Vidsupra visión científica

Vol. 11 Núm. 2
julio-diciembre 2019

Órgano de difusión científica y tecnológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Durango IPN-CIIDIR DURANGO

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Vidsupra visión científica

Órgano de difusión científica y tecnológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Durango CIIDIR-IPN

Directorio

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- **Mario Alberto Rodríguez Casas.** Director General
- **María Guadalupe Vargas Jacobo.** Secretaria General
- **Jorge Toro González.** Secretario Académico
- **Juan Silvestre Aranda Barradas.** Secretario de Investigación y Posgrado
- **Luis Alfonso Villa Vargas.** Secretario de Innovación e Integración Social
- **Adolfo Escamilla Esquivel.** Secretario de Servicios Educativos
- **Reynold Ramón Farrera Rebollo.** Secretario de Gestión Estratégica
- **Jorge Quintana Reyna.** Secretario de Administración
- **Eleazar Lara Padilla.** Secretario Ejecutivo de la COFAA
- **Guillermo Robles Tepichin.** Secretario Ejecutivo del POI
- **José Juan Guzmán Camacho.** Abogado General
- **Modesto Cárdenas García.** Presidente del Decanato
- **Paola Meneses Cantú.** Coordinadora de Comunicación Social

CIIDIR UNIDAD DURANGO

- **Eduardo Sánchez Ortíz.** Director
- **Diana Carolina Alanis Bañuelos.** Subdirectora Administrativa
- **César Israel Hernández Ramírez.** Subdirector Académico y de Investigación.
- **Néstor Naranjo Jiménez.** Subdirector de SEIS
- **Amelia Quezada Díaz.** Jefa del Departamento de Posgrado
- **Denise Martínez Espino.** Jefa de la Unidad Politécnica de Integración Social
- **Claudia Elia Soto Pedroza.** Jefa de la UTEyCV
- **Flor Isela Retana Rentería.** Jefa del Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- **Lidia Marissa Hernández Estrada.** Jefa del Dpto. de Recursos Financieros y Materiales
- **Adán Villarreal Márquez.** Jefe de la Coordinación de Enlace y Gestión Técnica
- **Mayra Edith Burciaga Siqueiros**. Jefa del Departamento de Servicios Educativos
- **Víctor Daniel Ríos García.** Jefe de la Unidad de Informática
- **Sara Silva Haro.** Jefa del Departamento de Capital Humano

Vidsupra visión científica Vol. 11, No.2 JULIO-DICIEMBRE de 2019, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Calle Sigma No. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: 618 8142091 y 618 814 45 40. http://www.ciidirdurango.ipn.mx/revista-vidsupra.html. Editor responsable: Dr. Eduardo Sánchez Ortíz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2019-121913514700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). ISSN: en trámite. Responsable de la última actualización de este número, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Dr. Eduardo Sánchez Ortíz. Calle Sigma No. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. fecha de última modificación 15 de diciembre de 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.
Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

* Fotografía de portada: Cascada Vencedores. Dr. Marco Antonio Márquez

Índice

36 MANUAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MONITOREO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN BOSQUES TEMPLADOS DE PINO-ENCINO CON MANEJO FORESTAL
Francisco Cruz García, José Carlos Monárrez González, *Gustavo Pérez Verdín

Vidsupra visión científica
11(2):36-63, 2019

MANUAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS DE MONITOREO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN BOSQUES TEMPLADOS DE PINO-ENCINO CON MANEJO FORESTAL

Francisco Cruz García[1], José Carlos Monárrez González[2], *Gustavo Pérez Verdín[1]
[1]Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango, Sigma 119, Durango, México. [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CEVG, CIR - Norte Centro, Durango, México
*Autor para correspondencia: guperezv@ipn.mx

RESUMEN
En la actualidad, los bosques Mexicanos se encuentran sometidos a una fuerte presión humana debido a la intensa demanda de servicios ecosistémicos (SE), principalmente la madera, lo cual modifica su planeación en el corto, mediano y largo plazo. Por ello, hay necesidad de establecer medidas de evaluación para conocer con detalle el efecto que tiene el manejo forestal sobre muchos SE. En este manual se ofrece una metodología para el monitoreo de los principales SE relacionados con el manejo forestal, incluyendo: producción de madera, regulación del agua, captura de carbono, carga de combustibles forestales, diversidad herbácea, regeneración natural, erosión del suelo y hábitats para la fauna silvestre. Se describe la forma de construir parcelas permanentes y transectos de monitoreo para evaluar la aplicación de tratamientos silvícolas intermedios (ej. aclareos) y finales (ej., arboles padres, matarrasa y selección) en dichos SE. En cada SE, se describen sus generalidades, importancia, diseño de muestreo y toma de datos, así como su registro en formatos de captura e ideas para su posterior análisis estadístico. El manual recopila trabajos científicos aplicados en otras áreas e integra aportaciones y experiencias no solo de los autores, sino también de técnicos y productores forestales. Se espera que este manual pueda apoyar otros trabajos que se centren en el monitoreo de SE, como la certificación forestal, investigación y/o el cumplimiento de restricciones normativas ambientales.

PALABRAS CLAVE:
colecta de datos, parcelas permanentes; programas de monitoreo; tratamientos silvícolas

ABSTRACT
Currently, Mexican forests are under strong human pressure due to the growing demand of ecosystem services (ES), mainly wood, which modifies their planning and management in the short, medium, and long term. Therefore, there is a need to establish a monitoring program to know the effect of forest management on many ES. This manual presents a methodology for evaluating the main ES related to forest management, including: timber production, water regulation, carbon sequestration, fire reduction, plant diversity, natural regeneration, soil erosion, and wildlife habitats. It describes a methodology to establish permanent plots and transects to evaluate the effects of intermediate (e.g., thinning) and final silvicultural cuts (e.g, seed trees, clear-cuts, and individual selection) on such ES. In each ES, the manual describes its generalities, importance, sampling design, and data collection, as well as its recording in established entry-data formats and ideas for statistical analysis. The manual collects scientific works applied in other areas and integrates the contributions and experiences not only from the authors, but also from forest managers and producers. We hope that this manual can help other works that focus on the monitoring of ecosystem services, such as forest certification, research, and / or compliance with environmental regulatory restrictions.

KEY WORDS:
Data collection, monitoring programs, permanent plots; silvicultural treatments

INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos (SE) se definen como el conjunto de servicios que la sociedad puede utilizar y que ofrecen los ecosistemas por su simple existencia (MEA, 2005). Dentro de este conjunto de servicios se pueden identificar a la regulación del agua, control de la erosión del suelo, el secuestro de carbono, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática y la producción de madera y fibras, entre otros (Monárrez-González *et al*., 2018).

El comprender cómo se relacionan entre sí y cómo son afectados por el manejo forestal representa un gran reto para los técnicos forestales. La relación entre el manejo forestal y los SE puede ser de compensación, de sinergia, o de no afectación. La compensación ocurre cuando un SE se reduce como consecuencia de incrementar el uso de otro; la relación de sinergia implica que ante un incremento en un bien o servicio se afecta positivamente la provisión de otros SE. La relación de no afectación es cuando no hay interacción entre los SE (Lee y Lautenbach, 2016). Aunque se ha sugerido que la relación de compensación es evidencia de soluciones ineficientes y sub-óptimas, este tipo de relación en los ecosistemas forestales es frecuente y, hasta cierto punto, una elección explícita (Rodríguez *et al.*, 2006; Zeleny, 2011).

El desconocimiento de las relaciones entre el manejo forestal y los SE limita el número de alternativas de manejo que aseguren la sustentabilidad de los bosques. Esto conduce a una sobreutilización de algunos SE derivados de las áreas forestales que tienen un amplio mercado económico (p.ej. producción de madera), dando por resultado una eventual reducción en la capacidad de producción de estas áreas (MEA, 2005; Aguirre-Calderón, 2015; Monárrez-González *et al*,. 2018).

La producción de los SE en los ecosistemas forestales de clima templado está determinada por las características de las áreas y su entorno socioeconómico. Debido a la combinación de estos factores, la producción de SE se ve amenazada por el uso de prácticas no sustentables como la deforestación, incendios, las cortas ilegales o el tipo de mercado que demanda ciertos productos (Schroder *et al*., 2016). El manejo forestal debe basarse en resultados de investigación validados, acorde con estándares ambientales aceptables y ser transparente para la opinión pública. Estos resultados pueden lograrse si: a) se evalúa una variedad de opciones forestales en el tiempo y en el espacio, b) se demuestra el efecto del manejo de manera comprensible en el campo y c) se revisan y evalúan continuamente las actividades de manejo considerando diferentes condiciones ecológicas. Con base en estas premisas, un concepto práctico para el manejo de un ecosistema forestal debe incluir un diseño de opciones, parcelas de demostración y análisis de eventos (Gadow *et al,*. 2016).

Este documento trata de establecer las bases para implementar un programa de monitoreo en los bosques de pino encino para evaluar el efecto del manejo forestal sobre la producción de madera, el agua, el carbono, riesgo de incendios por carga de combustibles forestales, vegetación (diversidad herbácea y regeneración natural), erosión del suelo y hábitats para fauna silvestre. Su objetivo principal es proponer una guía metodológica para el establecimiento, medición y monitoreo de parcelas permanentes de estos SE que están estrechamente relacionados con el manejo forestal en bosques templados. El documento se divide en varios capítulos que describen el servicio ecosistémico, su diseño de muestreo y la toma de datos. En el anexo, se incluyen los formatos que se utilizan para la captura de datos.

