

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División Ciencia Animal

Departamento Recursos Naturales Renovables



**Efecto de Distancia entre Puntos en Componentes Arbustivas su
Determinación**

POR:

Germán Cruz Pérez

Tesis

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 2015

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
División Ciencia Animal

Departamento Recursos Naturales Renovables

Efecto de Distancia entre Puntos en Componentes
Arbustivas su Determinación

POR:

Germán Cruz Pérez

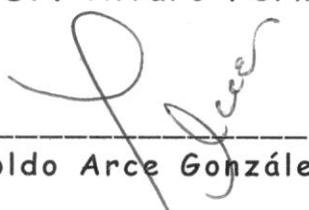
TÉSIS

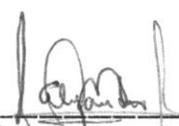
Que somete a consideración del H. Jurado examinador
como requisito parcial para obtener el Título de:

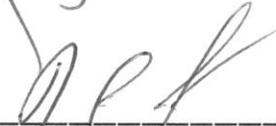
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:


Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera


MC. Leopoldo Arce González


MC. Alejandro Cárdenas Blanco


Ing. Roberto Canales Ruiz


Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador División Ciencia Animal
Buenavista, Saltillo Coahuila. Noviembre del Año 2015



AGRADECIMIENTOS

A DIOS PADRE. Por la vida Le doy gracias por darme fuerza paciencia por haberme dado la capacidad de concluir satisfactoriamente mis estudios profesionales y enseñarme el camino correcto de la vida para llegar al buen camino de la vida

DR. ALVARO FERNADO RODRIGUEZ RIVERA

Por su confianza depositada en muy su apoyo incondicional en la tesis. Gracias por su enseñanza incondicional como amigo e investigador comentarios con profesionalismo y respeto y darme el apoyo para lograr mi sueño porofesional

Este trabajo está dedicado a ustedes con honradez, apoyo Enseñanza y calidez humana.

Con mucho respeto amor y cariño por el apoyo tan valioso. Sacrificios, consejos y confianza que me brindaron durante el periodo de la carrera y culminar satisfactoriamente mi carrera con cariño y agradecimiento para ustedes.

A MI FAMILIA. Con mucho amor gracias por su apoyo incondicional que me han sabido brindar en todo momento son motivos de inspiración en trabajo.

AL MC. Leopoldo Arce González.

Por su valiosa participación en mi tesis y por su gran amistad.

AL MC. Alejandro Cárdenas Blanco

Le doy las gracias por su apoyo y su valiosa participación

DEDICATORIAS

A DIOS PADRE. Por la vida de doy gracias infinito y por mi familia.

A MIS PADRES

Sr. Alexander Cruz Toledo

Sra. Olga Pérez Gómez

Este trabajo está dedicado a ustedes con honradez, apoyo Enseñanza y calidez humana.

Con mucho respeto amor y cariño por el apoyo tan valioso, sacrificios, consejos y confianza que me brindaron durante el periodo de la carrera y culminar satisfactoriamente mi carrera con cariño y agradecimiento para ustedes.

A MI FAMILIA. Con mucho amor gracias por su apoyo incondicional que me han sabido brindar en todo momento son motivos de inspiración en trabajo y que se ha fortalecido en la unión familiar y quiero que sepan que son el motor para la vida, los amo

A MI ESPOSA

CESSIA NAYELI

POR SU COMPRENCION AMOR Y CARIÑO

A MI HIJO

Luis Antonio Cruz Escobar

Por su ternura y cariño que siempre me brinda estando a mi lado y su amor

RESÚMEN

El presente trabajo se realizó en una comunidad de vegetación *Larrea-Flourensia-Parthenium* en el Rancho "El Aguacate" en el Municipio Saltillo, Coahuila el objetivo fue determinar cuál de cuatro longitudes de línea: 10, 20, 30 y 40 m. brinda mejores resultados en consideración a: tiempo empleado en cada una de las líneas; exactitud y precisión, rapidez y eficiencia sobre la cobertura de mariola al ser comparados los resultados contra el censo realizado en la especie arbustiva (*Flourensia cernua*) cuyo nombre común es hojasén, 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. La hipótesis fue que dada la estructura de la especie arbustiva que se investigó, se asume que la línea de 20 metros es la más proporcionada, por lo tanto la línea de 10 metros subestimarán la cobertura, mientras que las líneas de 30 y 40 metros sobrestimarán la cobertura de esa especie.

