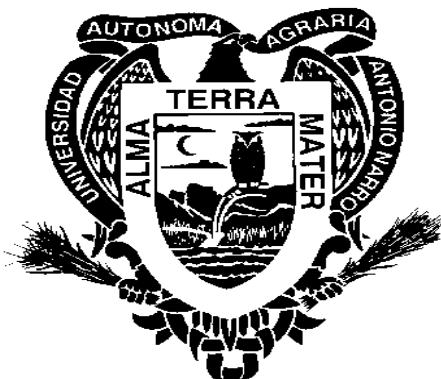


**Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"**

**División Ciencia Animal**

**Departamento Recursos Naturales Renovables**



**Línea de Canfield tamaño óptimo en medición de cobertura, *Hilaria mutica***

Por:  
**APOLINAR BAUTISTA CRUZ**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Saltillo, Coahuila, Mayo 2022**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO RECURSOS NATURALES RENOVABLES

LÍNEA DE CANFIELD TAMAÑO ÓPTIMO EN MEDICIÓN DE COBERTURA,  
HILARIA MUTICA

POR:

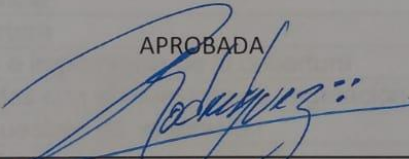
APOLINAR BAUTISTA CRUZ


TESIS PROFESIONAL

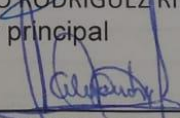
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO  
PARCIAL, PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

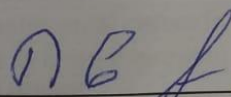
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

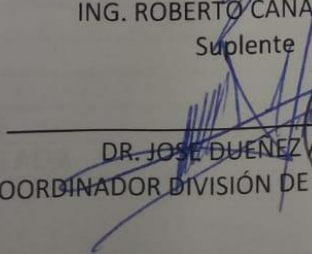
APROBADA

  
DR. ALVARO FERNANDO RODRÍGUEZ RIVERA  
Asesor principal

  
DR. PERPÉTUO ALVAREZ VÁQUEZ  
Coasesor

  
MC. ALEJANDRO CARDENAS BLANCO  
Coasesor

  
ING. ROBERTO CANALES RUIZ  
Suplente

  
DR. JOSE DUENEZ ALANIS  
COORDINADOR DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, MAYO DEL 2022

## RESÚMEN

El presente trabajo se realizó en una comunidad de vegetación *Larrea-Flourensia-Parthenium* en el Rancho “El Zitacuaro” Municipio Saltillo, cuyo objetivo fue determinar cuál de cuatro longitudes de línea: 7.5, 15.0 y 37.5 y 42.5 metros, manifiesta mejores resultados en consideración a: tiempo empleado en cada una de las líneas; exactitud y precisión, rapidez y eficiencia sobre la cobertura de gobernadora al ser comparados los resultados contra el censo realizado en la gramínea *Hilaria mutica*, (zacate toboso), realizado en media hectárea. En una comunidad vegetativa donde existen dos estratos; uno superior donde predomina gobernadora-hojasén-mariola y otro inferior donde predominan gramíneas y herbáceas. Cuya hipótesis fue que dada la estructura de la gramínea que se investigó, se asume que la línea de 15 metros es la más proporcionada, por lo tanto, la línea de 7.5 metros subestimarán la cobertura, mientras que las líneas de 37.5 y 42.5 metros sobrestimarán la cobertura de esa especie.

De los datos obtenidos, de lo más sobre saliente se concluyó que: en relación al tamaño de la línea la más exacta fue la de 7.5 metros de longitud con una medición de cobertura de 76.1 % y con un 0.97 % de subestimación; la línea menos exacta es la de 42.5 metros de longitud con una sobrestimación de 12.7%; la línea más precisa es la de 7.5 metros de longitud con una desviación estándar de 1.32; la línea menos precisa es la de 42.5 metros de longitud con una desviación estándar de 3.78; la línea más rápida es la de 7.5 metros de longitud con un tiempo de 64 segundos; la línea menos rápida es la de 42.5 metros de longitud con un tiempo de 421 segundos; la longitud de la línea más eficiente fue la de 15 metros ya que obtuvo una exactitud de 41.4% de la cobertura en un buen tiempo, 186 segundos; la longitud de la línea menos eficiente fue la de 42.5 metros con una exactitud de 12.7 % de la cobertura con un tiempo de 421 segundos.

## ÍNDICE

Concepto	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
Objetivo General	1
Objetivos específicos	2
Hipótesis	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
Etimología y sinonimia	3
Categorías taxonómicas superiores	4
2. Origen y distribución geográfica	4
Distribución secundaria	4
Distribución en México	4
3. Identificación y descripción	5
Hojas, flores inflorescencia	5
Frutos y semillas	5
Características especiales	5
4. Hábitat	6
Pastizales en zonas semiáridas y áridas	6
5. Biología y ecología	6
6. Impacto e importancia	6
Definiciones de cobertura	7
Significado ecológico e importancia de la cobertura	7
Conceptos relacionados con el muestreo de vegetación y cobertura	7
Procedimientos de muestreo de vegetación	9
Métodos de estimación	10
Métodos de medición	11
Descripción del método	21
Bases de la muestra lineal	22
Extensiones del método	25
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	35
Descripción del área de estudio	35
Descripción del área experimental censada y metodología	36
Aplicación del método de la línea intercepto	36
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	38
Censo	38
Exactitud	40
Rapidez	41
<b>CONCLUSIONES</b>	43
<b>LITERATURA CITADA</b>	44

## INTRODUCCIÓN

Los pastizales, que inician su evolución hace aproximadamente 200 millones de años, ocupan algo más de la cuarta parte de la superficie emergida del planeta (Newman, 2000). Facilitan la subsistencia de mil trescientos millones de personas a nivel mundial, ya que para muchos campesinos pobres en los países en desarrollo el ganado es importante como fuente de alimento, energía utilizada como fuerza de tiro y fertilizante orgánico para la agricultura. Los pastos están adaptados para vivir en una variedad de regímenes climáticos, desde el nivel del mar a las partes altas de las montañas, donde proporcionan servicios ambientales como la captura y almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos; la producción de alimentos a partir de los sistemas agrícolas y pecuarios; la posibilidad de extraer del medio silvestre otros productos útiles; la captura del bióxido de carbono; la estabilidad climática por la regulación del ciclo hídrico, el mantenimiento de suelos fértiles y el control de deslaves y arrastres de suelo por el efecto de lluvias torrenciales (CONABIO, 2006). El pastizal de Durango forma parte del pastizal desértico de Norte América, que se extiende desde el límite norte en Arizona, Nuevo México y Texas, a través de trece estados de México desde Sonora hasta Puebla, en elevaciones entre 1,100 a 1,800 m en los Estados Unidos de América, hasta los 2,500 m en México (McClaran y VanDevender, 1995). El gran bioma de los pastizales en México, representa cerca del 23 por ciento de la extensión territorial de los principales ecosistemas de México (INEGI, 2005). El trabajo de Gentry (1957), es uno de los estudios más importantes en cuanto a la caracterización de los pastizales de Durango desde el punto de vista ecológico, fisiográfico y florístico, destacando su enorme potencial. El mismo autor menciona que a partir de 1920, en los inicios de la reforma agraria, los pastizales duranguenses registran una notoria sobreexplotación ya que grandes extensiones que fueron repartidas y divididas para el establecimiento de ejidos y colonias fueron roturados en suelos inapropiados apareciendo al poco tiempo manchones de caliche reemplazando.

Estudios recientes proporcionan datos en que aproximadamente 2.15 millones de hectáreas, o el 17.5 % de la superficie estatal, se encuentran cubiertas de varios tipos de pastizal (Herrera y Pámanes, 2007). El Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (SEMARMAT, 2007) describe los tipos de vegetación con aptitud para uso de suelo por la ganadería extensiva que representan en suma la cantidad de 2'843,171 Ha o el 23% de la superficie estatal. En este estudio el pastizal natural y el pastizal inducido representaron el 45.9% y 25.4% respectivamente con más de 1.3 y 0.720 millones de hectáreas aproximadamente. Por su parte, la dependencia federal SAGARPA (2003), reconoce que el suelo apropiado para uso ganadero es de una superficie de casi 6.5 millones de hectáreas del territorio estatal. A más de cuatrocientos sesenta años de la introducción de ganado doméstico al territorio estatal existen áreas en grave proceso de degradación por causas diversas entre ellas la sobrecarga animal, los períodos prolongados de sequía, la insuficiente infraestructura ganadera sobre todo en el sector social, los incendios y los cambios de uso de suelo inapropiados que ocasionan un grave deterioro de la cubierta vegetal, pérdida de suelo, erosión, reducción en la

infiltración de agua, magnificación de los efectos de la sequía y en general, la pérdida de la sostenibilidad de este ecosistema (Herrera y Pámanes, 2007). En atención a lo antes mencionado, es menester el plantear este tipo de investigación, el cual conlleva, llegara determinar el tamaño de línea más apropiado en el cual se considere la exactitud y rapidez la cobertura de zacate toboso.

### **Objetivo general**

El planteamiento de la presente investigación, cuyo objetivo será determinar cuál de cuatro longitudes de línea (Línea de Canfield) de: 7.5, 15.0, 37.5, 42.5 m. se obtiene resultados más inapreciables en función a: tiempo empleado en cada una de las líneas; subestimación o sobreestimación de la cobertura al ser comparados los resultados contra el censo realizado en media hectárea en cuanto a la determinación de cobertura en la especie graminoide (*Hilaria mutica*) cuyo nombre común es zacate toboso, en un tipo de vegetación con predominancia de gobernadora-mariola-hojasén.

### **Objetivos específicos**

#### Objetivo 1

- ✓ Para ello se aplicarán diez líneas de siete y medio metros de longitud, considerando el tiempo empleado, en la determinación de la cobertura de *Hilaria mutica*

#### Hipótesis 1

- ✓ Debido a la estructura de la especie arbustiva bajo estudio se asume que este tratamiento no obtendrá resultados precisos, por lo que subestimaré la cobertura de *Hilaria mutica*

#### Objetivo 2

- ✓ Se llevará a cabo la aplicación de diez líneas de 15 metros de longitud, en la determinación de cobertura de *Hilaria mutica*.

#### Hipótesis 2

- ✓ Esta longitud será la de resultados más precisos, en función a tiempo empleado, así mismo es probable que no se sobreestime la cobertura.

#### Objetivo 3

- ✓ La aplicación de las longitudes de línea de 37.5 y 42.5 metros

#### Hipótesis 3

- ✓ Se piensa que sobreestimarán la cobertura de *Hilaria mutica*.

**Palabras clave:** Línea de Canfield, tamaño óptimo, *Hilaria mutica*

## REVISION DE LITERATURA

### Universo

Los pastizales son definidos como aquellos ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación abierta dominada por especies herbáceas y cuya producción primaria es aprovechada por los herbívoros (Ramírez, 2007). Puede ser cualquier área que produce forraje, ya sea en forma de zacates, plantas parecidas a los zacates, leguminosas, arbustos ramoneables, hierbas o mezclas de éstas. Un reciente tratado florístico de los pastizales de Durango como producto de investigación de 27 años (Herrera, 2001), se reconocen 338 especies de pastos (gramíneas), de las que destacan la mayoría como especies nativas. La SAGARPA (2003), reconoce que cerca de 6.5 millones de hectáreas tienen un uso de suelo apto para la ganadería extensiva, en contraste con la actividad ganadera extensiva que es desarrollada en más de 11 millones de hectáreas (COTECOCA, SARH, 1979)

### Los pastizales de México

Un estudio del estado de los pastizales del norte de México (CFAN-CID, 1965), mostró que el 85% de los predios evaluados presentaba sobrepastoreo, el 87.5% erosión y el 49.9% invasión de arbustivas. Valerio *et al.* (2005), en un estudio sobre la distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el estado de Chihuahua, mencionan que en forma general los pastizales presentan un alto grado de deterioro: carecen de mantillo, presentan erosión eólica severa, invasión de arbustivas nativas, invasión de gramíneas introducidas y bajos porcentajes de cobertura basal. La presencia relativa de las especies sobre una comunidad de pastizal se encuentra en balance con otras especies que tienen demandas similares por los mismos factores: suelo, luz, agua, de tal forma que puedan extender su población (González y García, 2004). No siempre resultan efectos favorables, de ahí que la determinación de la presencia de malas forrajeras constituye uno de los aspectos que permite calificar el manejo adecuado de los agostaderos, particularmente del pastizal desértico.

### Efectos del pastoreo

El efecto del pastoreo por el ganado sobre los cambios en la composición botánica es de gran significado en el manejo y utilización del pastizal. Algunas especies del pastizal difieren marcadamente en la preferencia por los animales que pastorean con diferentes grados de aceptación desde alta, mediana, hasta las que no son consumidas (Laundre *et al.*, 2004). El pastoreo ha sido definido como la defoliación parcial de las plantas que utiliza el animal. El grado de la intensidad de pastoreo es descrito de varios modos desde: el indulgente o

ligero; moderado o pastoreo cerrado; al tope y fondo; subpastoreo y sobrepastoreo (Larin, 2006). Generalmente los forrajes son consumidos ad libitum, por esta razón el nivel de consumo voluntario es extremadamente importante y puede ser algunas veces factor limitante en el rendimiento animal.