DATOS DASOMETRICOS BASICOS

El manejo forestal comprende las decisiones y actividades encaminadas al aprovechamiento, conservación y fomento de los recursos forestales de manera ordenada; tratando de satisfacer las necesidades de la sociedad actual y futura (; Aguirre-Calderón, 2015). En los bosques templados, el manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables se realiza bajo los enfoques regular e irregular. El manejo regular se caracteriza por tener una cosecha periódica, determinada por un turno comercial, mientras que el manejo irregular se caracteriza por no tener un turno y realizar el aprovechamiento durante un ciclo de corta (Monárrez-González *et al.*, 2018). En este sentido, el tipo de manejo forestal que se aplique en los bosques afectará su densidad, volumen, etc. y será diferente conforme las intensidades de corta (Hernández-Díaz *et al.,* 2008). Por lo tanto, es importante conocer las condiciones previas y posteriores a la aplicación de un tratamiento para conocer su efecto en los SE. Algunas de las variables que pueden ayudar a evaluar las condiciones de los rodales son el diámetro normal (DN), área basal (AB), y la altura total (AT), entre otras (Návar, 2009).

Diseño de muestreo

Para el monitoreo de los SE es necesario conocer los datos básicos de las áreas de evaluación. Para ello, se delimitan parcelas experimentales circulares de 1,000 m2 (17.84 m de radio), utilizando estacas en los 4 puntos cardinales desde el centro elegido. En ellas, se pueden aplicar tratamientos silvícolas con varias intensidades y testigos (o control), como por ejemplo:

- Tratamientos de intensidad de corta alta (> 70% remoción), que incluyen el tratamiento de corta total o matarrasa.
- Intensidad de corta media (30-70% remoción)
- Intensidad de corta baja (<30%)
- Testigo (tratamiento control)

Cada parcela se identifica con una placa metálica que contiene información del año de instalación, número del estado, número del municipio, si es Ejido/comunidad (1) o propiedad particular (2) y un número consecutivo (Figura 1). Se recomienda por lo menos 3 parcelas por tipo de tratamiento distribuidas al azar, tratando de tener una variación en las condiciones físicas (pendiente, textura de suelo). Si no se aplica algún tratamiento, la ubicación de las parcelas se determina en base a las diferentes condiciones de densidad y productividad del sitio. [Figura 1]

Toma de datos

A partir del centro de la parcela de 1,000 m2 se identifica el árbol más cercano al centro con rumbo Norte. Se identifica el género y la especie usando las claves del Inventario Nacional Forestal. En cada árbol se miden sus características dasométricas y se continua con los siguientes conforme las manecillas del reloj (Figura 2). A cada árbol se le coloca una placa de aluminio en la base del tronco con un número consecutivo. En aquellos individuos con un diámetro mayor a 7.5 cm, se identifica la especie a la que corresponde (en el formato se coloca solo la clave de la especie) y se miden las siguientes variables dasométricas: diámetro normal (DN) (cm)(a 1.30 m sobre la base del árbol), el grosor de la corteza (GC) (mm), diámetro a la base (DB) (cm) (a 15 cm de la base del árbol), altura total (AT) (m), altura de fuste limpio (AF) (m) (la cual se mide de la base a la primera corona de ramas vivas); y el radio de copa (RC) (m) hacia los 4 puntos cardinales N, S, E y W. Estos datos deben ser anotados en el formato FM-01 (Anexo-0).

Con estas variables se podrá realizar el cálculo del volumen, áreas basales y cobertura de copa por parcela, mismas que eventualmente servirán para relacionarlas con las mediciones de otros SE. Un ejemplo de la ecuación para obtener el volumen de pino, encino y otras coníferas y hojosas es la siguiente:

(1)
$$V = \beta_0 * \left(DN^{\beta^1}\right) * \left(AT^{\beta^2}\right)$$

donde: V es el volumen, DN diámetro normal y AT altura total, los valores de los parámetros estarán en función del género y la región donde se use la ecuación. Para obtener la cobertura de copa se usan las siguientes expresiones:

(2)
$$A_c = (\pi * r^2)$$

(3)
$$CC = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_c\right)}{1{,}000} * 100$$

[Figura 2]

REGULACIÓN DEL AGUA

La regulación del agua incluye los procesos que tienen lugar después de que la precipitación toca la copa de los árboles o la superficie del suelo. Esto incluye la infiltración, escurrimiento superficial y la recarga de acuíferos (Figura 3) (Sánchez *et al.*, 2010). Estos movimientos del agua se ven afectados por diversos factores como la intensidad y la duración de la lluvia, la pendiente del terreno y los tipos de suelo y vegetación. Este último, es el único factor que puede ser manipulado por los técnicos forestales mediante la aplicación de prácticas silvícolas basadas en diferentes intensidades de cosecha. [Figura 3]

El escurrimiento superficial (ES) se refiere a la lluvia que fluye a través de la superficie del suelo y se acumula en canales y cuerpos de agua cercanos (Sánchez *et al.*, 2010). A veces también se conoce como flujo laminar, es decir, el agua que circula en la superficie en una cuenca de drenaje, y que se mide en milímetros. El escurrimiento fustal es la fracción del agua que entra en contacto con el dosel del bosque y se desliza sobre los troncos de los árboles y arbustos antes de depositarse en el suelo (Wang *et al.*, 2004).

El escurrimiento fustal (EF) es importante porque una parte contribuye al suministro de agua de cada árbol y la otra parte alimenta constantemente los arroyos cercanos (Huber, 2003). El escurrimiento superficial evita que los cuerpos de agua se sequen, contribuyendo al agua subterránea que mantiene los flujos durante la estación seca y reduciendo el riesgo de inundaciones. Sin embargo, el escurrimiento superficial puede favorecer la degradación del suelo a través de la pérdida de nutrientes y la erosión. Los tratamientos silvícolas afectan ambos tipos de flujos. Los intensivos, como los aclareos por lo alto, aceleran el escurrimiento superficial (Dueñez-Alanís *et al.*, 2006) y modificar el escurrimiento fustal de los árboles residuales al haber menos individuos que intercepten la lluvia. El impacto potencial en el flujo de agua eventualmente afecta la productividad del sitio y la cantidad promedio de agua en la cuenca (Croke *et al.,* 2001; Monárrez-González *et al.*, 2018).

Diseño de muestreo

El monitoreo de los flujos de agua se hace en las mismas parcelas experimentales circulares de 1,000 m2 (17.84 m de radio) antes descritas para el monitoreo del manejo forestal.

a) Escurrimiento superficial

Se utiliza una trampa de captación de agua (Hornbeck et al., 1993; Robinson *et al.,* 2003; El Kateb *et al*., 2013) de 16 m2 (8 x 2 m) ubicada dentro de la parcela de 1,000 m2. Las paredes de la trampa consisten de una geomembrana sostenida por alambre y estacas, lo que permite adaptarse a las irregularidades del terreno. Esta geomembrana se inserta en el suelo a una profundidad de 15 cm quedando alrededor de 30 cm por encima de la superficie (Figura 4a). Las trampas de captación deben tener una pendiente de al menos 5%. El agua escurrida fluye hacia una tina de plástico, que tiene un filtro de piedras (Figura 4b), y de ahí hacia un contenedor (tambo) de 200 litros ubicada en la parte baja de la pendiente del terreno (Figura 4c).[Figura 4]

b) Escurrimiento fustal

Dentro de las parcelas de 1,000m2 se seleccionan de 3 a 6 árboles representativos de las especies existentes para la medición del escurrimiento fustal. Estos árboles se identifican con un asterisco en el FM-01, para conocer la especie y variables dasométricas de cada uno. El número de árboles puede variar si existen más de tres géneros en el sitio. Sin embargo, se recomienda que no sea mayor a 6 árboles para facilitar la toma de datos. En este caso, se pretende captar el agua que pasa por las copas y baja por los tallos o fustes de los árboles (Delfs, 1967). En cada árbol, se hace un pequeño corte sobre la corteza para uniformizar su superficie y pegar una manguera semiabierta. La manguera se coloca alrededor del tronco a una altura aproximada de 2 m hacia la base del árbol en forma helicoidal con clavos y silicón y termina en un contenedor de 20 L (Figura 5a y 5b). Así, el agua que se precipita por los tallos es captada en la manguera y direccionada a los contenedores. [Figura 5]

c) Precipitación directa

Para apoyar los datos de escurrimiento superficial y fustal, se colocan tres pluviómetros (preferentemente, de 70 milímetros de capacidad) para medir la precipitación directa que pasa por las copas de los árboles y llega al suelo (Figura 5c) (Cantú-Silva y González-Rodríguez, 2001). Uno de ellos se coloca dentro de la trampa de escurrimiento superficial y los otros aleatoriamente dentro de la parcela de 1,000 m2. Algunos autores recomiendan el uso de canaletas de PVC en forma de U de tamaño variable (Cantú-Silva y González-Rodríguez, 2001). Las canaletas se conectan a recipientes por medio de mangueras y se cubren con mallas para evitar problemas en la captación del agua (Luna-Robles *et al.*, 2019).

d) Precipitación total (incidente)

La precipitación total es el agua que cae sobre la superficie del suelo, sin la interferencia de árboles. Para ello, es necesario instalar otro pluviómetro, lo más cerca posible a los sitios de 1,000 m2. Esta información servirá para estimar la perdida por intercepción debido al efecto de la evaporación del agua retenida en las copas de los árboles (Luna-Robles, *et al.*, 2019). La intercepción (Ic) se calcula como sigue:

$$I_c = P - (Ef + Pd)$$

donde P es precipitación total, Ef es escurrimiento fustal y Pd es precipitación directa. La suma de Ef + Pd se considera la precipitación neta que llega a la superficie del suelo

Toma de datos

En esta etapa se inicia el muestreo de los escurrimientos, considerando la temporada de lluvias (julio-septiembre). La medición de ambos escurrimientos, así como la de los pluviómetros se realiza por evento de lluvia, es decir, por cada fecha que se presente una precipitación se considera un registro.