De lo cual se concluyó que: en relación al tamaño de la línea la más exacta fue la de 20 metros de longitud con una medición de cobertura de 42.3 % y con un 0.38 % de subestimación.

La línea menos exacta es la de 10 metros de longitud con una sobrestimación de 31.9 %.

La línea más precisa es la de 10 metros de longitud con una desviación estándar de 1.32

La línea menos precisa es la de 40 metros de longitud con una desviación estándar de 4.12

La línea más rápida es la de 10 metros de longitud con un tiempo de 103 segundos.

La línea menos rápida es la de 40 metros de longitud con un tiempo de 454 segundos.

La longitud de la línea más eficiente fue la de 20 metros ya que obtuvo una exactitud de 42.3 % de la cobertura en un buen tiempo, 257 segundos.

La longitud de la línea menos eficiente fue la de 40 metros con una exactitud de 15.4 % de la cobertura con un tiempo de 454 segundos.

Índice de Contenido

Concepto	Página
Portada	
Firmas	ii
Dedicatorias	
Agradecimientos	
Resumen	
Índice de contenido	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Hipótesis	3
Palabras claves	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Descripción botánica del género <i>Parthenium</i>	4
Propiedades	4
Distribución de la especie en Norte América	5
Concepciones relativas al muestreo en el ecosistema	6
Población	6
Muestreo	6
Exactitud	6
Precisión	6
Comunidad	6
Método	6
Significado cobertura VS significancia estadística	6
Patrón de distribución de las comunidades vegetativas	7
Definiciones de cobertura	8
Métodos para la determinación de cobertura.	8
a) Métodos de estimación	8
b) Técnicas de medición con la Línea de Canfiel	9
Técnicas de parcela (Unidad de muestreo)	9
Métodos sin parcela	9
Línea de Canfield (su origen, historia, evolución)	11

Evolución	11
Descripción del método de línea de Canfield	11
Descripción de la aplicación de la Línea de Canfield	11
Aplicación de la técnica	12
Considerandos en la aplicación de la línea	13
Línea intercepto	15
Línea transecto	15
Línea intercepto-transecto	15
Técnica del Punto	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Descripción del área de estudio	17
Ubicación del área de experimental	17
Descripción del Área Experimental	17
Suelo	17
Vegetación del predio	17
Climatología del predio	18
Metodología	19
Ubicación puntos muestreo línea de interceptación	19
Análisis de los datos	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Censo	21
Cobertura absoluta total	21
Rapidez	25
CONCLUSIONES	26
LITERATURA CITADA	27

INTRODUCCIÓN

Si bien ha sido investigado por diversos intelectuales acerca de la influencia de la técnica del punto en la precisión y/o exactitud, se ha observado que asimismo, que tanto la longitud de una línea así como la distancia entre puntos en la misma, el análisis de los elementos en las comunidades vegetacionales del ecosistema se alcanza al través de métodos de inventario y técnicas diferentes, existen en la actualidad incontables técnicas en las cuales los investigadores se han apoyado esto por quienes se dedican al inventario del recurso, algunas de ellas son: técnicas de parcela (unidades de muestra en forma de cuadro, círculo y rectángulo), técnicas de distancia (punto central del cuadrante, cuadrante errante, pares aleatorios, vecino más cercano, individuo más cercano, otros), la técnica del punto (marco de puntos de 10 y 20 agujas en sus modalidades de agujas verticales y con inclinación de 30° y 45° , punta del pié y otros), la técnica del anillo en sus diversas medidas, usados estos de acuerdo a la función que desempeñarán en la determinación o estimación de parámetros tales como, densidad de plantas, frecuencia, estratificación, utilización y producción de plantas, forraje en pié después de ser utilizado un potrero en particular, en donde es por demás importante el considerar hábito de crecimiento de las especies de plantas, patrón de distribución de las mismas (agregadas, al azar, sistemáticamente) de las poblaciones de vegetación entremezclados en una comunidad mixta; especies arbustivas, arbóreas, herbáceas, gramíneas y otras, de entre las situaciones mencionadas anteriormente, se ha realizado aproximadamente setenta y seis investigaciones en los años setenta y ochenta en el área de inventario y evaluación de componentes del pastizal con el apoyo de la Línea de Canfield por ser ésta herramienta de una óptima exactitud y precisión en los resultados a más de que se