El equilibrio de una comunidad puede ser rota por la apertura a cultivos, cambios en el medio ambiente, incendios y el sobrepastoreo continuo. En estas condiciones, se presenta un disturbio en el equilibrio del clímax y, por tanto, se causa una sucesión regresiva obteniendo un área ocupada por diferentes comunidades de plantas en un orden ecológico más bajo, llamada también regresión o sucesión regresiva (Herrera, et al, 2005). El primer objetivo de cualquier sistema de pastoreo es maximizar la productividad animal; como segundo objetivo es el de maximizar el mejoramiento del pastizal. Un buen sistema de pastoreo puede definirse como el que se manipule animales en busca de obtener la máxima respuesta animal y de producción forrajera a un menor costo. El pastoreo continuo, mayormente utilizado como sistema de pastoreo por representar el menor costo de inversión en infraestructura y del manejo del ganado y que consiste en no efectuar rotación de los animales entre potreros, recibe críticas severas por los manejadores de pastizales por los cambios sucesionales indeseables que en éste se experimenta, sin embargo, es un sistema que puede dar buenos resultados cuando se controla la utilización o grado de pastoreo y se obtiene mediante prácticas adecuadas de manejo de bebederos, saladeros y alimentadores mediante lo cual se logra una buena distribución del ganado. La excesiva defoliación por el pastoreo sobre las comunidades vegetales ocasiona la disminución en sus reservas por lo cual, entre otros efectos, las especies que no logren responder a los cambios climáticos tenderán a desaparecer por stress biológico (González et al., 2001), o tales cambios (fisiológicos, fenológicos, distribución y adaptación) modificarán y acelerarán el deterioro del funcionamiento de los ecosistemas actuales (Bazzaz, 2006)

Los bofedales corresponden a ecosistemas semi-acuáticos de la zona altoandina de los Andes centrales, que particularmente se encuentran en la puna (Ibisch y Mérida 2003, Squeo *et al.*, 2006). Son importantes socioeconómicamente como fuente de alimento para el ganado camélido de la zona y ecológicamente mantienen el microclima y albergan a diferentes especies de vertebrados e invertebrados característicos de la zona, los cuales dependen de los bofedales para alimentarse, reproducirse y como fuente de agua (Stotz *et al.*, 1996; Squeo *et al.*, 2006; Dangles *et al.*, 2014). El clasificarlos según su tipo de vegetación y los hábitats abióticos que albergan es un paso metodológico importante que permite de estimar fácilmente su diversidad, productividad y vulnerabilidad frente a los cambios ambientales.



El método de puntos de intercepción es apto para muestrear la vegetación graminoide y arbustiva; y en muchos casos se utiliza para documentar la composición de la vegetación, determinando la cobertura de cada una de las formas de vida en los diferentes estratos (Bonham 1989, Mostacedo & Fredericksen 2000).

### **Método de la línea intercepción**

También denominado 'método de la línea transecta', este método recaba información de una comunidad a partir de un conjunto de líneas que atraviesan el stand a relevar. Los datos son suministrados por los individuos de las distintas especies que interceptan la línea, ya sea por contacto o proyección. Todas las mediciones estándar de la vegetación se pueden obtener mediante esta técnica,

excepto la densidad absoluta. La línea transecta puede ser considerada como la máxima reducción de una parcela rectangular (Mostacedo y Fredericksen. 2000).

En caso de utilizarse el método para muestrear diferentes estratos, es conveniente hacerlo separadamente para cada uno ellos y comenzar a muestrear por el estrato más bajo considerado para evitar alterar el sitio por pisoteo. De igual manera la longitud de la línea intercepción será menor para los estratos menores y mayor para los estratos mayores de manera de alcanzar la máxima eficiencia en el muestreo en cuanto al tiempo empleado y a la precisión de los datos. Para árboles, una medida adecuada puede ser 100 m, y para arbustos o hierbas pueden usarse líneas de entre 10-50 m, seleccionadas de acuerdo con la dispersión de las plantas en el área. Para disponer las líneas transeptos en el campo se pueden utilizar cintas métricas o sogas, la ventaja de las cintas métricas reside en la posibilidad de leer los valores de las proyecciones de las plantas directamente sobre la línea. También deben marcarse previamente sobre la línea los límites de los intervalos fijados para la determinación de la frecuencia. Además, son necesarias cintas métricas para medir las plantas individuales (Squeo, et al., 2006).

Stotz et al. (2006) demostró que las líneas transeptos pueden establecerse a partir de puntos de origen definidos según un diseño determinado (al azar, regular, azar estratificado) sobre en una línea de base dispuesta en uno de los bordes de la zona de estudio de manera que atraviesen toda el área. Con la aplicación de este método se puede obtener para las especies relevadas en una comunidad la densidad, la frecuencia y la cobertura. La suma de estas tres variables expresadas en forma relativa nos da una variable denominada de síntesis, el Índice de Valor de Importancia (IVI).

### **Desarrollo del Trabajo Práctico**

Una vez establecida la línea transecta se comienza con el muestreo que consiste en identificar, medir y registrar, en una Tabla, para cada planta interceptada:

- a) la especie a la que pertenece,
- b) la longitud de la línea interceptada en forma directa o por proyección de su biomasa aérea (I),
- c) el ancho máximo de la planta medido perpendicularmente a la línea (M),
- d) el número de intervalos que ocupa la misma (i).

Con los datos obtenidos en el campo se realiza una síntesis en el laboratorio.

Para cada especie se calcula:

- a) el número de individuos (N),
- b) el número total de intervalos ocupados (Mi),
- c) la longitud total interceptada sobre la línea ( $\Sigma I$ ),
- d) la sumatoria de las inversas de los anchos máximos ( $\Sigma 1/M$ )

Estos valores se anotan en la Tabla 2. El cálculo de las variables de la vegetación se realiza mediante

las ecuaciones que se describen a continuación

$$\text{Densidad relativa} = \frac{(\Sigma 1/M) \times (\text{Unidad de área})}{(\text{Longitud total transeptor})}$$

### **Métodos de muestreo de vegetación en pastizal natural**

Un **muestreo de vegetación** se realiza para obtener información sobre a flora de una zona sin tener que analizarla en su totalidad.

Para que un muestreo sea representativo debe reflejar con **fidelidad** la vegetación que se encuentra en la zona de estudio.



fuelle: researchgate

Tenemos que hacer especial atención a la hora de elegir la metodología del muestreo ya que el éxito de nuestro estudio depende de ello.

El diseño del **muestreo de vegetación** debe realizarse en función de los objetivos del estudio, las características de la vegetación y los métodos de análisis de datos que se utilizarán.

La definición del tipo, número, tamaño y distribución de las unidades muestrales contempladas en el protocolo de muestreo.

### ***Tipos de muestreos de vegetación***

#### **Transectos**

Este tipo de muestreo es un método rápido y aporta una gran heterogeneidad. Consiste en un rectángulo dentro de la zona de estudio dónde se miden diferentes parámetros. Las dimensiones de los transectos varían en función del tipo de vegetación y de los parámetros que quieran medirse.



Fuente: [cpotsbiologiae66c.blogspot.it](http://cpotsbiologiae66c.blogspot.it)

### **Cuadrantes**

Este método es el más utilizado y se obtienen muestreos más homogéneos. Consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación para medir la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. El tamaño del cuadrante depende inversamente a la facilidad y velocidad del muestreo y del tipo de planta y su densidad.

### **Punto centro cuadrado**

Se utiliza mayormente para muestrear árboles y es muy utilizado porque es rápido y necesita poca mano de obra y material. Consiste en medir 4 puntos a partir de un centro y se crean 4 cuadrantes y en cada uno se elige el árbol más cercano al centro. Los parámetros que miden son especies, densidad, DAP y frecuencia.

## **Puntos de intercepción**

Este método para el cálculo de la composición y estructura de la cobertura vegetales rápido y preciso. Mayormente se utiliza para la vegetación de gramíneas y arbustiva.

## **Muestreos fitosociológicos**

Con este método podemos obtener las especies dominantes a través de la cobertura. Primero hay que buscar una zona homogénea e identificar las especies existentes. Luego se debe identificar la especie dominante. Además, en cada parcela se debe identificar una característica geomorfológica o climática que permita agrupar las parcelas. Por último, se nombra a cada grupo según la especie dominante y la característica de la asociación.

Para que cualquier tipo de muestreo sea representativo se deben realizar el mayor número de réplicas posibles. Para conocer el número de réplicas necesario se utilizan modelos matemáticos pero en la mayoría de ocasiones esto viene condicionado por el presupuesto del estudio (<https://geoinnova.org/blog-territorio/como-se-realiza-un-muestreo-de-vegetacion/>) (consultada 28/04/2022)

Es conocido que las plantas son componentes de la diversidad biológica con amplias posibilidades para estudios ecológicos diversos, ya que son sésiles y están disponibles para hacer cualquier conteo o análisis. Un punto de partida es el conteo de individuos en una unidad de área, considerando aspectos como el tamaño y la densidad.

Es esencial distinguir entre los términos flora y vegetación para lo cual, en general se puede asumir: Flora: es el conjunto de especies y variedades de plantas de un territorio dado. El estudio de la flora se refiere a la lista de las especies presentes sin incluir ninguna otra información sobre ellas, fuera de la taxonómica, geográfica y de su uso e interés cultural. En el estudio de la Flora, el taxónomo determina las diferentes especies según sus caracteres. Al estudiar y anotar todas las especies diferentes presentes en un área, se obtiene la composición florística de dicha área; este elemento permite determinar la riqueza florística de un lugar y compararlo con otros. Vegetación: es el conjunto que resulta de la disposición en el espacio de los diferentes tipos biológicos de plantas presentes en una porción cualquiera del territorio geográfico. En estudios de la vegetación, más frecuentemente se considera la composición florística, la estructura, distribución y disposición espacial. La estructura de la vegetación es la organización en el espacio de los individuos que forman una muestra y por extensión la de los que forman un tipo de vegetación (Cansera, 1957). La descripción de la vegetación puede hacerse

de forma simple delimitando los conjuntos estructurales que la caracterizan. Para el ecólogo, esta etapa sólo constituye una fase preliminar del estudio de la vegetación. Los conjuntos estructurales se pueden distribuir horizontalmente en elementos de la vegetación o bien verticalmente en estratos de vegetación que designa los niveles sucesivos de altura en que se encuentra las masas vegetales. Ambos componentes se presentan generalmente como formaciones vegetales o en otros casos como tipos de vegetación usados en las diferentes clasificaciones que son utilizadas. Se reconocen clasificaciones de la vegetación que se basan en criterios fisionómicos y fenológicos, y algunas sobre esa misma base utilizan además indicadores florísticos (Rzedowski, 1978; Capote y Berzaín, 1984). Otras clasificaciones utilizan criterios bioclimáticos como la de Holdridge (1967) que se estructura en zonas de vida.

También se emplean en la descripción de la vegetación, características fácilmente inventariables (tipos biológicos o morfológicos, biomasa, etc.) que pueden aportar información botánica relevante de los conjuntos estructurales descritos. Referente a los estudios de vegetación se han reconocido escuelas tradicionales como la europea de Zurich-Montpellier que formuló la conocida metodología de estudios fitosociológicos de Braun-Blanquet (1932); con ella se ha extendido hasta nuestros días el criterio de comunidades vegetales que utiliza a la asociación vegetal como unidad básica nomenclatural de la comunidad estudiada y sobreestima el valor de una o dos especies en la misma. En otra vertiente y más difundida en occidente se ha empleado para los estudios de vegetación el criterio de ésta como una manifestación climax de una sucesión vegetal que ha estabilizado su composición y estructura en los tipos de la estratificación aérea de la misma; estos criterios fueron sustentados por Clements (1928) y se han seguido en algunas de las clasificaciones de vegetación que anteriormente fueron mencionadas. En general, los objetivos del estudio de la vegetación pueden ser muy diversos y representan un punto de partida en las evaluaciones ecológicas. Son reconocidos objetivos de los análisis de la vegetación uno o más de los siguientes (Matteucci y Colma, 1982): 1. Detección de patrones espaciales, horizontales o verticales, de los individuos o de las especies. 2. Estudio de los procesos poblacionales que influyen los patrones espaciales o temporales. 3. Detección de tendencia o clases de variación de las relaciones de similitud o disimilitud de las comunidades o de los grupos de especies. 4. Establecimiento de correlaciones o de asociaciones entre los patrones espaciales de las comunidades o de los grupos de especies y patrones de una o más variables ambientales y las respuestas de la vegetación. Cualquiera que sea el objetivo del estudio, el primer paso consiste en determinar y delimitar el problema, y en definir conceptos y categorías de análisis, métodos y técnicas. En general, una vez planteado el problema, el estudio involucra las etapas siguientes: muestreo y obtención de los datos, descripción de las unidades de vegetación, comparación de las mismas, abstracción e interpretación. La obtención de

datos y su posterior análisis son interdependientes y las técnicas a emplear en cada una de dichas etapas dependen de la naturaleza del fenómeno a estudiar. La naturaleza del problema planteado puede imponer restricciones a la calidad o a la cantidad de las variables; en este caso, las técnicas y métodos de análisis deben ser compatibles con las propiedades intrínsecas de los datos. El éxito del estudio depende en gran parte de la claridad con que se plantee el problema, lo cual facilita la selección de los métodos y de las variables a estudiar. El diseño correcto de la investigación permite aumentar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles y optimizar de esa forma la cantidad de información recuperada, luego del análisis de los datos en relación con la cantidad de trabajo requerido. Resulta tan ineficiente aplicar técnicas complejas y costosas a datos provenientes de un muestreo ineficiente, como recopilar datos con técnicas y métodos complejos y costosos para luego analizarlos con la ayuda de métodos que desaprovechan en gran parte la información suministrada por los datos. Algunos métodos y técnicas de obtención, reducción e interpretación de datos de vegetación no utilizan la estadística. Se trata de métodos informales basados en la experiencia, el sentido común y la intuición de los investigadores. Estos métodos requieren el conocimiento previo del área de estudio y gran experiencia por parte de los investigadores. Los métodos formales, así llamados porque emplean técnicas estadísticas, exigen al investigador explicitar las convenciones utilizadas en la formulación del problema, como también la selección de las técnicas a emplear en cada etapa. Independientemente de que el enfoque sea fisionómico o florístico, basado en datos cualitativos o cuantitativos, formal o informal, el paso siguiente consiste en analizar los datos sistematizados (gráficos, símbolos, matrices) con el propósito de organizar la información para poder describir los tipos de patrones de variación de la vegetación e interpretar las interrelaciones entre éstos y los patrones de variación ambiental o temporal.