La forma de medir la cantidad de agua en el caso del escurrimiento superficial y fustal, se realiza vaciando el contenido del tambo de 200 L o el bidón de 20 L a una probeta graduada en mililitros (ml). En los pluviómetros la medición es directa de acuerdo a lo que indique el recipiente graduado. El registro de todas las observaciones se anotan en el formato FM-02. Aunque las mediciones de los escurrimientos se registran en litros, éstas deben convertirse a mm. Para hacer la conversión a mm, el volumen de agua proveniente del escurrimiento superficial, se divide entre el área de la parcela (16 m2). Por ejemplo, si el volumen en el tambo de la trampa de escurrimiento es 50 litros (o 0.05 m3), entonces el registro será igual a 0.05 m3/16 m2 = 3.1 mm. En el caso del escurrimiento fustal, el registro se calcula dividiendo el volumen captado de agua entre el área de la copa del árbol del cual se está tomando la información. El área de copa se calcula con la ecuación (2). Por ejemplo, si el volumen captado en un contenedor es de 15 L (o 0.015 m3) y el área de copa (Ac) es igual a 13 m2, entonces el escurrimiento fustal sería 1.15 mm. Si la información cumple con los supuestos de normalidad, se recomienda utilizar modelos lineales para determinar determinar la relación entre el escurrimiento y dichas variables dasométricas. De otra manera, se pueden utilizar modelos semi-paramétricos o no paramétricos.

CARGA DE COMBUSTIBLES FORESTALES

En México, cada año ocurren incendios forestales en los diferentes ecosistemas del país, los cuales representan un gran problema en la pérdida de biodiversidad, la emisión de gases efecto invernadero y la modificación de los flujos hídricos (Pérez-Verdín *et al*., 2013). En algunos casos, los incendios provocan pérdidas de recursos naturales de gran valor ecológico y económico (Xelhuantzi-Carmona *et al*., 2011) por ejemplo extensas superficies de bosques maduros. Los incendios forestales en bosques de clima templado-frío pueden ser por un lado uno de los agentes más destructivos, y por otro pueden ser un factor positivo para el establecimiento y desarrollo de la vegetación forestal (Oliver & Larson, 1996; Rodríguez-Trejo & Fulé, 2003). Básicamente su presencia y comportamiento depende entre otros factores del clima, la topografía del lugar y la vegetación. Este último se define por la cantidad y la calidad de biomasa viva o muerta (DeBano & Conrad, 1978).

El material que queda después de los aprovechamientos forestales y la biomasa seca (hierbas, arbustos, etc.) constituye el tipo de material combustible que alimenta los incendios forestales (Díaz-García *et al*., 2011). Por esta razón es importante conocer y cuantificar el tipo y cantidad de material combustible que se produce después de aplicar los tratamientos silvícolas.

Tipos de combustibles

Existen varios criterios para clasificar los combustibles, por ejemplo de acuerdo a su peso, en ligeros y pesados (Brown *et al.*, 1982). Los ligeros o finos denominados así ya que se acumulan de forma natural por la caída de los diferentes estratos, están compuestos por ramillas muertas, hojarasca, hierbas (secas o verdes) y humus. Los pesados se agrupan en función de su tiempo de retardo e incluyen ramas, troncos muertos, entre otros (Cuadro 1) (Xelhuantzi-Carmona *et al.,* 2011).

Diseño de muestreo

Se establecen cuatro transectos de 15 metros de largo partiendo del centro de la parcela de 1000 m2 hacia cada punto cardinal (Figura 6).

Toma de datos

Siguiendo la metodología de Brown (1974), para combustibles leñosos o pesados, se registra la frecuencia de aparición de las piezas según su clasificación y rango de medición en el transecto (FM-03-A). Para hacer la clasificación del tipo de combustible, se utiliza un calibrador para las cuatro categorías (Xelhuantzi-Carmona *et al.*, 2011), el cual se posiciona en las ramas, ramillas, troncos que se encuentran en el suelo y se contabiliza el número de piezas interceptadas en cada una de las categorías (Figura 7).

Las cargas de combustibles se calculan mediante las fórmulas propuestas por Brown (1974), que estiman la carga de combustibles en toneladas por hectárea de las diferentes categorías, de acuerdo a su tiempo de retardo. De esta forma se obtienen estadísticos (promedio, moda, desviación estándar, etc.) para cada clase de combustible en cada parcela de muestreo (Xelhuantzi-Carmona *et al*., 2011). [Figura 7]

Por otro lado, para tener mayor precisión en la estimación de los combustibles finos o ligeros, al final de los 4 transectos se coloca un cuadro de 30 x 30 cm, donde se obtienen muestras de la capa de hojarasca y humus (Figura 8a y 8b). Estas muestras deben ser procesadas en laboratorios para separar cada una de las capas antes mencionadas. Se pesan y se someten a un proceso de secado por medio de una estufa (60°C a 80°C) hasta alcanzar un peso constante (Xelhuantzi-Carmona *et al*., 2011).

Cuadro 1. Clasificación de los tipos de material combustible

Categoría	Diámetro (cm)	Tiempo de Retardación	Rango de medición en el Transecto
Finos	0-0.5	1 hora	10 a 15 metros
Fino-regular	0.51-2.5	10 horas	10 a 15 metros
Grueso-mediano	2.51-7.5	100 horas	0 a 15 metros
Gruesos	>7.5	1000 horas	0 a 15 metros

Fuente: Brown et al. (1974).

Una vez determinado este proceso se registra el peso medio de cada parcela (FM-03-B), el cual es convertido a toneladas por hectárea. [Figura 8]

CAPTURA DE CARBONO

Los bosques mexicanos constituyen fuentes netas de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como consecuencia de la deforestación y degradación de los ecosistemas por actividades de manejo de los recursos naturales (Ordóñez y Masera, 2001). Estos bosques juegan un papel importante para mitigar el cambio climático, pues en las hojas, ramas, troncos, raíces, madera muerta e incluso en el suelo, se almacena gran cantidad de carbono. Por lo tanto, para contribuir a la disminución de las emisiones de GEI por medio de la conservación de bosques, es necesario contar con la información básica y sobre el contenido de carbono en los diferentes depósitos que puede tener un ecosistema forestal.

Biomasa aérea y subterránea

Según la FAO (2004), la biomasa se define como la materia orgánica aérea o subterránea, viva o muerta. La biomasa total abarca la biomasa viva, la biomasa de la madera muerta y la biomasa presente en el mantillo, suelo o en la hojarasca. La cantidad de biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la producción a través de la fotosíntesis y el consumo en los procesos de la respiración y la cosecha. Por lo tanto, es una medida útil para evaluar los cambios en la estructura del bosque (Brown, 1997).

En el manejo forestal, específicamente en la actividad de extracción, se puede eliminar entre 30 y 90 % de la biomasa de los ecosistemas forestales templados dependiendo de la intensidad de extracción de madera (Houghton, 2005). En los bosques templados se ha estimado también que la biomasa de mantillo es entre 3.6 y 11.5 T/ ha. Sin embargo, en el aprovechamiento de estos bosques se remueve hasta el 50 % de esta biomasa (Currie y Nadelhoffer, 2002). Por medio de las parcelas de monitoreo se puede conocer los flujos y reservas de carbono que almacenan los ecosistemas forestales. Además, permite observar el efecto de la deforestación de los bosques con manejo forestal (Návar, 2009).

Densidad aparente del suelo

La densidad aparente del suelo (DA) se define como la masa de suelo seco en una determinada unidad de volumen edáfico (sólidos más poros) (Blake y Hartge, 1986). La DA está relacionado con el contenido de carbono orgánico (Heuscher *et al.*, 2005) por lo que la obtención de esta variable es importante para la cuantificación de carbono que se encuentra en el suelo.

Toma de datos

En el cálculo de la biomasa arbórea aérea y subterránea se utilizan los datos dasométricos (diámetro normal, altura total y radios de copa) obtenidos de las parcelas de 1000 m2. Mediante ecuaciones alométricas definidas para la región y género se obtiene la cantidad de carbono que se almacena en las parcelas de monitoreo en un momento determinado (Pimienta *et al.*, 2007). Por ejemplo, Návar (2009), utilizó una ecuación (no lineal) con dos parámetros estadísticos y el DN:

$$\hat{Y}_{ij} = \beta_1 \left(DN_{ij}\right)^{\beta_2}$$

Donde $\hat{Y}$ es la biomasa seca (kg) de residuos forestales de la especie i y árbol j, β son los estimadores de regresión y DN es el diámetro normal (cm) de la especie i y árbol j. Una vez estimada la biomasa, se utilizan los coeficientes de contenido de carbón para determinar la cantidad almacenada en los árboles (Vargas-Larreta, 2017).

Para determinar la densidad aparente del suelo se utiliza el material colectado en los cuadros para la evaluación de combustibles finos (Figura 7). El suelo se colecta (1 kg aproximadamente) ya sea en todo el cuadro o a través de un cilindro central. En caso de que se emplee un cilindro, este debe ser recto de material no deformable y con diámetro mínimo de 7.6 cm (CONAFOR, 2010) (Figura 9).

Todo el material extraído se coloca en una bolsa o recipiente y se repite en los 4 puntos cardinales. El siguiente paso es colocar todo el material sobre una lona impermeable para homogeneizarlo y seleccionar una muestra representativa con un peso aproximado de 1 kg. El material colectado se etiqueta y guarda para su transporte al laboratorio donde se obtiene la cantidad de materia orgánica, así como sus propiedades físicas y químicas, normalmente siguiendo el método de Walkley y Black (1934).

DIVERSIDAD HERBÁCEA Y REGENERACIÓN NATURAL

La aplicación de tratamientos silvícolas tiene grandes impactos en la vegetación del sotobosque. El sotobosque es el tipo de vegetación que crece más cerca del suelo por debajo del dosel principal y es uno de los recursos más afectados por las labores de extracción forestal. El sotobosque lo componen las plantas herbáceas, arbustivas y pastos, así como la propia regeneración natural de las especies arbóreas, generalmente por debajo de los dos metros de altura (Barbier *et al.*, 2008). Durante las cortas, se remueve el suelo, se eliminan plantas y se abren espacios en el bosque para dar entrada a mayores cantidades de luz solar. Estos factores modifican la composición y estructura del

sotobosque, el cual es esencial para regular el balance de los nutrientes en el suelo, control de la erosión, formación de micro-hábitats y la propia regeneración del bosque (Augusto *et al.,* 2003).

