cobertura dominante en la columna de "Veg".

C = pastos perennes, arbustos o cubierta de árboles

NC = pastos no perennes, arbustos o cubierta de árboles

3. Colecte una muestra de la superficie.

- a. Excavar una pequeña zanja en la parte frontal del área de muestreo (Figura 1).
- b. Levante un fragmento del suelo y después redondéelo (si es necesario) para obtener el tamaño correcto.
- c. El fragmento del suelo deberá ser de 2 a 3 mm de diámetro (el diámetro de una goma de borrar de un lápiz) (Figuras 2 y 3).
- d. Colectar las muestras en el punto exacto. Mueva el punto de muestreo sólo si ha sido perturbado durante las mediciones anteriores o la superficie del suelo está protegida por una roca o mantillo incrustado. Mueva el punto a una distancia estándar (1 m) y anote este cambio en el formato de datos.
- e. Para minimizar el disturbio:
 - corte la tierra alrededor de la muestra antes de levantar;
 - levante un tamaño de muestra mayor al necesario y recorte al tamaño adecuado en la palma de su mano, o
 - nebulice la zona de muestreo antes de la colecta.
- f. Si el suelo tiene una estructura demasiado débil para tomar la muestra (cae a través del tamiz), nebulícelo ligeramente con agua deionizada (utilizar un atomizador o equivalente) y, a continuación, tome la muestra. Las botellas de perfume o de spray de pelo funcionan bien para esto. Si la muestra sigue siendo inestable, regístrela como "1" en el formato de datos.
- g. Si la superficie del suelo está cubierta por un líquen o corteza de cianobacterias, incluya la corteza en la muestra. Si la muestra está cubierta de musgo, colecte la muestra desde debajo del musgo.
- h. Suavemente coloque la muestra en un tamiz seco (Figura 4); coloque el tamiz en la celda apropiada de una caja seca. Deje la tapa abierta (Figura 5).



Figura 1. Excave una pequeña zanja.



Figura 2. Colecte una muestra de la superficie.



Figura 3. Asegurese del correcto tamaño de la muestra.



Figura 4. Coloque la muestra en tamiz.



Figura 5. Complete el kit de extabilidad del suelo con agua y con las muestras.

4. Asegúrese que las muestras de la superficie y el subsuelo están secas.
 - a. Las muestras deben estar secas antes de la prueba. Si las muestras no están secas después de la colecta, deje secar al aire con la tapa abierta.
 - b. No deje la tapa cerrada con las muestras por más de un minuto en días cálidos o soleados. El exceso de calor puede aumentar o disminuir la estabilidad artificialmente.
5. Llene la caja vacía (sin tamices) con agua deionizada o destilada (Figura 5).
 - a. Llene cada compartimiento hasta el tope.
 - b. El agua debe estar aproximadamente a la misma temperatura que el suelo.
6. Haga la prueba a las muestras.
 - a. Baje el primer tamiz con la muestra en el compartimiento o celda respectiva llena de agua (esquina superior izquierda de la caja) (Figura 6).
 - b. Desde el momento en que el tamiz toca la superficie del agua hasta el momento en que descansa en el fondo de la caja, debe transcurrir un segundo.
 - c. Poner en marcha el cronómetro cuando la primera muestra toca el agua. Use el cuadro para asignar la clase de estabilidad a las muestras.
 - d. Después de cinco minutos, siga la secuencia de inmersiones en el formato de datos, añadiendo una muestra cada 15 segundos. Los principiantes pueden sumergir las muestras cada 30 segundos si lo desean. Esto permite que nueve muestras se evalúen en diez minutos (18 muestras en 20 minutos).
 - e. Observe los fragmentos desde el momento en que la muestra llega al agua hasta cinco minutos (300 segundos) y registre la clase de estabilidad basada en el cuadro.
 - f. Saque el tamiz completamente fuera del agua y luego llévelo hasta el fondo sin tocar la parte inferior de la caja. Repita esta inmersión un total de cinco veces. Haga esto incluso si ya ha evaluado la muestra de 1, 2 o 3. Usted puede cambiar su calificación, si después del tamizado, menos del 10% del suelo permanece en el tamiz.
 - g. Debe tomar un segundo para cada tamiz para quitar la superficie del agua y un segundo para volver a colocarlo cerca de la parte inferior de la caja.
 - h. Las muestras hidrófobas (muestras que flotan en el agua después de haber sido empujadas abajo) son evaluadas como 6.