**Patrón espacial de una especie** Se refiere a la distribución en el espacio de los individuos pertenecientes a dicha especie. Es más conveniente emplear el término patrón dado que el término distribución tiene un significado preciso en estadística; con el uso de vocablo patrón se designa la organización o el ordenamiento espacial de los individuos. Así las variables tienen una distribución dada y las especies tienen un patrón determinado. Los individuos de una especie en una comunidad pueden hallarse ubicados al azar, o a intervalos regulares o agregados formando manchones. En el primer caso, su patrón es aleatorio; en el segundo, es regular y en el tercero, agregado (Goldsmith, 1994).

Según Cañ (1959), en una zona ocupada por una especie con patrón aleatorio, cada punto del espacio tiene igual posibilidad de estar ocupado por un individuo de la especie considerada. Es decir, si se toman muestras de tamaño uniforme, ubicadas al azar en dicha área, la distribución del número de individuos por unidad muestral se conforma a una serie de Poisson, de

modo que la varianza relativa (varianza/media) es igual a la unidad. Cuando los individuos se hallan agrupados en un patrón agregado, la varianza relativa es mayor que 1; es decir, las varianzas del número de individuos se concentran en cantidades grandes en pocas unidades muestrales. En el patrón regular, la varianza relativa es menor que 1 porque los individuos se reparten más uniformemente de lo esperado en las unidades muestrales, lográndose una varianza menor que la media. Esto puede apreciarse en los tres tipos de patrones posibles, en las comunidades vegetacionales, estos son:

- A. Patrón aleatorio
- B. Patrón agregado
- C. Patrón regular

La varianza relativa no puede utilizarse como único criterio para detectar el patrón, ya que su valor puede ser 1 cuando el patrón es agregado. Es decir, el patrón aleatorio permite obtener una varianza relativa igual a la unidad, pero no siempre que la varianza relativa es igual a 1 el patrón es aleatorio (Capote y Berzaín. 1984). Existen varias técnicas analíticas para estudiar o detectar el patrón, y la mayoría de ellas se basan en la comprobación de la hipótesis de distribución de Poisson y el ajuste de los datos a otras distribuciones en caso de que el patrón no resulte aleatorio. En estudios muy detallados de comunidades en áreas de poca extensión puede ser importante reconocer el tipo de patrón y sus características para detectar la homogeneidad y decidir el diseño de muestreo; en este caso existe una justificación operacional. En los estudios de población, la identificación de patrones ayuda a descubrir los mecanismos biológicos que contribuyen al ordenamiento espacial de los individuos (Duivenvoorden, 1994)

### **Homogeneidad**

El problema del patrón está relacionado con el de la homogeneidad. En la mayoría de los estudios fitosociológicos, los investigadores toman la muestra en áreas seleccionadas subjetivamente basándose en la “homogeneidad” de la vegetación. En este contexto, el concepto de homogeneidad es intuitivo, y debe serlo, puesto que no existe una definición objetiva y precisa de “homogeneidad”, a pesar de intentos por definirla y evaluarla (Bullock, 1996). Una unidad de vegetación es homogénea cuando “la distribución (patrón) de las especies es tal que todas estarán representadas con la misma probabilidad en todas las partes de la zona estudiada en cada muestra (unidad muestral) de tamaño adecuado”. Esta definición implica que todas las especies del área tienen un patrón espacial aleatorio; sin embargo, esto ocurre rara vez. Se podría entonces interpretar esta definición de manera menos rigurosa. Por ejemplo, un patrón puede considerarse homogéneo siempre que la distancia entre individuos sea uniforme en toda el área de estudio. También puede considerarse homogénea un área ocupada por manchones de intensidad y



escala uniformes y siempre que su patrón espacial sea aleatorio o regular (Gentry, y Dodson. 1987).

### **Área mínima de la comunidad**

El concepto de área mínima de la comunidad se relaciona simultáneamente con la homogeneidad florística y espacial. Surge del criterio de que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal, por tanto, para obtener una unidad muestral representativa de una comunidad, es necesario conocer su área mínima de expresión. Empíricamente se ha comprobado que, si se registran las especies de una unidad muestral pequeña, su número es pequeño. A medida que se incrementa la superficie aumenta el número de especies, al comienzo bruscamente y luego cada vez con más lentitud y llega un momento en que el número de especies nuevas registradas en cada unidad muestral, sucesivamente mayor, es muy bajo o nulo. El procedimiento más difundido para determinar el área mínima consiste en tomar una unidad muestral pequeña y contar el número de especies presentes en ésta. Luego se duplica la superficie extendiendo la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada (González Molina, et al., 2006).

**CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN** Las características de la vegetación se pueden describir cuantitativa o cualitativamente, dependiendo de los objetivos del trabajo. Las principales son: (Hutchings, 1994)

- ✓ Abundancia y densidad.
- ✓ Cobertura.
- ✓ Biomasa y productividad primaria.
- ✓ Dominancia.
- ✓ Diversidad.
- ✓ Composición florística.
- ✓ Sociabilidad.
- ✓ Fisionomía.
- ✓ Estructura espacial.
- ✓ Dinámica sucesional

### **Definiciones de cobertura**

Existen dos conceptos sostenidos comúnmente de área o cobertura. (Brown

1954, citado por Pieper (1973), definió cobertura como "La proyección vertical de las partes aéreas de la planta sobre el suelo". Según (Huss y Aguirre, 1979) citado por Cantú (1984), cobertura es la proyección vertical hacia abajo de las proporciones aéreas de la planta expresada como por ciento de la cubierta total y como porción basal de las plantas, la última

también es llamada densidad basal y la cobertura y el área son consideradas sinónimas.

Un aspecto de la cobertura es el área basal. Esta es la cobertura a nivel del suelo y no incluye la cobertura aérea. Para arbustos y algunos tipos de plantas, el área basal no es particularmente un buen criterio porque el tallo es usualmente muy pequeño en comparación a la aérea o cobertura de la copa. Para Zacatecas (?) es preferible el área basal, porque es menos probable que ésta sea sujeta a cambios a corto plazo, resultado de fluctuaciones climáticas, como en el caso de la cobertura foliar. Brown (1954) citado por Pieper (1973), en su texto muestra diagramáticamente la diferencia entre el área basal y cobertura basal.

### **Significado ecológico e importancia de la cobertura**

La medida que más se usa para determinar para determinar la cantidad de vegetación presente en un lugar, es el área cubierta por esa vegetación.

La cobertura como medida, tiene mayor significado ecológico que la densidad, ya que la cobertura refleja mayor la biomasa que el número de individuos (NAS-NRC, 1962).

### **Conceptos relacionados con el muestreo de vegetación y cobertura**

Método (del latín *methodus*). Modo de decir o hacer con orden una cosa. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla; es de dos maneras: analítico y sintético (RAE, 1984).

**Muestreo.** Acción de escoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo. Técnica empleada para esta selección (RAE, 1984).

Exactitud. Puntualidad y fidelidad en la ejecución de una cosa (RAE, 1984).

Precisión (del latín *praesicio*, -onis). Obligación o necesidad indispensable que fuerza y precisa a ejecutar una cosa. Determinación, exactitud, puntualidad, concisión (RAE, 1984). Es una expresión de la repetitividad de una medida (Pieper, 1984).

Población (del latín *popularis*, -onis). Conjunto de individuos en un medio limitado convencionalmente, en cuanto a espacio y a tiempo. El término no prejuzga el valor fitosociológico de dicha reunión. (Font Quer, 1965). Acción y efecto de poblar (RAE, 1984).

Comunidad (de latin *comunitas*, -*atis*). Calidad de común, de lo que, no sienta privativamente, pertenece o se extiende a varios (RAE, 1984).

Densidad. Es el número de individuos en una unidad de área dada o el recíproco de área media ocupada por un individuo (Bonham, 1989).

Potrero. Se define como aquella área generalmente cercada constituida por pastos nativos, introducidos o mejorados, no irrigados que se utilizan para una mejor distribución y aprovechamiento del pastizal. Su extensión es variable y soporta una carga animal dependiendo de la condición de los mismos (Cantú, 1984)

### **Inventario de ecosistemas**

Las comunidades de vegetación han sido "medidas" de diferentes formas a través del tiempo en donde se ha estimado la producción, productividad, vigor y nivel nutricional de las plantas, utilización del pastizal por medio del ganado doméstico y/o fauna, para ello el hombre se ha apoyado en herramientas útiles para saber el cubrimiento del suelo por las diferentes especies de plantas (McVaugh, 1983).

Saber el número, frecuencia, densidad, cobertura, ausencia, presencia y demás conceptos relacionados con las plantas, esto se la ha dado atención con técnicas tal como; técnica de la capacitancia electrónica (Mederith *et al.*, 1976); evaluación de peso calibrado (Tadmor *et al.*, 1975); modelos matemáticos (Godambe, 1982; Dhariyal y Dudewicz, 1981); métodos de estimación ocular (Ibrahim, 1971); utilización (Anderson y Currier, 1973; Hansen, 1972); producción de forraje con el disco (Sharrow, 1984); consumo de forraje (Bryant y Kothmann (1979); manejo del pastizal (Baumer, 1982) y otros.

Hyder (1963), menciona que las características de dispersión y densidad de las especies son importantes para poder clasificar condición y sitio de pastizal, las características de cobertura son comúnmente muestreadas para ello.

Laycock (1965), menciona que cuando la altura del forraje es la única información disponible, la evaluación de los cambios en la vegetación debido a tratamientos es a menudo difícil debido a causas climáticas, más que a grandes fluctuaciones en producción de un daño u otro. Además, para estimar la producción, densidad y cobertura de algunas arbustivas (*Artemisia tripartita* y *Balsamorhiza sagitata*), podría ser útil

en la evaluación de los cambios ecológicos, esto lo ratificó con el método ángulo en orden y líneas de 10 metros.

### **Procedimientos de muestreo de vegetación**

Existen dos tipos de procedimientos de muestreo; sistemático y aleatorizado, esto se refiere al método que se selecciona para muestrear la población, ya que en el muestreo sistemático cada unidad de muestra representa una porción igual del todo, dicho de otra manera, la parcela muestreada era espaciada de manera mecánica y regular y en el muestreo de tipo aleatorio en el cada una de las partes de la población tiene igual oportunidad de ser escogida nuevamente (Pieper, 1978).

Así mismo debe considerarse el que las comunidades de las plantas se hallan distribuidas de diversas maneras; al azar y agregadas (Catana, 1964).

Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), mencionan algunos métodos para determinar cobertura, y son los siguientes:

Métodos de determinación de cobertura. a) Métodos de estimación  
b) Métodos de medición

#### **Métodos de estimación**

- 1.- Escala de cobertura de Braun-Blanquet.
- 2.- Escala de cobertura de Daubenmire.
- 3.- Escala combinada de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet.
- 4.- Método de parcela con punto de observación.

#### Escala de cobertura de Braun-Blanquet

CATEGORIA	PORCENTAJE DE COBERTURA
1	0 - 5
	5 - 25
3	25 - 50
4	50 - 75
5	75 - 100

Fuente: Mueller-Dombois y Ellenberg (1974)

Escala de cobertura de Daubenmire

CATEGORIA	PORCENTAJE DE COBERTURA
1	0 - 5
2	5 - 25
3	25 - 50
4	50 - 75
5	75 - 95
6	95 - 100

Fuente: Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

Escala combinada de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet

CATEGORIA	ABUNDANCIA	COBERTURA
+	Escasa o muy escasa	Muy poca cobertura
1	Abundante	Poca cobertura
2	Muy numerosa	1/20 (5%)
3	Cualquier número	1/4-1/2 (25-50%)
4	Cualquier número	1/2-3/4 (50-75%)
5	Cualquier número	3/4 (>75%)

Fuente: Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

**Métodos de medición**

- 1.- Métodos de parcela
- 2.- Métodos sin parcela

**Métodos de parcela**

- a) Mapeo de parcelas

- b) Método de 25 pies cuadrados
- c) Método del anillo
- d) Método de la línea de Canfield

### **Métodos sin parcela**

- a) Método del Punto, con sus variantes
- b) Método de Bitterlich

### **Descripción del método de la Línea de Canfield**

Al método de la línea de intercepción se le conoce también como línea de Canfield, método del transecto y como el método de intersección de línea.

Se le conoce como línea de Canfield, debido a que fue él quien lo popularizó. Este método fue introducido para muestrear vegetación de pastizal natural por Canfield (1941).

Este método se define como un sistema de muestreo de la vegetación, basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas de igual longitud que se disponen de manera aleatoria (Canfield, 1941).

El método consiste en usar una línea (Una cinta de acero o un alambre) como transecto. La intercepción de cada especie sobre la línea se mide con una regla o cinta. La cantidad total de intercepciones se suma para cada línea y de esta forma se calcula la cobertura y composición. Cualquier longitud de transecto deseado puede ser usado (Pieper, 1973).

Cantú (1984), menciona las fórmulas usadas para obtener el porcentaje de cobertura total, cobertura absoluta total y cobertura relativa son las siguientes.

En arbustivas se mide la cobertura aérea en la intercepción de la copa en el transecto.

Canfield (1954); citado por Pieper (1973), recomendó usar una línea de 50 pies para áreas con una cobertura de 5 a 15% y una línea de 100 pies donde la cobertura sea de 0.5 a 3%.

La longitud del transecto varía dependiendo del tipo de vegetación desde 10 metros en vegetación muy densa hasta 50 metros en vegetación muy esparcida (Gonzales y De Luna, 1985)

Los transectos deben disponerse en el área de estudio de una manera aleatoria (Gonzales y De Luna, 1985)

Aunque el número de transectos depende de la variabilidad de la vegetación, Canfield (1941), considero que no debían muestrearse menos de 16 transectos.

Pieper (1973), menciona que el método de la línea de intercepción aun cuando hace tiempo se ha reconocido como un método seguro y regularmente preciso para determinar cobertura basal y composición botánica, ha adolecido de la dificultad de poder hacer lecturas sobre la misma área de un tiempo a otro y también del tiempo requerido para el muestreo.

Fisser y Van Dyne (1960); propusieron unas técnicas para facilitar el trabajo de campo mediante el uso de un aparato mecánico y Van Dyne (1960) describió un método para acelerar el trabajo de escritorio. Con estas contribuciones el método del transecto resulta más eficiente.