Diversidad herbácea

La biodiversidad o diversidad biológica es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte (IAVH, 2000). Específicamente, la diversidad herbácea se refiere a la variabilidad de hierbas, pastos, gramíneas, etc. La forma de vida con mayor riqueza de especies es la de las hierbas, seguida por los arbustos y luego los arboles (Villaseñor y Ortiz, 2014). En los bosques templados, el sotobosque puede albergar hasta el 90% de las especies de plantas aun cuando su biomasa representa menos del 1% (Gilliam, 2007).

Diseño de muestreo

Para medir la diversidad herbácea, dentro de la parcela de 1,000 m2, se utiliza un cuadro de 1 m2, dividido en 100 dm2 (hecho de madera, pita o rafia). Éste se coloca en 3 puntos ubicados a 8 metros del centro de la parcela. El primero con rumbo 45° NE, el segundo a 45° NW y el tercero con rumbo SUR Franco (formando una Y). En cada punto se toma una fotografía lo más vertical posible, cubriendo toda la superficie del cuadro (Figura 10).

Toma de datos

En campo se registra el número de fotografía y el número de especies observadas dentro del cuadro (FM-03-C). En gabinete, se hace el análisis de las fotografías contabilizando el número de especies por dm2 y estimando su cobertura (%) (Ruacho-González, 2011). Esta fotografía sirve también como testigo de la presencia de la especie en un fecha determinada. En caso de no poder identificar alguna especie, se hace una colecta de la planta para su identificación en el herbario (Lot y Chiang, 1986).

Con esta información, se pueden estimar los índices de diversidad y similitud (Ruacho-González, 2011). además de evaluar su correlación con las variables dasométricas y climáticas.

REGENERACIÓN NATURAL

La regeneración de las plantas es un proceso dinámico por el que los nuevos individuos de una o distintas especies se incorporan a la población reproductora de los ecosistemas forestales, sin la intervención directa del hombre (Hierro, 2003).

La regeneración natural es un medio clave para el mantenimiento de las masas forestales en el tiempo. Su monitoreo y análisis, teniendo en cuenta los tratamientos silvícolas, es de vital importancia para el desarrollo de modelos de gestión forestal sostenible (Rodríguez-García *et al*., 2007).

Diseño de muestreo

La regeneración natural se evalúa a través de dos metodologías. La primera consiste en una subparcela de 10x10 m ubicada en el centro de la parcela de 1000 m2 (Figura 10a) (Mueller-Dombois& Ellenberg, 1974). En la segunda opción se ubican 3 puntos de muestreo: uno en el centro de la parcela (CC), otro a 8 m al norte del centro (EN) y el otro a 8 m al sur del centro (ES), los cuales se asumirán como puntos de control (Figura 10b). Ambos métodos son complementarios, dado que se puede estimar la densidad por estructuras (o clases de alturas), vigor y distribución espacial.

El primer método evalúa la densidad por estructuras y el vigor de la regeneración. El segundo método se le conoce como parcela cero o T2 (Krebs 1999) y se usa para evaluar la densidad y distribución espacial de la regeneración. La densidad básicamente se expresa como el número de plantas por superficie (m2/ha) mientras que la distribución espacial se evalúa en la forma en que la regeneración se distribuye en el sitio; esto es, agregada, dispersa o al azar.

Este método consiste en establecer sitios circulares de tamaño variable. Los círculos se convierten en sitios de muestreo al tomar la distancia radial desde el centro hasta el renuevo más cercano. Una categoría de parcela cero de menor superficie significa una densidad alta de regeneración (Krebs, 1999). [Figura 11]

Toma de datos

En el primer caso, dentro del cuadrante de 10x10 m, se miden y registran por género, conforme a las manecillas del reloj (del mismo modo que para la Manejo forestal-producción de madera), el número de individuos de árboles pequeños que tengan como mínimo 25 cm de altura, hasta la altura que alcancen, siempre que su diámetro normal sea menor o igual a 7.5 cm. Se anotará (FM-04) el género correspondiente y la frecuencia de aparición dentro del intervalo de altura que corresponda: 25 cm-1m, >1-2m, > 2 m, así como el total de individuos por género (CONAFOR, 2010).

En el segundo caso, el procedimiento consiste en identificar cada uno de los 3 puntos (EN, CT o ES) en el sitio y medir la distancia al individuo (regeneración) más cercano (A), y a partir de éste se mide la distancia al siguiente

individuo más cercano (B) (Figura 10b). Debe asegurarse que el segundo renuevo más cerca (B) debe estar en un ángulo de 180° basado en una línea perpendicular que viene del centro del punto de control al primer individuo (A). Este procedimiento se repetirá por género y se registrará en el FM-04. A través de este tipo de monitoreo se evalúa la relación entre la densidad y distribución espacial de la regeneración natural con las prácticas silvícolas y permite identificar cual tratamiento favorece más la continuidad del recurso forestal.

PÉRDIDA DE SUELO (EROSIÓN)

El suelo puede considerarse como un recurso natural no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haberse perdido, erosionado o deteriorado física o químicamente (CONAFOR, 2004). El suelo cumple con varias funciones dentro de los ecosistemas dado que aporta los nutrientes, agua y es, además, el medio físico para el enraizamiento de las plantas (Thiers *et al*., 2014). Sin embargo, en México este recurso ha sido subestimado, ya que actualmente más del 64 % de los suelos en el país presentan problemas de degradación y pérdida en diferentes niveles (CONAFOR, 2004).

Específicamente en el manejo forestal, la erosión o pérdida de suelo ocurre durante las actividades de aperturas de caminos, el arrastre, la extracción de las trozas y en mayor parte por la reducción en la cubierta vegetal debido a las actividades de aprovechamiento forestal. Estas actividades exponen el suelo superficial a los efectos de las lluvias provocando la alteración y modificación de sus propiedades físicas y químicas (Dueñez-Alanís *et al*., 2006). Por lo tanto, la evaluación y monitoreo de este recurso permite conocer e identificar su relación con el tipo de manejo forestal que se aplica al bosque.

Diseño de muestreo

Dentro de las trampas que miden el escurrimiento superficial del agua (8 x 2 m), se colocan 3 varillas metálicas de 0.8-1 cm de grosor y 25 cm de largo (Colegio de Postgraduados, 1991). Cada varilla se identifica tomando como referencia el extremo opuesto a la tina donde termina la subparcela, la varilla de la parte superior será la número 1, la 2 en el centro y la 3 la más cercana a la tina. Las varillas se entierran 20 cm dejando sobre la superficie del suelo los 5 cm restantes (Figura 12).

Toma de datos

La toma de datos se realiza en varias etapas, cuando se colocan las varillas sólo se toma la pendiente dentro de la trampa. Después de la instalación de las varillas, se realizaría un monitoreo al primer año y posteriormente bianual. La manera de registrar la pérdida del suelo sería con una regla o flexómetro, a partir de la marca de los 5 cm a la superficie del suelo, esto en cada una de las 3 varillas para poder obtener un promedio de la pérdida de suelo por trampa (FM-03-D).

Este promedio se puede posteriormente relacionar con el área basal, área de copas, etc., que existe en la parcela y conocer el comportamiento de la erosión del suelo con las diferentes intensidades de corta.

FAUNA SILVESTRE

En México la mayor parte del manejo forestal se realiza en bosques naturales (Aguirre Calderón, 2015), donde coexiste una gran variedad de fauna silvestre. La fauna silvestre se define como aquellos organismos vivos sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat (SEMARNAP, 2000). Para los propósitos de este tipo de estudios, la fauna silvestre se puede definir como todos los animales vertebrados en vida libre.

La fauna silvestre juega un rol muy importante en la dinámica de los ecosistemas. Los animales que se alimentan de hojas, frutos, semillas, néctar y materia orgánica muerta contribuyen en los procesos de polinización, dispersión de semillas, crecimiento y competencia específica de las plantas, descomposición, etc. y promueven la diversidad vegetal del bosque. Son parte fundamental de la cadena trófica donde los carnívoros e insectívoros, regulan las poblaciones de consumidores primarios manteniendo un equilibrio en el ecosistema del bosque (Herrera y Rumiz, 1998).

Evaluar y monitorear la fauna silvestre ayuda a conocer la salud del ecosistema, pues muchas especies son muy sensibles a los cambios en su hábitat, siendo bio-indicadoras de la calidad de los sitios. Por ejemplo, una disminución en el número de especies o de los individuos de una especie puede ser reflejo del deterioro del hábitat, al alterar la disponibilidad de alimento o los lugares de refugio de los cuales dependen (FMCN, 2018a).

Diseño de muestreo

Para monitorear la fauna silvestre, se utilizan transectos en forma de corchete horizontal de 1000 m largo y 20 m de ancho (10 m de cada lado de la línea central). Es recomendable que sean 2 personas las que recorran el transecto, uno a cada lado de la línea central y que los recorridos se hagan cada dos meses. El número de transectos a realizar esta en función del tamaño de la superficie del predio o ejido. Idealmente, los transectos deben estar lo más cerca posible a las parcelas que se describieron para la toma

de información dasométrica. Se aconseja que los transectos cubran diferentes microhábitats, incluyendo cuerpos de agua (que atraviesen arroyos, charcos o pozas). Cada uno se marca con estacas o pintura con la finalidad de seguir un rumbo con distancia fija, que posteriormente ayudará a identificar rápidamente la línea de observación. Dentro de los transectos se establecen 6 sitios circulares de observación de 30 m de radio cada 200 metros, tomando como centro del primero el inicio del transecto (Figura 13) (Cruz-García, 2010). [Figura 13]

Toma de datos

Para el caso de los mamíferos el muestreo se hace tanto a lo largo de los transectos como en los sitios circulares, en los cuales se registran los rastros (huellas, excretas, rascaderos, etc.) o los avistamientos directos de los individuos (Formato 5a) (FMCN, 2018b). Es importante en el caso de las huellas y excretas, se tome el registro y se borre la huella o se retire la excreta del transecto, para que no vuelva a ser contada en un muestreo posterior (Cruz-García, 2010).