consume poco tiempo (horas-hombre-trabajo), por estación de muestreo, llamada así en honor del creador de la misma **Línea de Canfield**. La que a demostrado obtener óptima exactitud y precisión al determinar parámetros de los componentes del ecosistema tal como; composición florística, condición del pastizal, cobertura y otros.

En consecuencia a lo mencionado con antelación, se traza el presente estudio cuya finalidad será determinar el efecto de distancia entre puntos de un tamaño de línea recomendable para medir adecuadamente la cobertura de Mariola (*Parthenium incanum*), en una comunidad caracterizada por dos estratos; uno superior donde predomina gobernadora-hojasén-mariola y otro inferior donde predominan gramíneas y herbáceas.

Sin embargo, los nuevos ecólogos o estudiantes interesados en esta área de la ecología no cuentan con las herramientas necesarias para profundizar sus estudios. Son pocos los libros que tocan el tema de métodos de muestreo, medición y análisis en estudios de ecología vegetal; entre ellos los más rescatables son Mueller-Dombois (1974), Matteuci y Colma (1982) y Magurran (1989). Además, la necesidad de contar con información práctica es muy importante para tener resultados que coincidan en mayor grado con la realidad. En este sentido, el objetivo de este manual es recopilar información básica sobre los métodos de muestreo y análisis utilizados en estudios de la ecología vegetal, enfocados hacia los estudios a nivel de comunidades y/o poblaciones. Primero, se ha tratado de reunir información sobre los distintos diseños de muestreo, los principales tipos de muestreo de vegetación, y las formas de determinar la representatividad del muestreo. Posteriormente, se incluyen los principales

Objetivo general

Sobre la base de lo mencionado se diseñó la presente investigación, cuyo objetivo será determinar cual será el efecto de distancia entre puntos en líneas de cuatro

longitudes de línea: 10, 20, 30 y 40 m. brinda mejores resultados en consideración a: tiempo empleado en cada una de las líneas; exactitud y precisión, rapidez y eficiencia sobre la cobertura de hojaseñ al ser comparados los resultados contra el censo realizado en la especie arbustiva (*Parthenium incanum* H.B.K) cuyo nombre común es mariola, realizado en media hectárea. En una comunidad vegetativa donde existen dos estratos uno superior donde predomina gobernadora-hojaseñ-mariola y otro inferior donde predominan gramíneas y herbáceas.

Hipótesis

Dada la estructura de la especie arbustiva que se investigó, se asume que la línea de 20 metros es la más proporcionada, por lo tanto la línea de 10 metros subestimaré la cobertura, mientras que las líneas de 30 y 40 metros sobrestimarán la cobertura de esa especie.

Palabras clave: Efecto distancia, mariola, línea de Canfield

Correo Electronico, Germán Cruz Pérez,
german.sp333@gmail.com

REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción botánica del género *Parthenium*

Es una planta herbácea de hábito caducifolio, con aspecto velludo y muy ramificado, alcanza entre 30 a 70 cm de altura. Las hojas son alternas, ovadas y pinnadas con segmentos lanceolados. La inflorescencia se encuentra en corimbos o panículas muy numerosas. Las corolas están divididas en cinco segmentos y la semilla es un aguenio (Berger y col., 2008).

Propiedades

Los usos medicinales más frecuentes de esta especie se indican para los padecimientos digestivos, principalmente para la bilis y el dolor de estómago, así como para la fiebre intestinal, empacho o como antihelmíntico (Cowling y col., 1998; Eastwood y Colin, 2008).