Hyder (1960), menciona que la línea de intercepción ha sido muy empleada debido a su menor consumo de tiempo en la toma de datos, comparándola con otros métodos.

Winkworth *et al.* (1962), mencionan que bajo ciertas circunstancias este método de la línea de intercepción presenta mayor varianza que otros métodos.

Tukel (1984), dice que también este método se utiliza en manejo de pastizales para monitorear la vegetación.

Van Wagner (1967), menciona que el método de la línea de intercepción ha sido empleado para muestrear cuestiones forestales.

Beck y Hansen 1966; Lucas y Seber 1977; Anderson *et al.* 1978. Dicen que este método sirve para evaluar pastizales, bosques, y para medir la abundancia de fauna.

Brady *et al.* (1995), Para evaluar el influjo de los datos del punto (colección sistemáticamente de cada metro situado, permanentemente a lo largo, líneas de transecto de 100 m.) para detectar cambios actuales en la cobertura basal de la planta, nosotros desarrollamos una propuesta computacional de la cual una simplificación de pisar el pasto corto, la comunidad puede simular una riña en una pantalla de la computadora.

Expectativa, en el número de transectos agrupados en una muestra incrementan, el rango en estimación de la cobertura inferior decreció y la estimación de las proporciones decrece estrechamente y en el nivel inferior se incrementa.

Papanastasis (1977), Cinco tamaños de cuadrantes, 0.0625, 0.125, 0.250, 0.500 y un metro cuadrado y tres formas cuadrado, rectangular y circular en donde un experimento en una planicie de pastos amacollados sin pastorear del norte de Grecia se determinó el tamaño óptimo del cuadrante para muestrear producción de forraje.

Datos en total de herbáceas cortadas y pesadas a tiempo y su colección, con esto se demuestra un alto grado de variabilidad. No dando forma produce significancia en diferentes resultados. Estos cuadrantes largos son más eficientes estadísticamente pero menos eficientes en tiempo que cuadrantes pequeños. Por maximizar el producto de estadística y el tiempo de eficiencia esto puede apoyar aquel cuadrante 0.625 m<sup>2</sup> de una forma puede el cuadrante óptimo por el peso del forraje estimado (Villaseñor y Espinosa, 1998)

La presentación del tamaño y forma del cuadrante por el peso del forraje estimado puede ser estudiada por severos trabajos de investigación ambos en orden y vegetación en desorden y severas revisadas es aprovechable. (Brown 1954; Joint Committee 1962; Greig-Smith 1964; Morris 1967; Kershaw 1973). No ayudando el tamaño uniforme puede ser aplicable a todo tipo de vegetación sobre lo contrario el tamaño más adecuado del cuadrante depende de la distribución de la vegetación y un tamaño especial puede sugerirse casi por cada tipo en particular (Milner y Hughes 1968).

Más decisiva es la información casi la forma recta del cuadrante. Aunque el cuarto de parcela puede ser usado comúnmente casi por tradición. Evidencia reciente considerable ha revelado que el cuadrante rectangular es más apropiado por su máxima exactitud y han sugerido por el rango de la vegetación (Joint Comité 1962), de otra manera, Van Dyne *et al.* (1963) han apoyado la parcela circular resto es más adecuado en un rango de pasto amacollado del cuarto del cuadrante rectangular.



El tamaño del cuadrante óptimo y la forma usada en considerar no solo la exactitud de la estimación, pero también el tiempo requerido para el muestreo, que es el costo del muestreo. A pesar de la importancia de los costos en el campo, de estudio, relativamente pocos investigadores este factor en dichos estudios (Pechanec y Stewart 1940; Weigert 1962; Van Dyne et al. 1963).

Los investigadores pueden designarse para determinar el tamaño óptimo del cuadrante y la forma de muestreo pesando el forraje en una planicie de pastos amacollados en el norte de Grecia. Mencionando una inclinación del cuadrante del valor considerable por detallados estudios de producción de forraje intentándolo en esos pastizales.

Van Wagner (1967), un método para la estimación del volumen del bosque en el territorio es descrito, este requiere solo el diámetro del tallo de piezas interceptadas por una muestra de la línea, y aplicación de una simple fórmula,

en teoría la fórmula es presentada, y práctica aplicación es discutida, el efecto de preferencia de orientación de una parte del bosque puede ser larga superando por las carreras las líneas de muestreo en dos o más direcciones, el método puede demostrarse adentro con igual número de líneas dispersas en unas 54 pulgadas cuadradas y pruebas sobre 20 acres divididos en el área, este potencial se evalúa por medición, cantidades de combustible en fuego, se investiga.

Beers y Miller (1964), este reporte reunió la información necesaria requerida por exacto, inteligente y eficiente aplicación del muestreo del punto en todas sus ramificaciones. Esto es de interés para forestales y ecologistas.

Desde entonces el concepto del muestreo del punto fue el primero en introducirse en cuestiones forestales a América en 1952, la Universidad de Purdue a lado de otras universidades y agencias han conducido investigaciones para perfeccionar y mejorar la teoría y aspectos de práctica del sistema.

Muestreo del punto: Resultados de investigaciones, teoría y aplicaciones es un tratamiento organizado en el cual los resultados de una investigación han integrado con el conjunto caótico de información que ha crecido hacia arriba alrededor del sistema de muestreo. Un número de temas en el reporte nuevo y original, mientras que otros han sido previos y parcialmente desarrollados. Esos temas incluyen una completa discusión de teoría básica, la óptima del prisma fino, la calibración del prisma, la Purdue es un obstáculo para el muestreo del punto. Varias

técnicas nuevas para el campo y análisis de los métodos, perfeccionar varios sistemas de tallos y asociación de procedimientos estadísticos.

El tamaño fijo del método de parcela de muestreos forestales. La parcela típica la decisión de alinearse de 1-10 en un área de acre. Pero a veces la forma del tamaño de las parcelas, el límite exacto de ubicación es tiempo consumido un segundo y más importante inconveniencia del tamaño fijo de la parcela es esa clase de diámetros pequeños de muestreo son más intensivas que las clases de diámetros grandes. Esto puede ocurrir porque la probabilidad de selección de árboles y proporcional a la frecuencia de árboles.

El muestreo del punto supera esas dos desventajas pues el mayor número de partes, la parcela radial no necesita ser medible y desde que la probabilidad a la de selección de árboles es proporcional al área basal del árbol.

Las clases grandes de diámetros son muestras con una intensidad más conveniente. En la aplicación del punto de muestreo una serie de muestreos de puntos seleccionando muchos, mientras uno decide seleccionar parcelas al centro por 50 acres de parcelas. El estimador ocupa todo el punto de

muestreo visto con un ángulo calibrador a la altura del pecho en todos los árboles visibles desde el punto y todos los tallos de los árboles grandes que los proyecta el ángulo del calibrador. FIG.1 ilustrando el procedimiento.

El círculo representa el cruce de las secciones de los árboles a la altura del pecho y las líneas indican la proyección del ángulo desde el punto de muestreo.

Unas variables asociadas con la selección de más árboles puede ser medido recto como un ejemplo de tamaño fijo de la parcela. Pero la computación de los números de árboles por acre, volumen por acre, y así es una cosa diferente. Adelante uno puede entender cómo puede evaluar dichos cálculos, el deber entender la idea básica del muestreo del punto.

Fisser y Van Dyne (1966), la línea de intercepción es esencialmente un cuadrante lineal que tiene anchura y el tiempo de contacto del punto basal el análisis no usa unidades de área en distintos censo, y en puntos de parcelas, teóricamente la línea de intercepción, es un transecto que es compuesto de una infinidad de números de puntos, la intercepción de datos de los puntos del intercepto con los conceptos es imposible, así es la aplicación práctica, de cualquier modo, el método del punto, en efecto,

actualmente medido en pequeñas parcelas circulares con una infinidad de áreas.

Royo y Sierra (1990), la vegetación corresponde a un pastizal mediano abierto de navajito azul (*Bouteloua gracilis*) y tres barbas (*Aristida* spp), el gatuño presenta densidades de 10 mil plantas/ha. Para determinar cobertura se utilizó la línea de Canfield con una longitud de 20 m. Para los años de 1982 a 1984 se utilizaron 36 unidades de muestreo por año, en un área de 1.64 ha. En

1985 se utilizaron 96 unidades de muestreo en un área de 3.84 ha. Para determinar densidad se utilizaron cuadrantes circulares de 1.08 m<sup>2</sup> para gramíneas y herbáceas y 10 m<sup>2</sup> para gatuño. Se utilizaron 36 unidades de muestreo por año de 1982 a 1984. Los resultados de densidad fueron transformados sacándose la raíz cuadrada. Los resultados de cobertura se transformaron al arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje, después se efectuó la correlación de Pearson. Los resultados indican dos correlaciones

negativas significativas ( $P < .05$ ) con dos especies de gramíneas; el navajito negro (*Bouteloua eriopoda*) y el lobo (*Lycurus phleoides*) con  $r = -.24$  y  $r = -.19$ , respectivamente.

Agundez *et al.* (1993), se evaluaron cinco métodos para estimar densidad de plantas en matorral arborescente del sur de B.C.S. El área de estudio fue de

10,000 m<sup>2</sup> con una densidad conocida de 6402 individuos y 25 especies. Los métodos probados fueron: Cuadrante 12 x 12 m, rectángulo 6424 m, Punto Cuadrante Central (PCC), Pares Aleatorios (PA) y Vecino más Cercano (VMC), también se determinó la distribución de las especies en base a la relación varianza media ( $S^2/x$ ) y tiempo empleado por método (horas hombre). Los resultados obtenidos indican que la densidad absoluta fue mejor estimada por el cuadrante 12 x 12 m, rectángulo 6424 m y PCC con sesgos de 2.6, 3.57 y 23.44% respectivamente. En cuanto a la densidad de las especies se obtuvo que el cuadrante 12 x 12 m determinó las mejores estimaciones en 13 de las 27 especies presentes contra 12 del rectángulo 6424, 2 de PCC, 1 para VMC y 0 del PA; observándose que, a mayor tiempo empleado, mayor número de especies mejor estimadas. En cuanto a la distribución de las especies se encontró que el 70.37% de ellas presentan el tipo amontonado contra 25.96% en forma aleatoria y solo 3.7% presentan distribución uniforme. El rectángulo 6 x 24 demandó una mayor de tiempo en su aplicación con un total de 26 hr/ hombre, el Cuadrante 12 x 12 registro más tiempo de 12 hr/hombre y orden descendente le siguen los métodos PCC, VMC, y PA con tiempos totales de 12,9 y 4 hr/hombre, respectivamente.

Schulz y Leininger (1990), la parte valiosa es en aquellos ecosistemas riparios, representar en diversidad de regiones de plantas y comunidades de fauna silvestre es justo comenzar para ser reconocido. Necesita un administrador de recursos, para saber cómo áreas riparias degradadas responder para cambios en manejo. Dicho como reducción y eliminación de pastoreo, diferencias en la estructura de la vegetación es examinada en una zona montañosa riparia en el Norte Central de Colorado después de 30 años de exclusión del ganado y continuando, pero reduciendo la presión de pastoreo. Con el fin de valorar los cambios en la comunidad riparia cobertura de arbustos, densidad y levantado de la cosecha de importantes especies riparias fueron medidas en 1985 y 1986. El total de la vegetación vascular, arbustos y la cobertura de las gramíneas puede cubrir excelente ( $P \leq 0.05$ ) en la exclusión como comparando área para pastoreo, tiempo atrás la cobertura puede cubrir similar ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos. Exclusión tuvo aproximadamente 2 tiempos la letra cubierta, el tiempo del área de pastoreo tuvo cuatro tiempos más suelo desnudo. La cobertura del sauce puede cubrir 8.5 de tiempos excelente en proteger áreas que en áreas pastoreadas.

### **Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos**

A partir de la primera edición en lengua castellana de *Éléments de Biogéographie* (París, F. Nathan) de A. Lacoste y R. Salanon, publicada en 1973 como *Biogeografía* (Barcelona, Oikos-tau), el estudio de la vegetación desde el punto de vista fitosociológico (Lacoste y Salanon, 1973, pp. 53-67) se generalizó en España entre las primeras promociones de geógrafos físicos y biogeógrafos de la década de los años 70 del siglo XX, así como en los países castellano-hablantes, con independencia de los estudios realizados por fitosociólogos botánicos como F. Bellot, (1945, 1966), O. de Bolós, (1958, 1962), M. Costa (1974), S. Rivas Goday et al. (1959, 1964) y S. Rivas Martínez (1974), por citar algunos ejemplos importantes. Se trata de un análisis que partió de los inventarios florísticos apoyados en «el impulso de J. Braun-Blanquet, fundador de la escuela de Zurich-Montpellier» (Lacoste y Salanon, 1973, p. 53), cuyo manual fue igualmente publicado en castellano en aquellos años (Braun-Blanquet, 1979, traducida de la edición francesa de 1964). Con posterioridad, los nuevos manuales y monografías, siempre en castellano, continuaron extendiendo dicha metodología, bien desde la *Biogeografía estricta* (Ferrerías y Fidalgo, 1991), o bien imbricándose con las nuevas orientaciones del análisis cuantitativo y dinámico de la Ecología (Roger-Vignes, 1976). En este sentido, las publicaciones dedicadas a difundir las técnicas del trabajo de campo, y más particularmente los métodos de muestreo biogeográficos y ecológicos,

desde la primera época de la difusión del manual de Lacoste y Salanon, fueron muy demandadas, tanto en el estudio de las comunidades vegetales como animales (Bennett y Humphries, 1978, traducción de la edición inglesa de 1974; Montes del Olmo y Ramírez Díaz, 1978), incluyéndose en todas las propuestas de técnicas fitosociológicas de las coberturas vegetales de Braun-Blanquet.

Años más tarde la monografía coordinada por G. Meaza (2000), volvió a resaltar la aportación fitosociológica como referente metodológico en el estudio sintético de la vegetación (Arozena y Molina, 2000, pp. 115-139), analizada desde el clásico punto de vista del concepto de formación vegetal, partiendo del inventario de la vegetación. En disciplinas como la Botánica y la Ecología el inventario de especies es fundamental para caracterizar tanto la diversidad  $\alpha$  (riqueza de especies de una comunidad particular considerada homogénea), como la  $\beta$  (grado de variabilidad o de reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un medio) (Whittaker, 1972).