El muestreo de las aves consiste en contar las aves que se observen (por medio de binoculares) y escuchen dentro y/o fuera del sitio, o si se observan volando sobre éste (de paso). Este muestreo se debe hacer durante 15 minutos, tiempo divido en periodos de 5 minutos, para luego establecer el período de observación más adecuado, donde sean detectadas al menos el 80% de las especies (Bibby et al., 1992; FMCN, 2018b). Adicionalmente, se anota las aves que se observen en el traslado de un sitio a otro (Formato 5b). La identificación de las aves se apoya con las guías de campo (Ortega et al., 2012).

A los anfibios y reptiles se les conoce en conjunto como herpetofauna, y pueden ser bioindicadores en muchos planes de manejo (Aguirre-León, 2011).

Este grupo faunístico puede ser monitoreado a lo largo de los transectos registrando los organismos que se logren observar sobre el trayecto, para este grupo debe considerarse un monitoreo mensual, además de portar una cámara digital y guías de identificación en campo (Formato 5c). Al ser un grupo difícil de observar se realiza un muestreo intensivo dentro de los sitios, moviendo hojarasca o troncos para tratar de encontrar individuos resguardados en estas áreas. Específicamente los anfibios son contados cuando se concentran en las áreas donde se reproducen, por ejemplo las ranas en cuerpos de agua (Aguirre-León, 2011). Para este grupo en particular se recomiendan recorridos nocturnos para la captura e identificación en campo con ayuda de redes de mano.

Con los registros de los monitoreos de fauna se hacen comparaciones a través del tiempo y entre parcelas. Obteniendo las densidades de individuos y diferentes índices de abundancia relativa (ej. huellas/km, excretas/km), de diversidad (ej. Shannon, Simpson), de riqueza (ej. Margalef) (Wilson & Delahay, 2001; Zapata & Sánchez, 2009), entre otros. También, se podrá hacer relaciones entre los niveles de densidad arbórea con la presencia de ciertas especies de fauna.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la CONAFOR y CONACYT. El manual fue enriquecido con las aportaciones de Antonio Mancinas Alemán, Eliseo Sariñana Morales así como de los comisariados ejidales de la UAF Santiago Papasquiaro, El Salto de Camellones, El Centenario y San Isidro. Fernando Salazar Jiménez, Roberto Trujillo, Juan Manual Cassián Santos, Ramón Silva Flores, Carlos Zapata Pérez, Marco Antonio Barbosa Jiménez, Carlos Saúl Flores y José Angel Morales Amaya, colaboraron en la construcción y operación de parcelas permanentes y eventualmente enriquecieron este manual. Este trabajo recibió apoyo financiero por parte del COCYTED (2008) y del IPN (proyectos SIP 20180860 y 20195278). Se agradecen los comentarios de la editora de la revista y de los revisores anónimos.

Figura 1. Placa de identificación de la parcela de monitoreo.

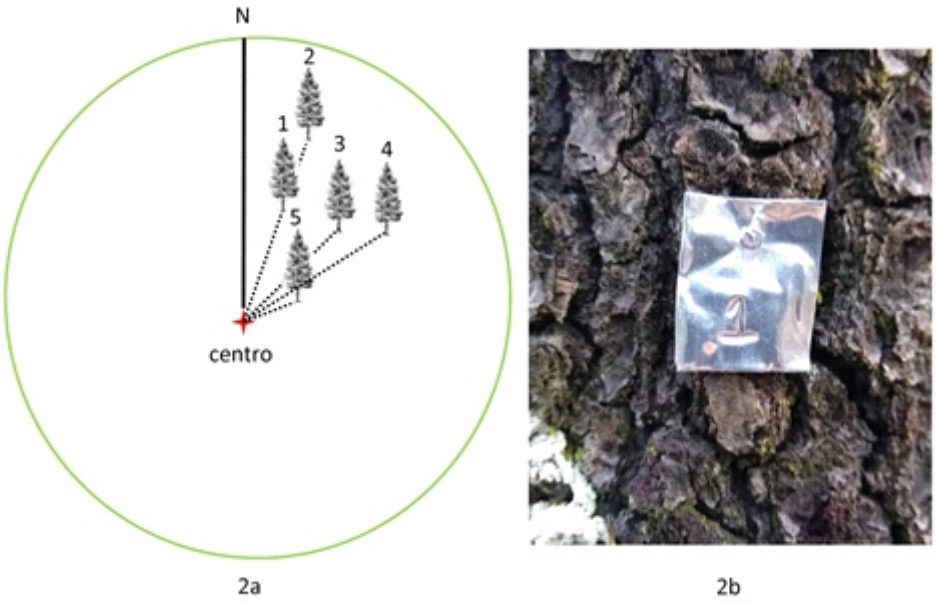

Figura 2. Ejemplo de la numeración de los árboles en el levantamiento dasométrico (a) e identificación con placa de aluminio (b).

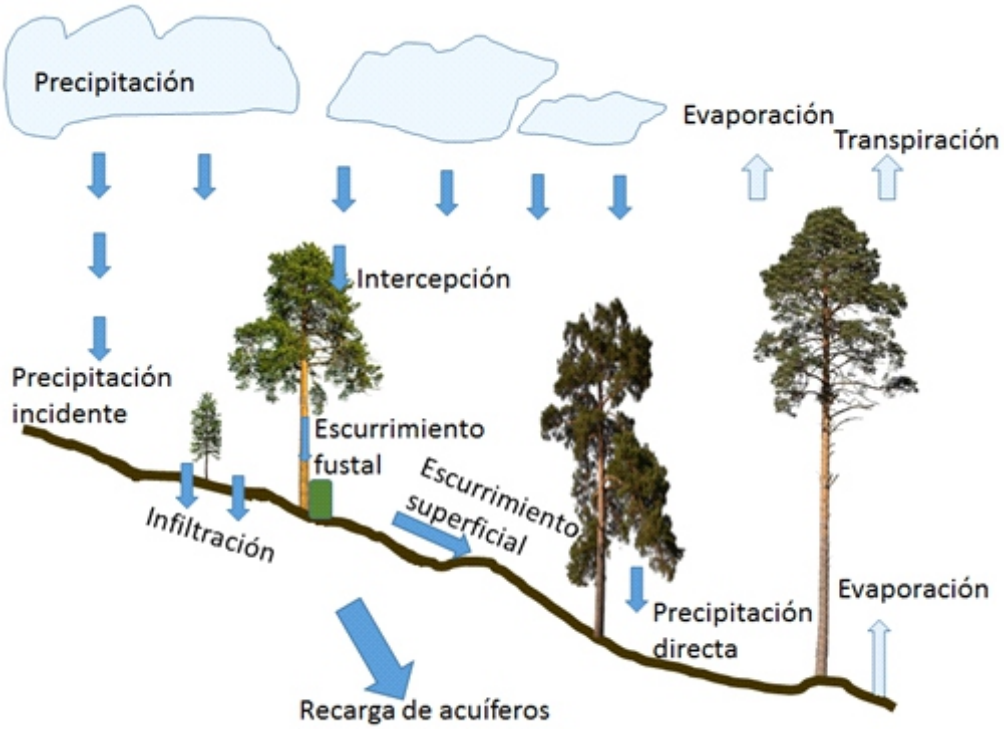

Figura 3. Representación de los flujos de agua en un bosque templado. Fuente: Levia y Germer (2015).

4a 4b 4c

Figura 4. Construcción de la trampa de escurrimiento superficial (a, b y c).

.

5a 5b 5c

Figura 5. Captación del escurrimiento fustal (a y b) y precipitación directa (c).

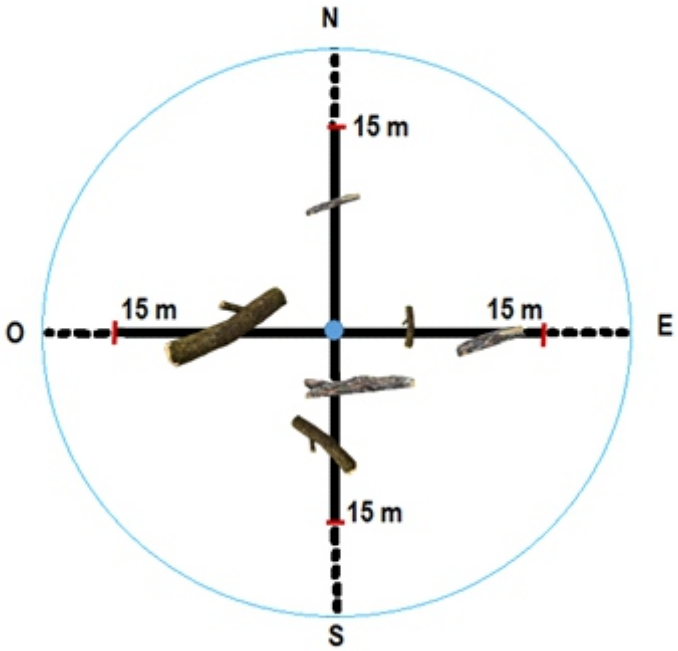

Figura 6.Transectos de medición de carga de combustibles (Brown, 1974). La línea azul representa el límite de la parcela central (radio=17.84m).