Otras enfermedades para las que se recomienda son las de la piel: infecciones cutáneas, granos, ronchas, herpes, sarna, aljorra, lepra o contra la caída del cabello. Se recomienda como emenagogo, correctivo menstrual o para los flujos, aunque puede ser útil para la calentura, en el dolor de cuerpo, como antiinflamatorio y en crisis convulsivas. En el reumatismo y heridas o en enfermedades respiratorias como antitusivo, o para la diabetes (Conterato y col., 2006; Eastwood, y col., 2008).

Además, se utiliza para fríos o paludismo (enfermedad transmisible debido a la picadura de mosquitos anofeles, al principio la persona manifiesta temblores por frío que duran unas horas o desaparecen para repetirse cada tercer día), en este caso se hace el cocimiento de las ramas de canario, que es tomado como té antes de cada comida y además se le da un baño cada tercer día con el cocimiento de verbena (*Verbena litoralis*), sin exponerse a corrientes de aire. Para el mal aire, el método más usado es "la barrida", moviendo un manajo de ramas de las siguientes plantas: albahaca (*Ocimum basilicum*), ruda, epazotillo (*Hyptis verticillata*), aguacate oloroso (*Persea americana*), cedro (*Cedrela odorata*), escobilla (*Parthenium hysterophorus*), manzanilla (*Matricaria recutita*), muicle

(*Justicia spicigera*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), sauco (*Sambucus mexicana*), flor de muerto (*Tagetes erecta*), limón (*Citrus aurantifolia*), laurel (*Litsea* sp.), laurel cimarrón (*Citharexylum berlandieri*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y hierba del zorrillo (*Dyssodia porophylla*), ya sean frescas o secas; se barre a la persona de la cabeza a los pies haciendo movimientos hacia afuera del cuerpo, acompañadas por un huevo, con el cual también se limpia al paciente (su función es recoger ese mal viento del cuerpo); después de la curación se tiran las hierbas y el huevo lejos del hogar en un crucero de cuatro caminos (Fernández-Pascual, 2007; Hijmans y Spooner, 2001;).

Taxonomía

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Asteroideae
Tribu	Heliantheae
Género	<i>Parthenium</i>

Distribución de la especie en Norte América

Distribuida en zonas de clima sub tropical, principalmente en el hemisferio norte, son más abundantes en Europa y América que en Asia. Sobre tierra seca, cascajosa y entre pastos desérticos, en alturas de 1000-2000 metros en el Oeste de Texas, Arizona, Nuevo México, y México. (Gloria y Pérez, 1980). En el estado de Coahuila se localiza en regiones del sur, sudeste, centro, norte, oeste y noreste del estado, en los municipios de: Ramos Arizpe, General Cepeda, Arteaga, Saltillo, Cuatro Ciénegas, Castaños, Múzquiz, Zaragoza, San Buenaventura, Ocampo y Acuña, entre otros, dentro de los tipos de vegetación; Matorral

Inerme Parvifolio, Matorral Subinerme Espinoso y Pastizal Mediano A13 abierto (COTECOCA, 1979). González (1972), menciona que en el NE de México 6 tipos de vegetación ilustran la importancia de especies arbustivas en la economía de la ganadería en esta área, estos son: *Larrea-Flourensia*, *Atriplex-Prosopis-Sporobolus*, *Agave-Yucca-Bouteloua*, *Opuntia-Acacia-Bouteloua-Cathestecum*. De estos tipos de vegetación el *Larrea-Flourensia* sobre la base de lo mencionado se asume que estas especies se distribuyen en aproximadamente diez millones de hectáreas en donde por supuesto, una de las principales especies arbustivas es el hojase.

Concepciones relativas al muestreo en el ecosistema

Población (del latín *populatio*, *-onis*). Conjunto de individuos en un medio limitado convencionalmente, en cuanto a espacio y a tiempo. El término no prejuzga el valor fito sociológico de dicha reunión. (Font Quer, 1965). Acción y efecto de poblar (RAE, 1984; Hoffman y col., 2003).