Figura 6. Coloque la primera muestra en el agua.

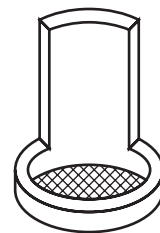


Figura 7. El tamiz, dibujada a escala.

Prueba en la tapa de la botella (Alternativa semicuantitativa)

Coloque un fragmento de suelo en la tapa de la botella llena de agua. Observe por 30 segundos. Suavemente gire el agua por 5 segundos. Asigne uno de los 3 valores siguientes:

- | | |
|---|--|
| I = Se deshace (o parece parcialmente derretido) en los primeros 30 segundos (sin girar) | D = Se desintegra cuando se gira (pero no se deshace) |
| E = Estable (incluso después de girar) | |

Secuencia para la clase de estabilidad = 1



Figura 8A. Muestra original

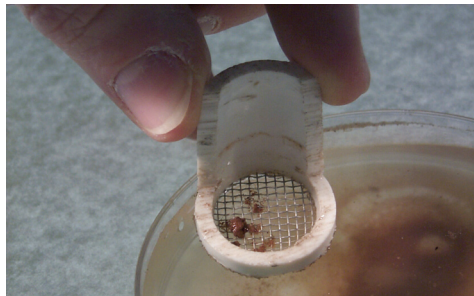


Figura 8B. Después de 5 segundos



Figura 8C. Después de 5 minutos



Figura 8D. Después de 5 inmersiones

Figura 8. Las fotos muestran los pasos clave para evaluar una muestra de suelo para cuatro valores de estabilidad diferentes.

Nota importante: algunos de los fragmentos mostrados en esta muestra pueden parecer más grandes. Estas son únicamente para ilustración. Debe estar seguro de seguir la guía de tamaños.