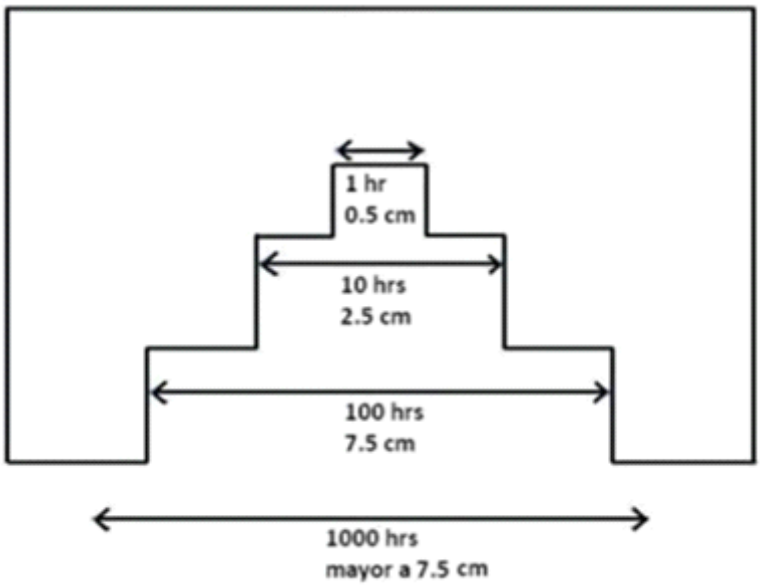

Figura 7. Calibrador de material combustible. Fuente Brown (1974); Xelhuantzi-Carmona et al., (2011).

Figura 8.Estimación de combustibles finos en un cuadro de 30 cm (a) y una muestra del material de hojarasca colectado (b).

Figura 9. Muestra del suelo para determinar macro-nutrientes y otras propiedades físicas del suelo con tubo central.

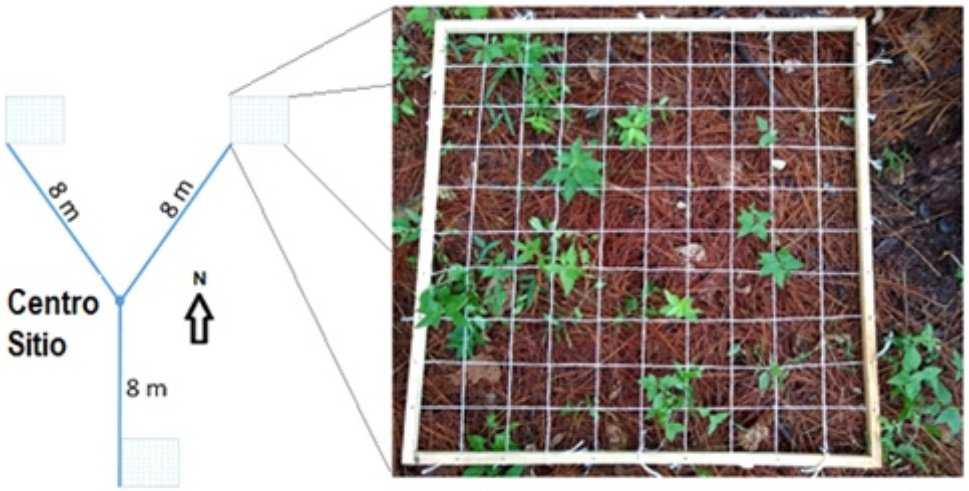

Figura 10. Muestreo de la diversidad herbácea.

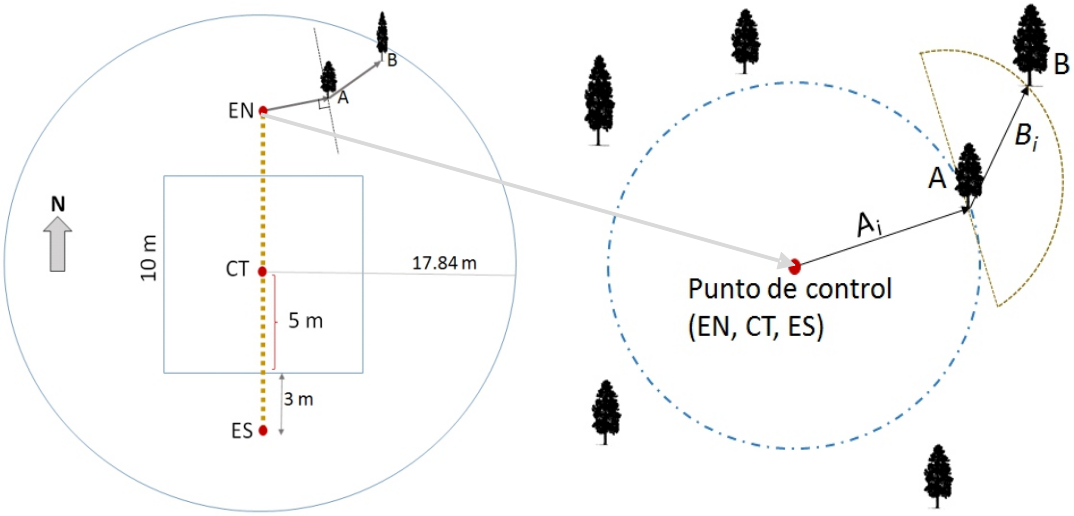

Figura 11 . Diseño de muestreo de la regeneración natural por el a) método de cuadrante y b) Parcela Cero. Los puntos de control significan EN: Extremo Norte; CT: Centro y ES: Extremo Sur (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Krebs, 1999).

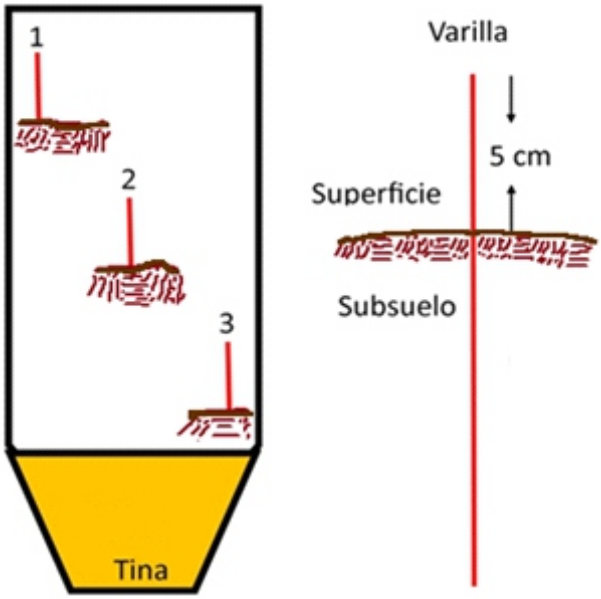

Figura 12 . Diseño de muestreo de la pérdida de suelo. Se debe asegurar que la altura de las varillas, por arriba de la superficie del suelo, sea igual a 5 cm.

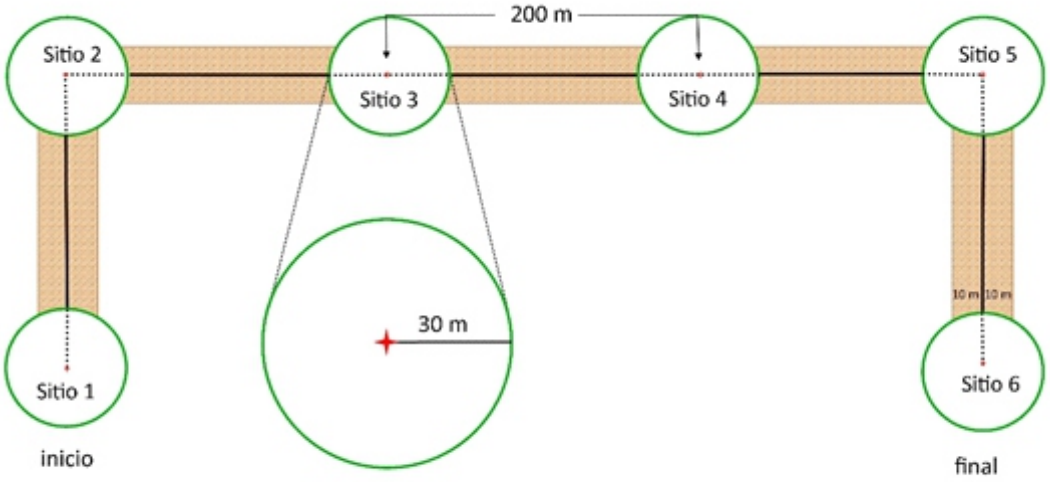

Figura 13. Diseño de muestreo de fauna silvestre

Anexo: Formatos de campo

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-01: DASOMÉTRICO SERVICIO ECOSISTÉMICO: MADERA, CARBONO											
RESPONSABLE:									Predio:		
PARCELA:		No. de formato:		de		UTM X:				UTM Y:	
Tipo de tratamiento:											
INFORMACIÓN DE UBICACIÓN		Pendiente		Exposición					Fecha / /		
N	Clave (Sp)	DN (cm)	GC (mm)	DB (cm)	AT (m)	AF (m)	RCN (cm)	RCE (cm)	RCS (cm)	RCW (cm)	Observaciones
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											

CIIDIR IPN DURANGO Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-02: ESCURRIMIENTO FUSTAL, SUPERFICIAL Y PP DIRECTA

Responsable__________________________ Predio__________________________________

No. parcela	Fecha	No. contenedor de EF (litros)						Pluviómetro (mm)		Trampa de ES (litros)
		1	2	3	4	5	6	1	2	

CIIDIR DURANGO Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-03: COMBUSTIBLES, DIVERSIDAD HERBÁCEA Y SUELO

RESPONSABLE:			PREDIO:		FECHA	/ /
PARCELA:		UTM X:		UTM Y:		

(A) COMBUSTIBLES LEÑOSOS					
TRANSECTO	% PENDIENTE	10-15 m 1 hr (0-0.5 cm)	10-15 m 10 hrs (0.51-2.5 cm)	0-15 m 100 hrs (2.51-7.5 cm)	0-15 m 1000 hrs (>7.5 cm)
N					
S					
E					
W					

(B) COMBUSTIBLES FINOS		
TRANSECTO	NO. MUESTRA	PESO (gr)
N		
S		
E		
W		

(C) DIVERSIDAD HERBÁCEA		
CUADRANTE	NO. FOTO	NO. DE ESPECIES OBSERVADAS
S		
NE		
NW		

(D) PÉRDIDA DE SUELO		
NO. VARILLA	Año actual	Año 2
1	5 cm	
2	5 cm	
3	5 cm	

Nota: La muestra de combustibles finos y carbono del suelo se toma del cuadro de 30 x 30 cm al final de cada transecto. Las varillas para la pérdida de suelo irán dentro de la subparcela de escurrimiento superficial

CIIDIR DURANGO
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-04: REGENERACIÓN NATURAL (1)

RESPONSABLE:						PREDIO:		FECHA	/ /
PARCELA:		No. de formato:		de		UTM X:		UTM Y:	

(A) SUBPARCELA DE 10X10

GÉNERO	CATEGORÍA			Vigor*	TOTAL
	25 cm- 1m	> 1m - 2m	>2m		

*Vigor: Bueno, Regular, Malo.