En otras como la Ingeniería Forestal a partir del inventario se han desarrollado técnicas que permiten conocer la disponibilidad de masa forestal, con fines de aprovechamiento productivo para la obtención de madera. Para la Biogeografía y particularmente la Fitogeografía y la Geobotánica, el interés de los inventarios se centra en los elementos y caracteres constitutivos de la estructura vertical-horizontal y fisonómico-fenológico de las formaciones vegetales, así como de los factores que explican las causas de su distribución.

En esta línea han sido fundamentales para la Biogeografía las aportaciones de G. Bertrand (1966) y P. Dansereau (1957), ya que dieron lugar a técnicas de estudio para un análisis específico de la estructura de la vegetación con independencia de las especies inventariadas. Finalmente, tomando en consideración las causas de la distribución de las formaciones vegetales, todos los autores consideran los factores mesológicos, principalmente los edáficos, geomorfológicos, hídricos y bioclimáticos. Los ensayos principales de integración mesológica han sido los de carácter ecodinámico integrados en los planteamientos ecogeográficos (Tricart, 1976, 1978; Tricart y Kilian, 1982; éste último traducción de la edición francesa de 1979), los cuales relacionan la distribución de la cubierta vegetal con la dinámica geomorfológica o fitogeomorfológica (Howard y Mitchell, 1985) y más recientemente los que han desembocado en los conceptos renovados de biogeo- morfología y los integrales de ecogeomorfológica (Viles, 1988; Naylor et al., 2002; Wheaton et al., 2011; Corenblit et al., 2011). En todos estos trabajos se lleva a cabo un análisis dinámico a diferentes escalas

y un esfuerzo cartográfico de detalle que, a partir de los años noventa, se ha reforzado con el tratamiento de imágenes de satélite.

### **Atributos de la muestra**

Los atributos que se consideran en los muestreos son altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) y cobertura. La altura se utiliza para definir la estructura vertical de la formación vegetal, referida a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la formación vegetal. Los diagramas de estructura vertical son útiles como descriptores gráficos fisonómico-estructurales para describir las comunidades vegetales (Matteucci y Colma, 1982).

El DAP, medido a la altura de 1,3 m desde la superficie del suelo, se utiliza para calcular el área basal y el volumen del tronco de los árboles, con objeto de obtener la productividad en madera de un bosque. Igualmente, por medio de él es posible evaluar el crecimiento de las plantas a través de la realización de muestreos periódicos. El área basal es el resultado de la suma de la superficie de DAP de todos los individuos de una misma especie en la parcela de muestreo. La estructura horizontal se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo o cualquier unidad geomorfológica con o sin formación superficial determinada (paleosuelos, depósitos, alteraciones geoquímicas, etc.), y ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es compleja. No obstante, la cobertura sirve igualmente para determinar la dominancia de especies o formas de vida, siendo la más usada el porcentaje cualitativo (+, 1, 2, 3, 4, 5, estimación subjetiva de los investigadores en las parcelas) de superficie de muestreo cubierto por una o varias especies. Finalmente, el análisis de los individuos se realiza a través del IVI y de los índices de biodiversidad, los cuales permiten establecer similitudes entre parcelas e identificar las especies más relevantes por presencia y dominancia en las unidades estudiadas. El IVI (Curtis y McIntosh, 1951) y sus aplicaciones (Pool et al., 1977; Cox, 1981; Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Corella et al., 2001) se basa en cálculo de la media de tres valores: la frecuencia relativa en la presencia, la relación de individuos de cada especie respecto a los totales, y la relación de la cobertura de cada especie respecto a la total. Nos proporciona una medida sobre cuáles son las especies más representativas por abundancia, presencia y cobertura en la formación vegetal. El valor de cobertura que se utiliza en el IVI es el área basal. Una síntesis de los métodos de muestreo con indicación de las variables utilizadas en cada uno de ellos se presenta en la tabla 1. En ella se aprecia cómo las variables mesológicas no se consideran habitualmente, siendo la forma de parcela más utilizada la rectangular.

## **Método fitosociológico**

Expresado de forma muy resumida, los muestreos realizados siguiendo la versión del método fitosociológico desarrollado por Braun-Blanquet (1979) han servido para estimar la dominancia de especies por medio de la cobertura y sus asociaciones. Lo primero que se realiza es un inventario de todas las especies que existen en esas áreas. Una vez realizado se procede a darle categorías cualitativas de cobertura a cada especie en toda la parcela inventariada con valores que van de (+) y 1 a 5 en función de la abundancia y su cobertura. Una de las grandes ventajas de este método es la rapidez con que se puede caracterizar y clasificar la vegetación. Por el contrario, la estimación de la dominancia según la escala (+) y 1 a 5, adolece de subjetividad al estimarse directamente según el criterio del investigador de campo (Arozena y Molina, 2000).

## **METODOLOGÍA DE INVENTARIO DE FORMACIONES VEGETALES: MÉTODO MIFC Y TÉCNICAS DE ESTUDIO**

La experiencia de investigación geobotánica en los medios tropicales y subtropicales del grupo de Estudios Tropicales y Cooperación al Desarrollo (GETCD) de la Universidad de Sevilla, apoyada en las técnicas de investigación ecodinámicas con resolución cartográfica (Cámara, 1997 y 2005; Cámara et al. 2008; Díaz del Olmo et al., 2004; Bejarano et al., 2010; La Roca y Cámara, 2011), ha propiciado la puesta a punto de un método de muestreo por transectos de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos que en acrónimo denominamos MIFC. La implementación del MIFC identifica las formaciones vegetales como unidades fisonómico-estructurales-fenológicas, considerando como factores mesológicos las formaciones superficiales (suelos, sedimentos y paleosuelos, principalmente), la unidad hidrogeomorfológica y las condiciones bioclimáticas en la que están insertas. Para su desarrollo se aplican dos conjuntos de técnicas: a) La técnica de transectos lineales de 50x2 m de longitud, a partir de la cual se levanta el inventario de los individuos fanerófitos y caméfitos presentes, sus atributos y su posición relativa en el mismo, así como los elementos mesológicos que condicionan su distribución: tipo y características del suelo y/o formación superficial, caracterización del estado de humedad de las mismas y régimen hídrico y procesos hídricos, con especial incidencia de los flujos de aguas subsuperficiales (funcionamientos mesogénicos, Borja, 2009; Borja et al. 2011). Estos elementos mesológicos determinan las sinecias propias de cada formación vegetal en la interpretación de Huguet del Villar (1929).

b) Las técnicas de diagramas de balance bioclimático y balance hídrico. En su levantamiento han de tenerse en cuenta su relación con las características texturales de las formaciones superficiales y la profundidad de las raíces de la formación vegetal con su capacidad de campo asociada (Cámara, 2004). El nuevo método constituye en esencia una modificación del utilizado por Gentry (1982 y 1988), justificado por las carencias y necesidades del estudio de las formaciones arbustivas y arbóreas, como ya hemos indicado líneas atrás. Las principales que hemos considerado son: – Las especies arbustivas y subarbustivas (fanerófitos y caméfitos) que no poseen DAP superior a 2,5 cm quedan fuera del inventario, y estos tipos biológicos son característicos de las formaciones vegetales mediterráneas y subtropicales en general. – No se dispone de una estimación de la cobertura horizontal y sólo es posible determinar el IVI para las especies cuyos individuos tienen un DAP superior a 2,5 cm, especialmente si la formación vegetal es arbustiva. – No se puede cartografiar el transecto por lo que el inventario queda sólo en un listado de individuos/especies con su DAP y altura. – No es posible establecer un sistema de análisis dinámico entre formaciones vegetales relacionando la diversidad de sus estratos (estructura vertical) y la cobertura horizontal de cada uno de ellos. Para hacer frente a estas carencias se define en el MIFC la unidad básica de parcela en 50x2 m de transecto lineal, a semejanza del método de Gentry, en un censo de plantas leñosas de fanerófitos y caméfitos. Para establecer la estructura vertical y horizontal de las especies leñosas arbustivas y subarbustivas se considera para cada individuo la altura, el diámetro mayor y menor si no posee un DAP superior a 2 cm, y el radio mayor y menor de la copa si posee un DAP igual o superior a 2 cm. Se ha añadido en la toma de datos la posición del individuo identificado y medido, tanto en su distancia longitudinal en el transecto lineal de 50 m, como su separación a derecha o izquierda del eje del transecto. Las parcelas obtenidas en su localización no tienen que disponerse necesariamente de forma paralela o en transecto continuo, ya que prevalece el objetivo del inventario. Éste puede tener dos opciones: a) Que las parcelas de muestreo se realicen en una misma unidad homogénea de formación vegetal —formación superficial geomorfológica. Para ello, de acuerdo al método de Gentry y de los postulados de Preston (curva área-especies) se realizarán 10 parcelas para obtener una muestra de 0,1 has, para que éstas sean comparables independientemente de sus características. b) Que las subunidades marquen un transecto geobotánico para el que las parcelas tendrán una disposición lineal que recoja los cambios en la catena de suelos o formaciones superficiales y/o posición geomorfológica. En este caso, el número de parcelas estará en función



de los cambios que se quieran destacar, siendo especialmente útil el denominado por nosotros «diagrama de burbujas» que se expone más adelante.

Una vez obtenido el inventario, su tratamiento analítico debe realizarse agrupando cuatro tipos de resultados (Borja et al., 2009):

- Características de los atributos de las unidades de muestreo y sus elementos.
- Características estructurales de la formación vegetal.
- Índices de diversidad.
- Tratamiento estadístico multivariante de las parcelas inventariadas según análisis Cluster con el análisis de similitud de Morisita.
- Estos resultados se pueden plasmar en 5 tabulaciones de datos, agrupadas en tramos de 5 m dentro de cada transecto lineal:
  - Tabulación 1: número de individuos por especie cada 5 m y en el total del transecto.
  - Tabulación 2: cobertura de especies cada 5 m y en el total del transecto.
  - Tabulación 3: número de individuos por especie y por estrato vertical cada 5 m y en el total del transecto.
  - Tabulación 4: cobertura de especies por estrato vertical y cada 5 m, y en el total del transecto.
  - Tabulación 5: cobertura de DAP por especie cada 5 m, y en el total del transecto. En la base de estas tabulaciones se puede situar cada 5 m su caracterización mesológica, estableciendo las relaciones geobotánicas de la parcela, o si es el caso del transecto-catena, cuya expresión gráfica en el resultado de la vegetación se recoge en el «diagrama de burbujas».

### **Características estructurales de la unidad de muestreo: DEREK y diagramas de burbujas**

La estructura vertical de la formación se expresa en una gráfica elaborada independientemente de los biotipos que denominamos «Diagrama Ecodinámico de Riqueza-Estructura-Cobertura» (DEREK). Se obtiene a partir de los datos de la tabulación 4. La estructura horizontal (cobertura) se ejecuta a través de los «Diagramas de Burbujas». La elaboración de los DEREK se realiza sobre un diagrama binario con un eje vertical y otro horizontal, a partir de cual se consideran los siguientes elementos (tabla 2): La anchura de la barra horizontal en cada estrato se construye con el número de especies (por ejemplo: 10 especies se distribuyen 5 a cada lado del eje; 11 especies, 5,5 a cada lado del mismo). Dentro de la barra resultante, se incorporan diferentes tramas según la cobertura del estrato (0-10%; 10-25%; 25-40%; 40-60%; > 60%) (figura 1). De forma lateral a las barras que expresan la riqueza de cada estrato, se incorpora una simbología dinámica de la formación

vegetal y de transformación antrópica, permitiendo con ello obtener por estrato una evaluación de la tendencia a disminuir/aumentar en cobertura o en especies.

Índices de diversidad y dominancia Se utilizan los tipos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que miden respectivamente la riqueza de especies de una comunidad, el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades y su riqueza en el conjunto de comunidades. Los  $\alpha$  que se utilizan son aquellos que miden la estructura en base a índices de abundancia proporcional, dividiéndose en índices de equidad, que toman en consideración el valor de importancia de cada especie; e índices de heterogeneidad (dominancia) que además del valor de importancia de cada especie, considera también el número total de especies de la comunidad (Whittaker, 1972; Moreno, 2001). Los de dominancia consideran la representatividad de las especies con mayor valor de importancia. Utilizamos los de Simpson y Berger-Parker. El índice Simpson (1949) se obtiene por la fórmula  $\lambda = \sum p_i^2$ , donde  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$  (número de individuos de dicha especie dividido por el número total de individuos de la muestra). El índice de Simpson considera la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto. Su cálculo está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Indica la relación entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier lugar. Valores más próximos a 1, indican el predominio de alguna o algunas especies sobre otras. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como diversidad ( $D = 1 - \lambda$ ) la cual nos indica que cuanto más próximo al valor de 1, mayor es la equidad. Por su parte en el índice de Berger-Parker, un incremento de su valor se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución en la dominancia. Los índices de equidad considerados son los de Shannon y Pielou ( $J'$ ). El primero de ellos, también denominado como de Shannon-Wiener (1949), se calcula por la fórmula  $H' = -\sum [(p_i) \ln(p_i)]$  (nats), donde:  $p_i = n_i / N$ ;  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$ ;  $N$  es el número de individuos totales. Se trata de una relación entre abundancia y riqueza y expresa la uniformidad de los valores de abundancia a través de todas las especies de la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo neperiano de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. El índice de Pielou (1975) o de Equitabilidad se calcula a través de la fórmula  $J' = H'/H'_{\max}$ , donde  $H'_{\max} = \ln S$  mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada. Su valor oscila entre 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Canfield, (1941), el método de la línea de intercepción puede ser definido como un método de muestreo de vegetación basado en la medición de todas las plantas interceptadas por el plano vertical de las líneas ubicadas aleatoriamente de igual longitud.