Secuencia para la clase de estabilidad = 4

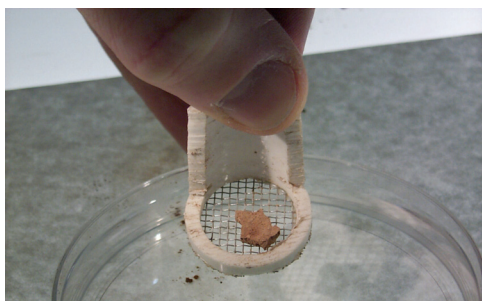


Figura 8E. Muestra original

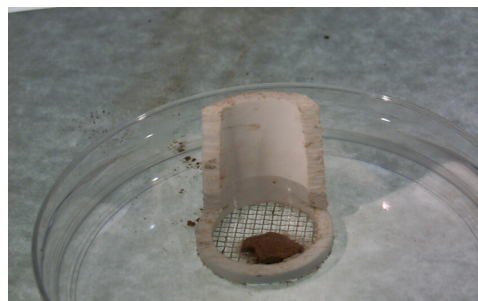


Figura 8F. Después de 5 segundos

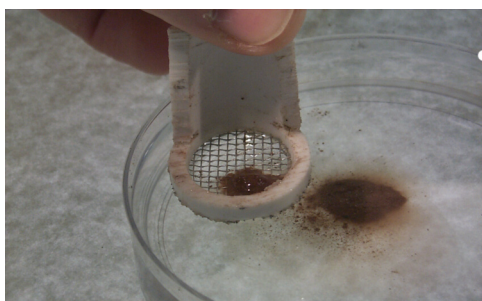


Figura 8G. Después de 5 minutos

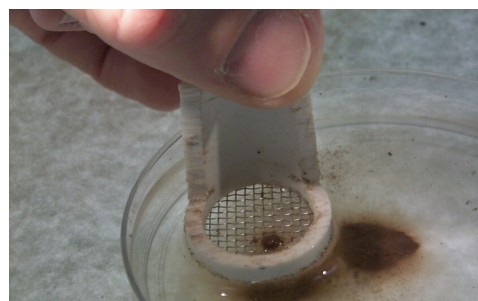


Figura 8H. Después de 5 inmersiones

Secuencia para la clase de estabilidad = 5



Figura 8I. Muestra original

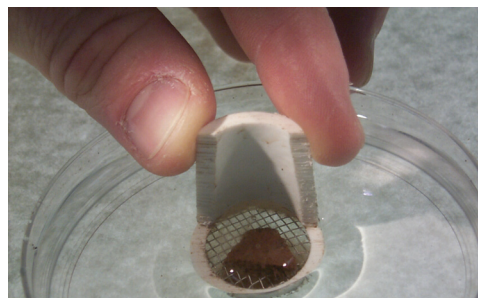


Figura 8J. Después de 5 segundos

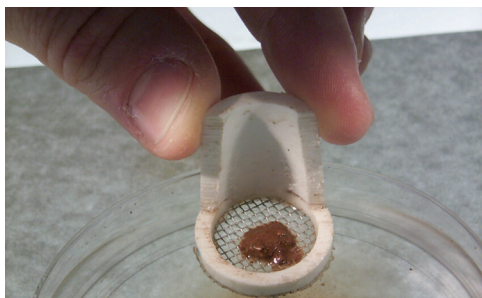


Figura 8K. Después de 5 minutos

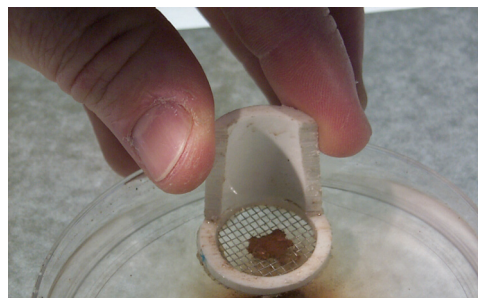


Figura 8L. Después de 5 inmersiones

Secuencia para la clase de estabilidad = 6

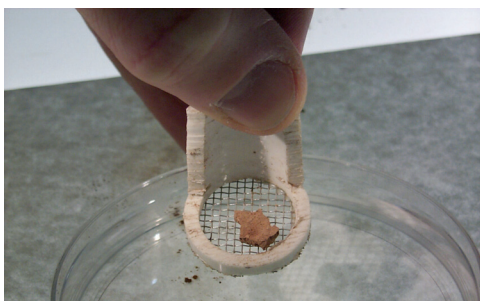


Figura 8M. Muestra original

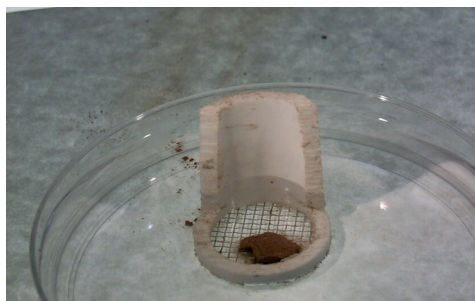


Figura 8N. Después de 5 segundos

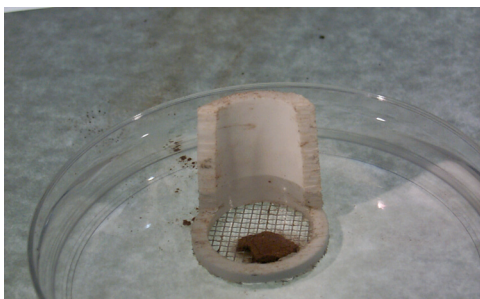


Figure 8O. Después de 5 minutos

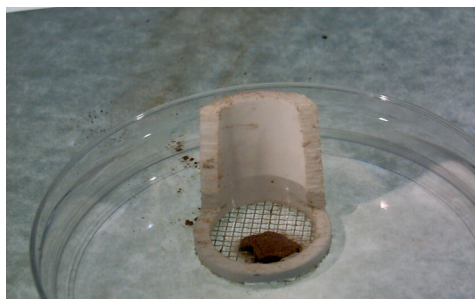


Figure 8P. Después de 5 inmersiones

Parcela: _____

Observador: _____

Fecha: _____

Escribiente: _____

Página _____ **de** _____

Veg = NC (no cobertura perenne), **C** (cobertura vegetal). # = **Valor de estabilidad** (1-6). Encierre el valor si las muestras son hidrofóbicas. De un valor a las muestras empezando del extremo superior izquierdo y trabajando de izquierda a derecha.