CIIDIR DURANGO Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-04: REGENERACIÓN NATURAL (2)

(B) PARCELA CERO

PARCELA:		FECHA:
PUNTO NORTE		
GÉNERO	DISTANCIA A PRIMER INDIVIDUO	DISTANCIA AL SEGUNDO INDIVIDUO
PUNTO CENTRO		
GÉNERO	DISTANCIA A PRIMER INDIVIDUO	DISTANCIA AL SEGUNDO INDIVIDUO
PUNTO SUR		
GÉNERO	DISTANCIA A PRIMER INDIVIDUO	DISTANCIA AL SEGUNDO INDIVIDUO

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-5a. FAUNA SILVESTRE- mamíferos

Área:_____ Fecha:_____ Observador:_____ Hora de inicio:_____ Hora final:_____

Tiempo:_____ Temperatura:_____ Coordenadas_____

No. Transecto_____

Hora	Especie	Tipo de rastro			Individuos observados	Observaciones
		No. excretas	No. huellas	otros		

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-5b. FAUNA SILVESTRE- aves

Área:_____ Fecha:_____ Observador:_____ Hora de inicio:_____ Hora final:_____[_____

Tiempo:_____ Temperatura:_____coordenadas_____

No. Sitio_____

Hora	Especie	No. De individuos observados			Observaciones
		Dentro	fuera	paso	

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango

FM-5c. FAUNA SILVESTRE- anfibios y reptiles

Área:_____ Fecha:_____ Observador:_____ Hora de inicio:_____ Hora final:_____

Tiempo:_____ Temperatura:_____coordenadas_____

No. Sitio/transecto_____

Hora	Especie	No. De individuos observados				Observaciones
		Hojarasca	Troco	Rocas	Cuerpos de agua	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre Calderón, O. A. 2015. Manejo forestal. Madera y Bosques 21: 17–28.

Aguirre-León, G. 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Manual de técnicas para el estudio de la fauna (Eds:Gallina-Tessaro, S., C. López-González) Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC. México pp. 61-85.

Augusto, L., J. L. Dupouey, y J. Ranger. 2003. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. Annals of Forest Science 60: 823–831.

Barbier, S., F. Gosselin, y P. Balandier. 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—A critical review for temperate and boreal forests. Forest Ecology and Management 254: 1–15.

Bibby, C. J., N. D. Burgess, y D. A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, Londres.

Blake, G. R., y K. H. Hartge. 1986. Bulk Density. In: A Klute (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Am. Soc. Agron. and Soil Sci. Soc. Am.,. Madison, Wisconsin, USA.

Brown, J. K., R. D. Oberheu, y M. J. Cameron. 1982. Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the interior West. (USDA, FS). Ogden, UT. USA.

Brown, J. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA, Forest Service. Ogden, UT. USA.

Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. Urbana, Illinois, USA.

Cantú Silva, I., y H. González Rodríguez. 2001. Interception loss, throughfall and stemflow chemistry in pine and oak forests in northeastern Mexico. Tree Physiology 21: 1009–1013.

Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. UACH, Chapingo, México.

CONAFOR. 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas, (Primeda ed). Zapopan, Jalisco, México.

CONAFOR. 2010. Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-muestreo 2010. In Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Zapopan, Jalisco, México.

Croke, J., P. Hairsine, y P. Fogarty. 2001. Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time. Forest Ecology and Management 143: 3–12.

Cruz-García, F. 2010. Evaluación de la población y hábitat del venado cola blanca (Odocoileus virginianus couesi), en Llano Grande, Durango. Tesis. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.

Currie, W. S., y K. J. Nadelhoffer. 2002. The Imprint of Land-use History : Patterns of Carbon and Nitrogen in Downed Woody Debris at the Harvard Forest. Ecosystems 5: 446–460.

DeBano, L. F., y E. C. Conrad. 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral. Ecology 59: 489–497.

Delfs, J. 1967. Interception and stemflow in stands of Norway Spruce and Beech in West Germany. Forest Hydrology 179–185.

Díaz-García, E. R. E., M. A. González-Tagle, J. Jiménez-Garza, y D. Y. Ávila-Flores. 2011. Caracterización de Combustibles Forestales Mediante un Muestreo Directo en Plantaciones Forestales. In Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales. Ciudad de México, México.

Dueñez-Alanís, J., J. Gutiérrez, L. Pérez, y J. Návar. 2006. Manejo silvícola, capacidad de infiltración, escurrimiento superficial y erosión. Terra Latinoamericana 24: 233–240.

El Kateb, H., H. Zhang, P. Zhang, y R. Mosandl. 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: A field experiment in Southern Shaanxi Province, China. CATENA 105: 1–10.

FAO. 2004. Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005. Términos y Definiciones. Retrieved August 19, 2019, from Programa de evaluación de los recursos forestales. Documento de trabajo 83/S website: http://www.fao.org/forestry/9690-0d07adfee9364a4127238bf3ffc7d6ab2.pdf

FMCN. 2018a. Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

FMCN. 2018b. Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Gadow, K. V., S. Sánchez Orois, y O. A. Aguirre Calderón. 2016. Manejo forestal con bases científicas. Madera y Bosques 10: 3-16.

Gilliam, F. 2007. The Ecological Significance of the Herbaceous Layer in Temperate Forest Ecosystems. BioScience 57: 845-858.

Hernández-Díaz, J. C., J, J. Corral-Rivas, A. Quiñones-Chávez, J. R. Bacon-Sobbe, y B. Vargas-Larreta. 2008. Evaluación del manejo forestal regular e irregular en bosques de la Sierra Madre Occidental. Madera y Bosques 14: 25–41.

Herrera, J. C y D. Rumiz. 1998. La Evaluación de la Fauna Silvestre y su Conservación en Bosques de Producción de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible Bolfor. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Santa Cruz, Bolivia.

Heuscher, S. A., C. C. Brandt, y P. M. Jardine. 2005. Using soil physical and chemical properties to estimate bulk density. Soil Science Society of America Journal 69: 51–56.

Hierro, R. S. 2003. Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales 15: 11–16.

Hornbeck, J. W., M. B. Adams, E. S. Corbett, E. S. Verry, y J. A. Lynch. 1993. Long-term impacts of forest treatments on water yield: a summary for northeastern USA. 115-P. Journal of Hydrology 150: 323–344.

Houghton, R. A. 2005. Aboveground Forest Biomass and the Global Carbon Balance. 945–958.

Huber, A. 2003. Cambios en el balance hídrico provocado por la forestación con Pinus radiata D. Don en el secado interior del centro de Chile. Gestión Ambiental 9: 57–66.

IAVH. 2000. Convenio de las Naciones Unidas sobre diversidad biológica y protocolo de Cartagena sobre seguridad en la biotecnología. Instituto de Investigaciones de Recursos Bilogicos Alexander von Humboldt. Bogota, Colombia.

Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Menlo Park, CA: Addison-Welsey Educational, Inc.

Lee, H., y S. Lautenbach. 2016. A quantitative review of relationships between ecosystem services. Ecological Indicators 66: 340-351.

Levia, D. F., & Germer, S. 2015. A review of stemflow generation dynamics and stemflow-environment interactions in forests and shrublands. Reviews of Geophysics, 53(3), 673-714. doi: 10.1002/2015rg000479

Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario (Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos). Cons. Nac. de la Flora de México.

Luna-Robles, E. O., Cantu-Silva, I., Gonzalez-Rodriguez, H., Marmolejo-Monsivais, J. G., Yanez-Diaz, M. I., & Bejar-Pulido, S. J. 2019. Nutrient input via gross rainfall, throughfall and stemflow in scrubland species in northeastern Mexico. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 25(2), 235-251. doi: 10.5154/r.rchscfa.2018.12.096.

MEA. 2005. (Millenium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. World Resources Institute Island Press. Washington, DC.

Monárrez-González, J. C., G. Pérez-Verdín, C. López-González, M. A. Márquez-Linares, y M. S. González Elizondo. 2018. Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México. Madera y Bosques 24.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons. New York. U.S.A.

Návar, J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. Forest Ecology and Management 257: 427-434.

Oliver, C.D., y B. C. Larson. 1996. Forest stand dynamics. (McGraw Hil). Nueva York.

Ordóñez, J. A. B., y O. Masera. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. Madera y Bosques 7: 3–12.

Ortega, R., L. Sánchez, B. Humberto, V. Rodríguez, y V. Vargas. 2012. Manual para monitores comunitarios de aves. Corredor Biológico Mesoamericano-México. Corredor Biológico Mesoamericano-México.

Pérez-Verdín, G., M. A. Márquez-Linares, A. Cortés-Ortiz y M. Salmerón-Macías. 2013. Análisis espacio-temporal de la ocurrencia de incendios forestales en Durango , México Spatial-temporal analysis of fire occurrence in Durango , Mexico. Madera y Bosques 19: 37–58.