El método, delineado como la definición pasada, es en efecto una línea flotante modelo de la línea de transecto. Nuevas facciones lo cual pueden ser sumadas para incluir planes para la medición de plantas y aleatorización para asegurar una buena base estadísticamente de muestreo después de un período extensivo de pruebas, el método de la línea de intercepción es ahora recomendada por consideración a lo largo con otros métodos comúnmente usados en realización de inventarios de botánica y estimación ecológica de poblaciones de plantas

### **Descripción del método**

El método de la línea de intercepción es basado sobre una fundación que comprende de tres consideraciones básicas que son enumeradas como siguen

- 1.- La unidad de muestreo es una línea de transecto que es visualizada según teniendo su extensión y solo tiene dimensiones verticales. No tiene dimensión lateral, o anchura, es incluida.
- 2.- La medición directa del intercepto de las plantas continua que un plano vertical de la línea tiene que pasar.
- 3.- La base de la aleatoria de la estimación obtenida, continua la aleatorización en la ubicación de la unidad de muestreo.

La unidad de muestreo.- el curso de la línea que constituye la unidad de muestreo del método de la línea de intercepción es puesto fuera en la manera ilustrada en la figura 1, a.

Medición directa de la vegetación. - una de las principales ventajas del método de la línea de intercepción es que este método es que este es un método de muestreo de vegetación que es basado en una medición actual de las plantas en crecimiento sobre aleatoriamente localizada y claramente definidas las unidades de muestreo.

Por medición directa de pequeñas muestras este es propuesto para obtener estimaciones conocida concerniente a la vegetación, composición, densidad y estructura ecológica. Una medición de densidad es hecha sobre todas las plantas en crecimiento directamente sobre o

directamente debajo de la línea. Las mediciones incluyen solo la intercepción de la vegetación encontrada, como es ilustrada en la figura 1, b.

La muestra aleatoria. - la localización de todas las líneas para ser medidas (unidad de muestreo) son determinadas por selección aleatoria. El deseo de aleatorización es usado en lugar de selección a propósito en orden todos esos factores ocultos lo cual puede influenciar el valor de la muestra puede ser eliminada continua la operación libre de las leyes de cambio.

En las categorías de dos más comunes orígenes de sesgo son influencia de invisibles diferencias del lugar (fertilidad del suelo etc.) la inherente tendencia humana hacia decisiones perjudicando ese presente para algo de grado en casi todos los casos de juicio personal.

Es una muestra seleccionada aleatoriamente, cada lugar posible, sea bueno, pobre, a casi promedio en calidad, como uno igual y cambio independiente de siendo seleccionado cada tiempo es hecha una ubicación.

#### **Bases de la muestra lineal.**

Como la línea es puesta fuera puede ser descrita como una simple operación, pero por que la unidad de muestreo de esta forma es prefiriendo requerir una más continua explicación, en primer lugar este puede ser observado por varios trabajos el tamaño y conformación de la parcela influencia la eficiencia de la muestra, en general parcelas alargadas y ovals son probadas para ser más eficiente que el cuadrado o parcela redonda de igual área, la longitud aparentemente es el factor ese dando la parcela alargada su superioridad, personalmente pruebas conducidas indican que el tamaño de la parcela contribuye grandemente para la cantidad y la rehabilitación de información obtenida de la muestra, usando la línea como la unidad de muestra, este factor (longitud) es desarrollado para el máximo, este también causando es una línea, por virtud de esta gran longitud, no solo aumentarse la probabilidad de encontrarse un gran número de plantas pero también incrementarse los cambios de encontrarse más forraje benévolo que decisión se espera en la más corta parcela rectangular compacta (Royo y Sierra, 1990).

**Longitud de la línea.** - los varios tamaños de la línea esos pueden ser requeridos para dar una muestra segura inferior a todas de las muchas condiciones, esas son encontradas en un muestreo de vegetación como no tenía, sin embargo, siendo determinada. Esta es conocida esa la escasas o abundancia de plantas y grado de heterogeneidad en su distribución puede influir la longitud requerida de la línea (Cámara *et al.*, 2005).

**Número de líneas.** - el número de observaciones para una muestra segura varían con la heterogeneidad de la bastante vegetación que, con el tamaño del área en un evento para proporcionar suficientes datos para la estimación del error experimental, no menor de 16 unidades de muestreo siendo medida para cada área para ser muestreada. Una prueba estadística preliminar (magnitud relativa del error estándar y la " T " de Fisher), hecha con 16 o más observaciones, dar una decisión, una indicación de cómo debe ser la muestra de grande en orden para alcanzar un dado grado de rehabilitación (Cámara *et al.*, 2008).

**Densidad y composición.** - Como es indicado en la figura 1, b la medición lineal como hecha de los interceptos de vegetación continúa con la proyección vertical de la línea debe pasar. Densidad de pastos, y plantas parecidas y plantas formando rosetas y malezas son medidas sobre la línea de la superficie del suelo (Cámara *et al.*, 2013).

Esas son severas razones para designar la región de esas plantas como los puntos donde son hechas las mediciones. Son esas:

- 1.- La superficie del suelo es un punto definido y fácilmente localizado
- 2.- Las mediciones hechas en la superficie del suelo da una medida de la planta en términos de grado ocupado por la exclusión de las otras plantas.
- 3.- Las plantas son más compactas en la superficie del suelo.
- 4.- Compresión o expansión de los ramilletes durante los procesos de medición es igual menor por ocurrir.
- 5.- Plantas pastoreadas son más fácilmente identificadas que las plantas que no han sido pastoreadas.
- 6.- Porciones muertas y vivas de los ramilletes pueden ser reconocidas fácilmente y medidas separadamente.
- 7.- La etapa del desarrollo de la planta afecta el área cubierta por la porción basal de estas plantas menores que están haciendo el área de la altura extenderse hacia arriba sobre la planta.
- 8.- Si la planta es medida durante un período de crecimiento activo o en la etapa de dormancia puede haber pequeña diferencia en la medición de la superficie del suelo.
- 9.- La composición estimada basada sobre dicha medición es no influenciada por la altura relativa, agudeza del color u otras características esas contribuyen para la visibilidad de las plantas.
- 10.- Por este método de muestreo, las plantas escasas relativamente (ambas grandes y pequeñas) tengan una probabilidad proporcionalmente igual de ser incluidas en la muestra (Corella *et al.*, 2001).

Arbustos y medios, sobre la otra ejecución, son medidos sobre la corona extendida interceptada. Estos diferentes puntos de medición definitivamente de las muestras de los lugares ramoneados en un

universo estadístico separado. La discrepancia aparente en las regiones desintegradas de medición sobre los pastos y malezas y las plantas ramoneadas es una condición compartida por todos los métodos que son comúnmente usados en la medición de densidades de plantas de forraje (Corenblit *et al.*, 2011).

Registros de campo. - Siendo que cada especie de plantas es registrada separadamente, datos obtenidos por el método de la línea de intercepción puede hacerse fácilmente una confusión del conjunto de figuras. La confusión y el error puede ser evitado por usando una adecuada forma y sobre de él registrando las mediciones de plantas como son hechas en el campo.

Requerimientos de personal para oficina y campo. - Los requerimientos de personal para el trabajo de campo son comparativamente bajos en relacionarse a números de hombres y sus previos adiestramientos. Dos hombres constituyen una tripulación de eficiencia máxima. Es una emergencia, pequeñas áreas pueden ser manejadas por un hombre trabajando solo. La educación y adiestramiento requisitos para tripulaciones de campo incluyen, pero dos esenciales.

Aplicación del método. - Este puede dirigir durante el desarrollo del método de la línea de intercepción para divisar un medio de muestreo de áreas de vegetación basada sobre la actual medición de las plantas interceptadas. Estas mediciones pueden ser hechas en una manera esa asegurada estimación confiable de densidad de plantas y composición vegetaciones, por adaptaciones pequeñas, para obtener mediciones de productividad de forraje y el grado de uso de pastoreo.

También incluido en este objetivo la meta esa de exactitud incrementada y bajos costos de muestreo, el propósito completo siendo para perfeccionar un método fácil de usar y económicamente factible de medición de vegetación de herbáceas este trabajo sería fácil bajo condiciones encontradas en la colección de datos ecológicos cuantitativos y cualitativos en áreas extensas tal como son comúnmente usados en experimentos de grande escala pastoreando, la eficiencia de este método ha probado ser extremadamente alta en varios casos donde este ha sido tratado por miembros del personal forestal del suroeste y la estación experimental de extensión.

#### **Extensiones del método**

Por ligera modificación del método para encontrar los requerimientos adicionales, del método de la línea de intercepción puede ser extendido y correlaciones adentro y combinado con adiciones de utilización de forraje y volumen de forraje. Aunque cada de estas mediciones el método lleva dentro un nuevo y diferente universo de muestreo. Los principios que se apliquen para casos especiales son exactamente los mismos

principios como gobierna el muestreo de densidad y composición (Díaz del Olmo *et al.*, 2004).

**Utilización de forraje.** - Estimación de forraje por el uso de animales pastando son basados en muestras comprendidas de mediciones hechas en dos planes:

Especialmente, la altura vertical del rastrojo pastoreando y el intercepto horizontal de las plantas individuales. Mediciones altas son separadas dentro de clases altas de rastrojo en las bases de arbitrariamente predeterminada por intervalos de clase de altura. Correspondiendo a mediciones de densidad son hechas en las intercepciones de las plantas en la medida usual descrita por el método de la línea de intercepción (Trejo y Dirzo, 2002).

Volumen de forraje. - La medición del volumen del forraje es también un caso especial. Las medidas esenciales son el peso y composición de la vegetación en crecimiento en un área especificada. En orden para obtener un área de suficiente tamaño, esta unidad de muestreo es puesto fuera en la forma de un cinturón. La anchura del cinturón es restringida tanto como es posible con eso dando grandes longitudes para la unidad de muestreo de un área dada (Poissonet *et al.*, 1972).

Hanley (1978), la línea de intercepción y Daubenmire 0.1 m<sup>2</sup> el método del cuadrante de estimación de determinación de cobertura fue comparado por 5 densidades de grandes matorrales en el noreste de nevada, resultados indican proporcionan estimaciones comparables, la línea de intercepción es preferible para cuadrantes de 0.1 m<sup>2</sup> donde niveles altos de precisión y confidenciales son requeridos, pero el cuadrante 0.1 m<sup>2</sup> el método puede ser preferible con niveles bajos de precisión y confidenciales son aceptables, pocos minutos de tiempo requeridos por un método por una persona trabajando sola aquel por dos personas trabajando juntamente.

La cobertura es frecuentemente medida y parámetro útil en análisis de un pastizal, este sirve como un criterio de dominancia relativa y la influencia de plantas sobre la intercepción de la precipitación y la temperatura del suelo. Comparado con otros parámetros, semejante como biomasa o productividad, la cobertura es relativamente medida fácilmente. Evaluación bastante precisa por investigaciones por el propósito generalmente de no requerir excesivo tiempo en el campo (Royo y Sierra, 1990).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

Este trabajo se realizó en el rancho " El Zitacuaro " localizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila en el kilómetro 35 de la carretera 54 tramo Saltillo- Concepción del Oro, Zacatecas. El rancho se encuentra a una altura promedio de 1914 msnm., Su ubicación geográfica es de 25°11'15" latitud norte y 101°06'15" longitud oeste.

### Características edafológicas del predio

Posee un tipo de suelo franco arenoso, pedregosidad 2 a 8 cm y presenta una pendiente suave, erosión hídrica y eólica, se detectó fácilmente por los pedestales (5-10 cm) que se encontraban en las plantas y en algunas piedras, predio utilizado para apacentamiento de ganado bovino, equino y caprino. **Vegetación del predio**

El área experimental cuenta con un tipo de vegetación de matorral xerófilo, encontrándose principalmente arbustos como gobernadora, hojasen, mariola, lechuguilla, coyonoxtle, tasajillo, palma, y algunos zacates. Estas especies se encuentran en abundancia y regularmente distribuidas en toda el área. (cuadro 19

Cuadro 1.- Composición florística del rancho " El Zitacuaro "

Nombre común	Nombre científico
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>
Hojasen	<i>Flouencia cernua</i>
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>
Gatuño	<i>Mimosa biuncifera</i>
Agrito	<i>Berberis trifoliolata</i>
Coyonoxtle	<i>Opuntia spp.</i>
Tazajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>
Mancacaballo	<i>Opuntia spp.</i>
Lechuguilla	<i>Agave lecheguilla</i>
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i>
Corona de cristo	<i>Koeberlinea espinosa</i>



## Climatología del predio

El clima que se presenta en la región es el Wphw"(e)", clima muy seco, semicalido muy extremo, con lluvias de verano y sequía corta en épocas de lluvia (canícula); precipitación invernal entre 5 y 10% de la total anual. La evapotranspiración promedio durante el año varia, siendo en enero la más baja (2.680) y en junio-Julio (20.091-17.743) se da la evapotranspiración más alta (Mendoza, 1983). La precipitación pluvial promedio registrada por el servicio meteorológico de la UAAAN en los últimos 7 años es de 439.6 mm distribuidos principalmente en los meses Mayo a Septiembre (cuadro 2).

Cuadro 2.- Datos medios de temperatura media, evaporación y humedad relativa en el área de estudio durante los últimos 6 años.

Año	Temp. Media Maxima (°C)	Temp. Media Minima (°C)	Evaporación (mm)	H . R
1991	23.73	10.8	173.41	81.41
1992	23.07	9.90	167.29	83.41
1993	23.77	9.70	164.38	75.91
1994	24.48	9.36	167.85	74.58
1995	24.43	9.3	181.81	84.08
1996	25.51**	11.2**	156.69*	68**

\* Datos de Enero a junio solamente. \*\* Datos de Enero a agosto solamente.

## Descripción del área experimental censada y metodología

Para este estudio, se delimitaron 11.22 hectáreas dentro del predio el limbo durante el invierno de 1997, para ello se utilizó una cinta metálica de 20 metros e hilo de ixtle, utilizando también los postes del cerco para guiarnos. Una vez delimitada la superficie se prosiguió a muestrear. Para esto se utilizó la cinta metálica de 20 metros, hilo de ixtle y unas varillas modificadas especialmente para realizar este trabajo. Posteriormente se aplicó el método.