Línea		#	Tiempo de interacción		#	Línea		#	Tiempo de interacción		#	Línea		#	Tiempo de interacción		#
Pos	Veg		Tiempo	de interacción		Pos	Veg		Tiempo	de interacción		Pos	Veg		Tiempo	de interacción	
			0:00	5:00					0:15	5:15					0:30	5:30	
			0:00	5:00					0:45	5:45					1:00	6:00	
			1:30	6:30					2:15	7:15					2:30	7:30	
			3:00	8:00					3:45	8:45					4:00	9:00	

30 segundos entre las muestras

Línea		Tiempo de in- tercción		#	Línea		Tiempo de in- tercción		#	Línea		Tiempo de in- tercción		#	Línea		Tiempo de in- tercción		#	
Pos	Veg	Tiempo			Pos	Veg	Tiempo			Pos	Veg	Tiempo			Pos	Veg	Tiempo			
		0:00	5:00					0:30	5:30						2:00	7:00		2:30	7:30	
		3:00	8:00					3:30	8:30						0:00	5:00		0:30	5:30	
		1:00	6:00					1:30	6:30						3:00	8:00		3:30	8:30	

Promedio de Estabilidad = Suma de los valores de estabilidad / Número total de muestras tomadas

Línea	Todas las muestras		Muestras protegidas (muestras w/Veg = pasto, arbusto, árbol)		Muestras no protegidas (muestras w/Veg = NC)	
	Superficie	Subsuelo	Superficie	Subsuelo	Superficie	Subsuelo
Promedio de plot						

Lista de Comprobación para el Protocolo de Evaluación de la Salud de los Pastizales

Prueba Pre-Campo	Quien es Responsable	Inicio y Fecha
Individuo/equipo organizado o designado		
Monitoreo de suelos o información de suelos agregada		
Descripción del sitio ecológico obtenida		
Equipo reunido (pala, kit de estabilidad del suelo, cámara, GPS, formatos de datos, referencia técnica, mapas, etc.)		
Áreas de referencia identificadas, si se desea		
Disponibilidad de obtención de la Hoja de Referencia y obtención de copias para sitios ecológicos en áreas de evaluación potenciales		
Paso 1. Visitar el Área de Evaluación y Verificar el Suelo y la Información del Sitio Ecológico		
Verificación del suelo y sitio ecológico		
Completar la primera parte de la Hoja de Evaluación		
Paso 2. Hoja de Referencia – Obtención o Desarrollo (REQUERIDO)		
Obtenga la Hoja de Referencia si está disponible		
Si no está disponible DETENGASE hasta que se elabore la Hoja de Referencia		
Si la hoja de referencia está en copia borradora, o está en desarrollo o revisión, envíe una copia al NRCS (en EE.UU.) o especialista (si existe) en su país responsable para las hojas		
Elabore la Hoja de Grupos Funcionales/Estructurales (lista de especies y complete la columna “Potencial”)		
Visite el área de referencia ecológica si está disponible e incorpore la información de ésta en la elaboración de la Hoja de Referencia		
Obtenga o desarrolle la Matriz de Evaluación del Sitio Ecológico (la información de la hoja de referencia se convierte en los valores Nulo a Ligero en la matriz de evaluación)		
Paso 3. Colectar Información Suplementaria (OPCIONAL PERO ALTAMENTE RECOMENDADO)		
Colecte datos cuantitativos e información espacial y temporal del área de evaluación. Complete la columna “Actual” de la Hoja Funcional/Estructural		
Paso 4. Evalúe los 17 Indicadores		
Incluya comentarios escritos para explicar o justificar los valores dados		
Paso 5. Evalúe los 3 Atributos de Salud de los Pastizales		
Incluya comentarios escritos para explicar o justificar la preponderancia de los valores para cada atributo		

La mención de nombres de empresas, nombres comerciales, o productos comerciales no constituye aprobación o recomendación para su uso por parte del Gobierno Federal.

U.S. Department of the Interior
Bureau of Land Management
United States Geological Survey

U.S. Department of Agriculture
Natural Resources Conservation Service
Agricultural Research Service