Pimienta, D. D. J., D. Torre, G. D. Cabrera, Ó. A. Calderón, F. J. Hernández, y J. Pérez. 2007. Estimación de biomasa y contenido de carbono de Pinus cooperi Blanco, en Pueblo Nuevo , Durango. Madera y bosques 13: 35–46.

Robinson, M., A. L. Cognard-Plancq, C. Cosandey, J. David, P. Durand, H. W. Führer, y M. McDonnell. 2003. Studies of the impact of forests on peak flows and base flows: a European perspective. Forest Ecology and Management 186: 85–97.

Rodríguez-García, E., L. Juez, B: Guerra, y F. Bravo. 2007. Análisis de la regeneración natural de Pinus pinaster Ait. en los arenales de Almazán-Bayubas (Soria, España). Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 16: 25–38.

Rodríguez-Trejo, D.A., y P. Z. Fulé. 2003. Fire ecology of mexican pines and fire management proposal. International Journal of Wildlife Fire. International Journal of Wildlife Fire 12: 23-37.

Rodríguez, J. P., T. D. Beard, E. M. Bennett, G. S. Cumming, S. J. Cork, J. Agard, A. P. Dobson, y G. D. Peterson. 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. Ecology and society 11.

Ruacho-González, L. 2011. El elemento Alpino en la vegetación de cimas de la Sierra Madre Occidental. Tesis Maestria. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional.

Sánchez, F. D., M. García, O. Jaramillo, y N. Verdugo. 2010. Agua superficial: caracterización y análisis de la oferta. Instituto Nacional de Hidrología y Medioambiente (Ed.). Estudio Nacional Del Agua 54–110.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. Lunes 3 de julio, 2a sección, 3–24.

Schroder, S. A., Tóth, S. F., Deal, R. L., & Ettl, G. J. 2016. Multi-objective optimization to evaluate tradeoffs among forest ecosystem services following fire hazard reduction in the Deschutes National Forest, USA. Ecosystem Services, 22, 328-347. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.08.006.

Thiers, O., J. Reyes, V. Gerdingy J. E. Schlatter. 2014. Suelos en ecosistemas forestales. In Ecología forestal. Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile (pp. 133–178). In Donoso C, ME González, A Lara eds. Valdivia, Chile. Ediciones UACh.

Vargas-Larreta, B., López-Sánchez, C. A., Corral-Rivas, J. J., López-Martínez, J. O., Aguirre-Calderón, C. G., y Álvarez-González, J. G. (2017). Allometric equations for estimating biomass and carbon stocks in the temperate forests of North- Western Mexico. Forests, 8(8). doi: 10.3390/f8080269

Villaseñor, J. L., y E. Ortiz. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 134–142.

Walkley, A., y I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29–38.

Wang, M. C., C. P. Liu, y B. H. Sheu. 2004. Characterization of organic matter in rainfall, throughfall, stemflow, and stream water from three subtropical forest ecosystems. Journal of Hydrology, 289:275-285.

Wilson, G. J., y R. J. Delahay. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores usingsings and observation. Wildlife Research 28: 151–164.

Xelhuantzi-Carmona, J., J. G. Flores-Garnica y D. Á. Agustín-Chávez. 2011. Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas forestales afectados por incendios. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 2;37–52.

Zapata, M. G., y C. L. T. Sánchez. 2009. Diversidad de fauna silvestre en bosque seco tropical, Nandarola, Nandaime. La Calera, 9: 12–20.

Zeleny, M. 2011. Multiple criteria decision making (MCDM): From paradigm lost to paradigm regained? J. Multi-Crit.Decis. Anal.18: 77–89.

Lista de figuras

Figura 1. Placa de identificación de la parcela de monitoreo.
Figura 2. Ejemplo de la numeración de los árboles en el levantamiento dasométrico (a) e identificación con placa de aluminio (b).
Figura 3. Representación de los flujos de agua en un bosque templado. Fuente: Levia y Germer (2015).
Figura 4. Construcción de la trampa de escurrimiento superficial (a, b y c).
Figura 5. Captación del escurrimiento fustal (a y b) y precipitación directa (c).
Figura 6.Transectos de medición de carga de combustibles, según la metodología de Brown 1974. La línea azul representa el límite de la parcela central (radio=17.84m)
Figura 7. Calibrador de material combustible.
Figura 8.Estimación de combustibles finos en un cuadro de 30 cm (a) y una muestra del material de hojarasca colectado (b).
Figura 9. Muestra del suelo para determinar macro-nutrientes y otras propiedades físicas del suelo con tubo central.
Figura 10. Muestreo de la diversidad herbácea.
Figura 11. Diseño de muestreo de la regeneración natural por a) método de cuadrantes y b) parcela cero. Los puntos de control significan EN: Extremo Norte; CT: Centro y ES: Extremo Sur. Fuente Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), Krebs (1999).
Figura 12. Diseño de muestreo de la pérdida de suelo. Se debe asegurar que la altura de las varillas, por arriba de la superficie del suelo, sea igual a 5 cm.
Figura 13. Diseño de muestreo de fauna silvestre.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores que tengan interés en publicar en la revista VIDSUPRA del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN-Durango), deberán ajustarse a los lineamientos establecidos para artículos científicos originales e inéditos.

Las contribuciones quedarán dentro de los siguientes tipos de trabajos:

a) Resultados de investigación o experimentales

b) Notas científicas

c) Estudios de revisión

d) Divulgación: monografía, ensayo, tesis, reflexión y crítica.

Los trabajos experimentales deberán presentar resultados originales de investigación, que no hayan sido previamente publicados. Se dividirán en las siguientes secciones:

TÍTULO. A continuación del titulo irán el (los) nombre (s) del (los) autor (es), y en seguida, el nombre de la institución donde se generó el trabajo.

RESUMEN. Deberá contener no más de 250 palabras. Establecerá brevemente el propósito del trabajo y los principales resultados y conclusiones. Evitar citas bibliográficas, abreviaciones no comunes, pero si son necesarias, deben ser definidas.

PALABRAS CLAVE. Serán de tres a cinco.

ABSTRACT. Deberá tener los mismos lineamientos que el RESUMEN

KEY WORDS. Serán de tres a cinco.

INTRODUCCIÓN. En esta sección se brindarán los antecedentes adecuados y se establecerán los objetivos del trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se deberá proporcionar el suficiente detalle del trabajo experimental y de campo para que el trabajo pueda ser reproducido. Métodos ya publicados se pueden indicar con una referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La discusión deberá incluir la significancia de los resultados.

CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Revisar un número reciente para consultar el estilo de la presentación de las referencias bibliográficas.

Tablas y Figuras se entregarán en archivos independientes con las siguientes características:

- Formato .jpg. de alta resolución y tamaño grande.
- Figuras, cuadros y fotografías deben ir en blanco y negro o escala de grises.
- Las tablas no deben llevar bordes verticales
- Los títulos respectivos no deben formar parte de la tabla o la figura.

ENTREGA DE DOCUMENTOS

Los documentos originales se entregarán vía correo electrónico, en formato Word, a la dirección vidsupra@gmail.com dirigidos a la M.C. Rebeca Alvarez Zagoya.

La comisión editora se reserva los derechos para la selección y publicación de los trabajos.

Los artículos contenidos en la revista son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

PROCEDIMIENTO

Todos los trabajos que se envíen y cumplan con los lineamientos de este documento serán sometidos a revisión por parte de especialistas, con un estricto anonimato tanto de autores como de evaluadores.

La Coordinación Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

Cada autor principal recibirá un ejemplar del número de la revista en que es publicado su artículo.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

Revista VID SUPRA, CIIDIR IPN Unidad Durango
Unidad Politécnica de Integración Social
Sigma No. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II
Durango, Dgo., México, 34220
Tel. (618) 814 2091 y Fax (618) 814 4540
Teléfono de red IPN (55) 5729 6000 Ext. 82615

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CIIDIR UNIDAD DURANGO

CENTRAL DE INSTRUMENTACIÓN

Laboratorios de fisicoquímica y microbiología con servicios acreditados de análisis de agua y alimentos

Acreditación ema: A-0553-050/14
Funcionamiento y responsable sanitario COPRISED 02928/F

Servicios:

ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- Determinación de dureza total en agua NMX-AA-072-SCFI-2001
- Determinación de cloruros totales en agua NMX-AA-073-SCFI-2001
- Determinación de metales pesados en agua naturales y potables (As, Cd, Cr, Pb) NMX-AA-051-SCFI-2001
- Determinación de floruros en agua NOM-201-SSA1-2002
- Método para la cuentas de bacterias aerobias en placa NOM-092-SSA1-1994
- Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa NOM-113-SSA1-1994
- Método para determinación de Salmonella en alimentos NOM-210-SSA1-2014 Apendice A
- Método para determinación de Staphylococcus aureus en alimentos NOM-210-SSA1-2014 Apendice B
- Determinación de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli por NMP NOM-210-SSA1-2014 Apendice H
- Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa NOM-092-SSA1-1994

ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON ACREDITACIÓN ANTE LA ema:

- Determinación de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli por NMP NOM-210-SSA1-2014 Apéndice H
- Determinación de cloruros totales en agua NMX-AA-073-SCFI-2001
- Determinación de floruros en agua NOM-201-SSA1-2002
- Determinación de metales pesados en agua potable y agua purificada (As, Cd, Pb) NOM-117-SSA1-1994

Informes:

DRA. LAURA SILVIA GONZÁLEZ VALDEZ
Coordinadora de la Central de Instrumentación CIIDIR IPN Unidad Durango
Calle Sigma Núm. 119 Fracc. 20 de Nov. II Durango, Dgo. México. C.P.34220
Tel (618) 814-20-91 Y 814 45 40 Extensiones: 82615 Y 82601
Correo electrónico: ci_dgo@ipn.mx

CIIDIR DURANGO
CENTRAL DE INSTRUMENTACIÓN