## **Aplicación del método de la línea intercepto**

Una vez que el área ya estaba establecida se prosiguió a aplicar el método. Primeramente, se definió que líneas serian primero y fueron las líneas de 7.5 metros, se escogían puntos al azar y allí clavamos una varilla y la otra varilla a una distancia de 7.5 metros como transecto utilizamos una cinta métrica de 7.5 metros, luego medimos la cobertura aérea y la altura y el número de plantas interceptadas por la línea y se anotaban. Y el mismo procedimiento se utilizó para las líneas de 15, 37.5 y 42.5 metros, lo único que cambio es para las líneas de 37.5 y 42.5 metros no se utilizó la cinta métrica ya que estaba muy chica y utilizamos un hilo de ixtle.

La fórmula utilizada para calcular la cobertura aérea fue la siguiente.

A = Área  
 $p = 3.1416$   
a = eje mayor  
b = eje menor

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados se presenta en función a: exactitud, rapidez y precisión, tomándose como referencia principal para comparar los datos, la cobertura absoluta.

### Censo

Según el censo que se hizo en el área de estudio se obtuvo un 38.80% de cobertura absoluta total por hectárea (cuadro 4).

Cuadro 4. Cobertura absoluta determinada por el censo y la cobertura estimada por cada una de las longitudes de las líneas.

Censo	45.2 %
Línea 7.5 metros	29.6 %
Línea 15 metros	52.3 %
Línea 37.5 metros	19.5 %
Línea 42.5 metros	17.2 %

Para la comparación de las líneas de 7.5 metros contra las líneas de 15.0 metros, los resultados muestran que hay significancia ( $P=.05$ ), por lo consiguiente se aplicaría la línea de 15 metros que es la que se acerca más a la cobertura absoluta. Pero en cuestión de tiempo de realización el trabajo en el campo es mejor la línea de 7.5 metros. Y para esta misma comparación, pero ahora en lo referente a precisión es más precisa la línea de 7.5 metros. Esto confirma lo que menciona Chambers y Brown (1983), que es preferible muchas líneas cortas que unas largas, ya que obtienen mayor precisión.

Para la comparación entre las líneas de 7.5 metros contra las líneas de 37.5 metros los resultados muestran que hay significancia ( $P=.05$ ), pero ninguna de las dos longitudes es exacta ya que una subestima y la otra sobrestima la cobertura absoluta. Y lo mismo sucede en la comparación entre las líneas de 7.5 metros contra las líneas de 42.5 metros. Pero en tiempo empleado es mejor la línea de 7.5 metros y también es más precisa. Esto concuerda con lo mencionado por Chambers y Brown (1983), que dice que muchas líneas de menor longitud son más precisas que pocas líneas largas.

En la comparación de las líneas de 15 metros contra las líneas de 37.5 metros los resultados muestran que no hay significancia ( $P=.05$ ), ya que las medias

obtenidas de las dos longitudes son semejantes, por lo tanto, podemos utilizar cualquiera de los dos tamaños de líneas, pero en tiempo empleado es mejor la línea de 15 metros, y ya que es más precisa y es la más se acerca a la cobertura absoluta obtenida por medio del censo. Esto reafirma lo que menciona Chambers y Brown (1983), que se debe incrementar el número de líneas y no la longitud de estas, ya que a mayor número de líneas existe mayor precisión. Y concuerda por lo mencionado por Martínez (1960), que dice que en un Pastizal Halófito Abierto la longitud del transecto adecuado fue el de 20 metros.

En la comparación de las líneas de 15 metros contra las líneas de 42.5 metros, los resultados muestran que si hay significancia ( $P=.05$ ), por lo que también se pueden utilizar cualquiera de los dos tamaños de líneas, pero el tamaño más eficiente en cuestión de tiempo es el de 15 metros y también reduce el trabajo en el campo, con estas dos longitudes se obtienen diferentes resultados, y en lo referente a precisión también es más precisa la línea de 15 metros. Observando los resultados se reafirma lo mencionado por Martínez (1960), que, en términos generales, se considera más importante aumentar el número de transectos, en lugar de aumentar la longitud (más de 30 metros), y también se menciona que todos los transectos utilizados en esta investigación (7.5, 15.0, 37.5, 42.5 metros) son adecuados, pero en vegetaciones diferentes (cuadro 5).

Para la comparación entre las líneas de 37.5 y 42.5 metros, los resultados muestran que no hay significancia ( $P=.05$ ), por lo que se pueden aplicar cualquiera de las dos longitudes, ya que los dos resultados obtenidos son semejantes y en cuestión de tiempo casi son similares, pero es más precisa la línea de 37.50 metros. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Martínez (1960), en el rancho experimental la Campana, en la región central de Chihuahua, comparó el uso de diversas longitudes en tres tipos de vegetación, obteniendo lo siguiente: Para el Pastizal Amacollado Arborescente con encino (*Quercus* spp.) los transectos de 20 y 40 metros fueron más adecuados. En el caso de pastizal mediano abierto de *Bouteloua-Aristida*, la longitud adecuada fue de 30 metros y para el Pastizal Halófito Abierto de *Sporobolus airoides* la longitud del transecto adecuado fue de 20 metros en términos generales, se considera más importante aumentar el número de transectos, en lugar de aumentar su longitud (más de 30 metros).

Floyd y Anderson (1987), mencionan que para alcanzar un nivel de significancia de 95% en la determinación de cobertura de arbustivas en la aplicación de la línea de punto y la línea intercepto se invertirá un tiempo de horas mayor según sea también mayor la longitud de la línea, encontrándose mejores datos de cobertura en la línea intercepto que en la línea de puntos

(40.90 y 35.56 respectivamente), diferencia significativa y sin significancia en el caso de las herbáceas.

Según Fitzgerald y Tanner (1992), al evaluar la respuesta de una comunidad de arbustivas utilizó métodos de línea intercepto y parcela circular en la determinación de cobertura de vegetación y densidad de aves de esto tomaban datos, de longitud de intercepto, de las especies y en la primera planta arbustiva que se encontraba en cada una de las líneas, los datos de: cobertura, altura y riqueza se transformaban a raíz cuadrada para uniformizar datos. De esto se obtiene una eficiencia mayor al determinar riqueza en especies arbustivas, por la línea transecto que por el círculo.

Cuadro 5. Significancias ( $P= .05$ ), para cada una de las mediciones hechas para comparar las líneas.

Línea (m) vs Línea (m)	Exactitud (%)	Tiempo (seg.)	Precisión
Línea 7.5 vs Línea 15.0	**	**	**
Línea 7.5 vs Línea 37.5	**	**	**
Línea 7.5 vs Línea 42.5	NS	**	**
Línea 15.0 vs Línea 37.5	**	NS	NS
Línea 15.0 vs Línea 42.5	**	**	**
Línea 37.5 vs Línea 42.5	**	NS	NS

### Exactitud

Para este apartado respecto a lo que a exactitud se refiere, las líneas más exactas respecto al censo, fueron las líneas de 7.5 metros de longitud con 76.1% de cobertura por hectárea, mientras que la línea de 7.5 metros de longitud sobrestima la cobertura de Z. toboso por hectárea con un 76.1%, mientras que las líneas de 37.5 y 42.5 metros de longitud subestiman la cobertura con 14.8 y 13.8% respectivamente. Y se tienen datos de baja exactitud. Existe una gran diferencia en la aplicación de cada una de estas líneas como se muestran en el cuadro correspondiente (Cuadro 6). Según Fisser y Van Dyne (1966), la técnica de la línea de intercepto comúnmente da resultados exactos y se ha usado como una comparación estándar en un sin número de estudios, aunque esta técnica ocupa mucho tiempo en su procedimiento.

Cuadro 6. Comparación de los cuatro tamaños de las líneas en cuanto a exactitud, rapidez y precisión.

Líneas	Exactitud (%)	Rapidez (segundos)	Precisión
7.5 metros	76.1	64	0.97
15.0 metros	41.4	186	1.32
37.5 metros	21.3	217	2.04
42.5 metros	12.7	421	3.65

### Precisión

La longitud de las líneas más precisas son las de 7.5 metros con una desviación estándar de 0.97, seguida por las líneas de 15 metros de longitud con una desviación estándar de 1.32. Posteriormente la línea de 37.5 metros con 2.04 de desviación estándar y por último la línea de 42.5 metros de longitud con una desviación estándar de 3.65 (Cuadro 7). En lo referente a precisión ésta, como ya se mencionó antes, se obtuvo por medio de la desviación estándar, por lo que se supuso que las líneas de 7.5 metros de longitud serían más precisas debido a su menor longitud, y esta precisión se incrementaba a medida que se incrementaban las longitudes de las líneas, o sea que entre más grandes fueran las longitudes de las líneas menor precisión se obtendría de las mismas. Según menciona Hanley (1978), que la línea de intercepción es preferible donde se requieren niveles altos de precisión y confidenciales.

Cuadro 7. Desviación estándar de los datos para cada longitud de línea como medida de la precisión.

Línea (metros)	Desviación estándar
7.5 metros	1.32
15.0 metros	1.87
37.5 metros	2.67
42.5 metros	3.78

## Rapidez

Se obtuvo sacando el promedio del tiempo empleado de todas las líneas de una sola longitud y esto fue para las cuatro longitudes diferentes. Las líneas tuvieron los siguientes tiempos: 64, 186, 217, 421, segundos respectivamente para la línea de 7.5, 15, 37.5, 42.5 metros de longitud respectivamente. Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con los obtenidos por Floyd y Anderson, ya que ellos incluían en el muestreo cobertura basal de todas las plantas interceptadas, suelo desnudo, mantillo y roca (mayor de 100 mm de largo), y por lo tanto ellos utilizaron un mayor tiempo que él se utilizó en el trabajo, ya que solo se incluía la cobertura aérea de una sola especie y el número de plantas. Los resultados difieren de los reportados por Van Dyne (1960), al obtener tiempos de 6 a 8 minutos por cada una de las líneas, pero él estaba considerando solamente lo más cercano a la línea (0.01 pie), así mismo considerando otros datos como son suelo desnudo, mantillo, especies de plantas y otras. Según Floyd y Anderson (1987), en cuanto al tiempo que se emplea por línea se observó un promedio de 2.4 minutos n-1 para la línea intercepto y de 3.2 minutos n-1 para la línea de punto. En cuanto a exactitud al determinar la cobertura aérea para arbustivas la línea de punto es más exacta que la línea intercepto (ya que se estimó una cobertura de 35.50% y la determinada por línea de punto es de 35.56 y la de la línea intercepto es de 40.49%. Heady *et al.* (1959), observaron que existió un 52% más de tiempo empleado en el uso de la línea que en el uso de la línea de punto en una comunidad de chaparral en California. Hyder (1960) menciona que la línea de intercepción ha sido muy empleada debido a su menor consumo de tiempo en la toma de datos, comparándola con otros métodos.

La línea más eficiente es la línea de 15 metros de longitud ya que tuvo una exactitud de 41.4% de cobertura, comparada con la cobertura absoluta total, pero en cuestión de tiempo la línea más rápida fue la línea de 7.5 metros, ya que por tener menor longitud utiliza un menor tiempo, pero ésta sobrestima la cobertura y las líneas de 37.5 y 42.5 metros subestiman la cobertura, comparando los resultados obtenidos por cada una de esas longitudes con la cobertura absoluta obtenida por el censo. Según Ruthven III *et al.* (1993), en una comunidad de *Prosopis-Celtis* compararon la composición y diversidad de especies de plantas en dos áreas: una que se le aplicó control mecánico y un testigo, para ello se apoyó en el método de la línea intercepto (25 líneas de 72 - 321 metros) para estimar la cobertura aérea y la densidad con 100 cuadrantes de 20 X 1.5 y se observó una densidad de  $19 \pm 2$  especies por tratamiento y de  $2.56 \pm 0.15$  en el control. El huisache su cobertura y densidad fue 7 veces más en el área con control mecánico que en el testigo. Con esto se puede asumir que la eficiencia de la línea intercepto es mejor que el cuadrante. Wayne y Cook (1986) mencionan que la longitud del transecto puede variar de acuerdo al tipo de vegetación. Pero Chambers y Brown

(1983), dicen que muchas líneas cortas son mejores que pocas líneas largas. Pero para la vegetación en estudio en este trabajo son más eficientes 20 líneas de 20 metros de longitud.



## CONCLUSIONES

- 1.- En relación a tamaño la línea más exacta es la de 7.5 metros de longitud con una estimación de cobertura de 76.1% y con un 6.9% de subestimación.
- 2.- La línea menos exacta es la de 42.5 metros de longitud con una sobrestimación de 12.5%.
- 3.- La línea más precisa es la de 7.5 metros de longitud con una desviación estándar de 0.97.
- 4.- La línea menos precisa es la de 42.5 metros de longitud con una desviación estándar de 3.65.
- 5.- La línea más rápida es la de 7.5 metros de longitud con un tiempo de 64 segundos.
- 6.- La línea menos rápida es la de 42.5 metros de longitud con un tiempo de 421 segundos.
- 7.- La longitud de la línea más eficiente fue la de 15 metros ya que obtuvo una exactitud de 41.4% de la cobertura en un buen tiempo 186 segundos.
- 8.- La longitud de la línea menos eficiente fue la de 42.5 metros con una exactitud de 12.7% de la cobertura con un tiempo de 421 segundos.

## LITERATURA CITADA

- Agundez, E.J., Armenta Q.J., Rodríguez, Q.J. 1993. Comparación de cinco métodos de muestreo para estimar densidad de plantas en un matorral arborecente de B.C.S. XXIV Reunión AMPA'93.
- Arozena, M. E. y Molina, P. (2000): "Estructura de la vegetación", en G. Meaza, (ed.): Metodología y práctica de la Biogeografía. Barcelona, Serbal, Colección La Estrella Polar, 22. pp. 77-147.
- Aymard, G. & N. Cuello. 1995. The 0.1 Hectary Methodology: A Method for Rapid Assessment of Woody Plant Diversity. Handout. 7(1):16 pp
- Bazzaz, F.A. 1996. Plants in Changing Environments Linking Physiological Population and Community Ecology. Cambridge University Press. U.S.A. 320 pp
- Beck, R.F., and R.M. Hansen. 1966. Estimating plains pocket gopher abundance on adjacent soil types by a revised technique. J. Range Manage.19: 224-225.
- Beers, T.W. and C.I. Miller. 1964. Point sampling: Research results theory and applications. Purdue University. No.786: 1-56.
- Bejarano, R., Cámara, R., Borja, C., Díaz del Olmo, F. y Recio, J. M. (2010): "Caracterización de los bosques de sabina (*Juniperus turbinata* Guss.) del entorno de la Laguna de Charco del Toro (Parque Nacional Doñana, Huelva): aplicación de una nueva metodología para el Estudio de la Vegetación", en P. Giménez Font, J. A. Marco Molina, E. Matarredona Coll, A. Padilla Blanco y Á. Sánchez Pardo (coord.): Biogeografía, una Ciencia para la Conservación del Medio. Murcia, Compobell, S.L., 1, pp. 25-34.
- Bonham, C. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. John Wiley & Sons
- Borja, C., Díaz del Olmo, F. y Borja F. (2009). "Metodología hidrogeomorfológica y resultados en los humedales de Doñana", en J. A. López Geta y J. M. Fornés (eds.): La geología e hidrogeología en la investigación de humedales. Madrid, IGME, Serie Hidrogeología y aguas subterráneas, 28, pp. 271-287
- Brady, W.W., J.E. Mitchell, C.D. Bonham, and J.W. Cook. 1995. Assessing the power of the point-line transect to monitor changes in plants basal cover. J. Range Manage. 48: 187-190.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology; the study of plant communities. Halner, London.
- Bryant, F.C., M.M. Kothmann. 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. J. Range Manage. 32: 144-146.
- Bullock, J. 1996. Plants. In Sutherland, W.J. 1996. (Ed.) Ecological Census Techniques. A Handbook. Cambridge University Press, UK. 11-138 pp.
- Burzlaff, D.F. 1966. The focal-point technique of vegetation inventory. J. Range
- Caín, S.A. & Castro G.M. de O. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper, New York.

- Cámara, R., Bejarano, R., Martínez, J. R. y Díaz del Olmo, F. (2008): "Estructura y geo botánica de la vegetación de los bosques tropófilos y halófilos tropicales en antiguos humedales colmatados: laguna de Limón y En medio (Hoya de Enriquillo, República Dominicana)", en M. M. Redondo y M. T. Palacios (eds.): Avances en Biogeografía. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, Universidad Complutense de Madrid, pp. 47-58.
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F. y Borja Barrera, C. (2013): "Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (II): estudio de los sabinares de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España)". Estudios Geográficos, 74/274, pp. 89-114
- Cámara, R., Martínez, J. R. y Díaz del Olmo, F. (2005): Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente en República Dominicana: Medios Naturales, Manejo Histórico, Conservación y Protección. Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-americanos (CSIC), Universidad de Sevilla, 280 pp.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. Journal of Forestry. 39: 388-394.
- Canfield, R.H. 1957. Reproduction and life span of some perennial grasses of Capote, R. y R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional. Vol. 5. No. 2: 27-75 pp.
- Catana, A.J. Jr. 1964. A distribution-free method for the determination of homogeneity in distance data. Ecology. 45: 640-641.
- CFAN-CID, 1995. Estudio integral preliminar de la ganadería de la zona Norte de la República Mexicana. Centro de investigación del desarrollo. Tomo IV. Inventario de recursos ganaderos en el Norte de México. COPARMEX.
- Chambers, J.C., and R.W. Brown. 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands. USDA. General technical report IMT-151. Pag. 15-17.
- Clements, F.E. 1928. Plant Succession and Indicators. Wilson. New York. N.Y. 453 pp.
- Corella J. F., Valdez H. J. I., Cetina A. V. M., González C. F. V., Trinidad S. A. y Aguirre R. J. R. (2001): "Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México". Ciencia forestal en México, 26/90, pp.73-102.
- Corenblit, D., Baas, A. C. W., Bornette, G., Darrozes, J., Delmotte, S., Francis, R. A., Gurnell, A. M., Julien, F., Naiman, R. J. y Steiger, J. (2011): "Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: A review of foundation concepts and current understandings". Earth-Science Reviews, 106, pp. 307-331
- COTECOCA- SARH. 1979. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Durango. Ed. Calypso, S.A. México, D.F. 200 pp.
- Cuello A., N.L. 1998. A review of sampling procedures for the study of vascular epiphytic species diversity in neotropical montane forests.

- Herbario Universitario PORT, Programa de Recursos Naturales Renovables, UNELLEZ-Guanare, Venezuela. 11 pp.
- Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas. Methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11. UNESCO, París 72 pp.
- Danserau, P. 1957. Biogeography and ecological perspective. The Royal Press. New York.
- Dansereau, P. 1951. Description and Recording of Vegetation upon a Structural Basis. *Ecology* 32:172-229 pp.
- De Alba, J. 1980. Alimentación del Ganado en América Latina. Ed. La Prensa Medica Mexicana, 4ª Re. México, D.F. 475 pp.
- Dhariyal, I., and E.J. Dudewicz. 1981. Optimal selection from a finite sequence with sampling cost. *J. of the American Statistical Association Theory and Methods Section*. 78: 952-959.
- Díaz del Olmo, F., Cámara, R. y Martínez, J. R. (2004): Directrices y recomendaciones para el uso y gestión sostenible de los manglares de Chiriquí (República de Panamá). Panamá, ANAM-AECI, 154 pp
- Duivenvoorden, J.F. 1994. Vascular plant species counts in the rainforest of middle Caquetá area, Colombian Amazonian. *Biodiversity and Conservation*. 3:685-715
- Elleberg, H. & Muller-Dumbois. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. New York
- Finol, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*. Publicación de la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela Año XIV No. 21:29-42 pp.
- Gentry, A.H. & C. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Miss. Bot. Garden* 74:205-233
- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63:19-28
- Godambe, V.P. 1982. Estimation in survey sampling: Robustness and optimality. *J. of the Statistical Association. Theory and Methods Section*. 77:393-403.
- Goebel, C.J., L. DeBano, and R.D. Lloyd. 1958. A new method of determining forage cover and production on desert shrub vegetation. *J. Range Manage.* 11:244-246.
- Goldsmith, F.B. 1994. Vegetation monitoring. In Goldsmith, F.B., 1994 (Ed.) *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman and Hall, New York. 77-86 pp.
- González E., M.S, M. González E. y M.A. Márquez L. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés Editores-Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 219 pp. o González E., M., E. Jurado, S.
- González E., O. Aguirre C., J. Jiménez y J. Navar. 2003. Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. *Monterrey, N.L., Méx. Ciencia UANL* 6(3): 377-385.

- González Molina, J.M.; M. Piqué Nicolau y P. Vericat Grau. 2006. Manual de Ordenación por rodales. Gestión multifuncional de los espacios forestales. Edit Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. 205 pp. ISBN84-690-3133-3
- González, E.M., E.S. González y M.A. Márquez L. 2006. Vegetación de Durango. IPN, CIIDIR Unidad Durango. Gobierno del Estado de Durango. 340
- Hanley, T.A. 1978. A comparison of the line-interception and quadrat estimation methods of determining shrub canopy coverage. *J. Range Manage.* 31: 60-62.
- Heady, H.F., R.P. Gibbens, and R.W. Powell. 1959. A comparison of the charting, line intercept, and line point methods of sampling shrub types of vegetation. *J. Range Manage.* 12: 180-188.
- Herrera A., Y. 2001. Las Gramíneas de Durango. IPN, CIIDIR Unidad Durango-CONABIO. Durango, Méx. 478 pp.
- Herrera A., Y. y D.S. Pámanes G. 2006. Guía de Pastos para el Ganadero del Estado de Durango. IPN-CIIDIR Unidad Durango, COCyTED y Fundación Produce del Estado de Durango, A.C. Durango, Méx. 290 pp.
- Herrera A., Y. y D.S. Pámanes G. 2007. La región de los pastizales: sustento para una ganadería sostenida, pp. 183-192 in: González E., M.S, M. González E. y M.A. Márquez L. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Plaza y Valdés Editores-Instituto Politécnico Nacional. México.
- Herrera A., Y., P.M. Peterson y M. De la Cerda L. 2004. Revisión de *Bouteloua Lag.* (Poaceae). IPN, CIIDIR Unidad Durango- CONABIO. Durango, Méx. 187 pp.
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center (Revised edition), San José, Costa Rica.
- Hormay, A.L. 1949. Getting better records of vegetation changes with the line interception method. *J. Range Manage.* 2: 67-69.  
<https://geoinnova.org/blog-territorio/como-se-realiza-un-muestreo-de-vegetacion/> (consultada 28/04/2022)
- Hutchings, M.J. 1994. Monitoring plant populations: census as an aid to conservation. In Goldsmith, F.B., 1994 (Ed.) *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman and Hall, New York. 61-76 pp
- Hyder, D.N., C.E. Conrad, P.T. Tueller, and L.D. Calvin. 1963. Frequency sampling in sagebrush-bunchgrass vegetation. *Ecology* 44: 740-746.
- Ibisch, P. L. & G. Mérida (eds.). 2003. Biodiversidad: la riqueza de Bolivia: estado de conocimiento y conservación. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 638 p.
- Ibisch, P. L. & G. Mérida (eds.). 2003. Biodiversidad: la riqueza de Bolivia: estado de conocimiento y conservación. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 638 p.

- Kinsinger, F.E., R.E. Eckert, and P.O. Currie. 1960. A comparison of the line-interception, variable-plot and loop methods as used to measure shrub-crown cover. *J. Range Manage.* 13: 17-21.
- Laundré, J.W., L.G. Hernández, K.M. González, G.B. Portales, J.P. Portillo, A. González, J. Martínez y A. García. 2004. Impacto de la Precipitación sobre la Producción Primaria y Secundaria en una Comunidad de Pastizal en el Desierto Chihuahuense. México. Memorias del III Simposium Internacional de Pastizales. Chihuahua, Chih. Mex. 2006. 102 pp.
- Lucas, H.A., and G.A.F. Seber. 1977. Estimating coverage and particle density using the line intercept method. *Biometrika.* 64: 618-622. *Manage.* 19: 222-223.
- Mendoza, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Mueller-Dombois, D., and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willer & Sons. New York.
- National Academy of Sciences-National Research Council (NAS-NRC). 1962. Range Research. NAS-NRC. Publication No. 86. of patch-grazed rangeland in West-central Kansas. *J. Range Manage.* 38:51-
- Papanastasis, V.P. 1977. Optimum size and shape of quadrat for sampling herbage weight in grasslands of Northern Greece. *J. Range Manage.* 30: 446-449.
- Pieper, R.D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. New Mexico State University Bookstore.
- Pitt, M.D., and B.M. Wikeem. 1990. Phenological patterns and adaptations in an Artemisia/Agropyron plant community. *J. Range Manage.* 43: 350-352.
- Poissonet, P.S., P.M. Daget, J.A. Poissonet, and G.A. Long. 1972. Rapid point survey by bayonet blade. *J. Range Manage.* 25: 313.
- Ring II, C.B., R.A. Nicholson, and J.L. Launchbaugh. 1985. Vegetational traits
- Rosario, J.A., and E.W. Lathrop. 1974. Comparison of vegetation structure and composition in modified and natural chaparral. *J. Range Manage.* 27: 310-312.
- Royo, M.M.H., y J.S. Sierra T. 1990. Efecto de la densidad y cobertura del gatuño sobre gramíneas y herbáceas. Congreso SOMMAP.
- Rzedowsky, J. 1981. Capítulo Matorral Xerófilo en: Vegetación de México. Editorial LIMUSA México D.F. Pag. 237-262.
- Schulz, T.T., and W.C. Leininger. 1990. Differences in riparian vegetation structure between grazed areas and exclosures. *J. Range Manage.* 43: 295-299.
- Squeo, F. A., B. G. Warner, R. Aravena & D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79:245-255.

- Squeo, F. A., B. G. Warner, R. Aravena & D. Espinoza. 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural* 79:245-255.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker, III & D. K. Moskovits. 2006. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 478 p.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker, III & D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 478 p.
- Tadmor, N.H., A. Brieghet, I. Noy-Meir, R.W. Benjamin, and E. Eyal. 1975. An evaluation of the calibrated Weight-estimate method for measuring production in annual vegetation. *J. Range Manage.* 28: 65-69.
- Trejo, I. y Dirzo, R. (2002): "Floristic Diversity of Mexican seasonally dry tropical forest". *Biodiversity and Conservation*, 11, pp. 2063-2084
- Tukel, T. 1984. Comparison of grazed and protected mountain steppe rangeland in Ulukisla, Turkey. *J. Range Manage.* 37: 133-135.
- Valerio, U.A., E. Correón H., A. Lafón T., J.M. Ochoa B., P. Calderón D., D.M. Soto V., C. Cachón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el estado de Chihuahua, Protección de la Fauna Mexicana, A.C, en colaboración con The Nature Conservancy. Chihuahua, México
- Van Dyne, G.M. 1960. A procedure for rapid collection, processing, and analysis of line interception data. *J. Range Manage.* 13: 60-62.
- Van Wagner, C.E. 1967. The line intercept method in forest fuel sampling. *Forest Science.* 10: 267-276.
- Watson, G.S. 1971. Estimating functional of functional size distributions. *Biometrika.* 58: 483-490.
- Wheaton, J. M., Chris Gibbins, C., Wainwright, J., Larsen, L. y McElroy, B. (2011): "Preface: Multiscale Feedbacks in Ecogeomorphology". *Geomorphology*, 126, pp. 265-268
- Winkworth, R.E., R.A. Perry, and C.O. Rossetti. 1962. A comparison of methods of estimating plant cover in an arid grassland community. *J. Range Manage.* 15: 94-196.
- Zamora, B.A. 1981. An approach to plot sampling for canopy volume in shrub communities. *J. Range Manage.* 34: 155-156.