Muestreo. Acción de escoger muestras representantes de la calidad o condiciones medias de un todo. Técnica empleada para esta selección (RAE, 1984; Hughes y Eastwood, 2006).

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 repetibilidad de una medida (Pieper, 1984).

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

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).

Significado ecológico de la cobertura VS significancia estadística

La medida que más se usa 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; Jacobsen y Mujica, 2004).

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

(Laycock, 1965; Jarvis y col., 2005), menciona que para la determinación de densidad y cobertura de algunas arbustivas (*Artemisia tripartita* y *Balsamorhiza sagitata*), es de gran ayuda la utilización de diversos métodos (ángulo en orden y líneas de 10 metros), así como en la evaluación de los cambios en la vegetación y cambios ecológicos.

Jarvis y col., 2002), menciona que el propósito de monitorear la vegetación es para determinar, si han ocurrido cambios significativos ecológicamente importantes sobre el tiempo, y que es también importante el diferenciar entre

importancia ecológica y significancia estadística. El diseño del monitoreo podría clarificar específicamente que constituye un cambio ecológicamente importante en la vegetación, así los métodos para monitorear deben ser seleccionados, en base a la magnitud en que los cambios quieren ser observados con una aceptable tasa de error, ya que si los cambios en la vegetación tienen una gran importancia ecológica relativa (grandes implicaciones de manejo), entonces el margen del error debe ser más pequeño que cuando los cambios tienen menores consecuencias. Por lo tanto aceptables tasas de error son una función de las consecuencias ecológicas de cambio.

Patrón de distribución de las comunidades vegetativas

Se sabe que las poblaciones o tipos de vegetación se distribuyen de tres formas diferentes; al azar, agregadas y sistemáticas, por ello es necesario el utilizar similares tipos o técnicas de muestreo, los cuales sirvan óptimamente en la medición de las distintas características de las plantas que se vayan a estudiar. En base a lo comentado Pieper (1978), menciona que 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 muestreo 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 (Catana, 1964).

Definiciones de cobertura

Según Pieper (1973), se maneja de manera común dos conceptos relacionados con 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) 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 al área o cobertura de la copa. Para gramíneas 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.

Métodos para la determinación de cobertura.

- a) Métodos de estimación
- b) Métodos de medición

a) Métodos de estimación

Escala de Braun-Blanquet tiene 5 categorías con rangos de: 0-5,5-25,25-50,50-75,75-100 porcentaje de cobertura; Escala de cobertura de Daubenmire la cual tiene 6 categorías con rangos de: 0-5,5-25,25-50,50-75,75-95,95-100 de cobertura y la escala combinada de cobertura -abundancia de Braun-Blanquet ésta posee 6 categorías para abundancia que es desde escasa o muy escasa hasta cualquier número y para cobertura tiene seis categorías que van desde muy poca cobertura en la primera categoría hasta cobertura mayor a 75 % en la quinta categoría (Mueller-Dombois-Ellenber, 1974).

b) Técnicas de medición con la Línea de Canfield

Técnicas utilizadas en la determinación de cobertura y otros parámetros son; densidad (Lucas y Seber, 1977), frecuencia (Canfield,1941), estratificación (Hormay,1949), utilización (Hormay,1949), producción de forraje (Hormay,1949), composición botánica (Canfield,1941) y cobertura algunos de ellos se pueden aplicar en la flora y/o fauna en la determinación de la población de animales de diversas especies tal como: aves (Anderson y col. 1978; Reynolds, 1983), venado (Mellink, 1989), liebre (Hunter,1985), coyote (Kie,1988), otros (Anderson y col. 1978; Schulz y Leininger,1990). Para esto se consideran de mayor uso:

Técnicas de parcela (Unidad de muestreo)

Son aquellos que están enmarcados o delimitados por una superficie de antemano determinada, en estas técnicas se consideran; el círculo, cuadro, rectángulo en sus diversas modalidades (marco de 25 pies ²) y tamaños los cuales son susceptibles de usarse de acuerdo a la especie que se va a estudiar de la que se debe considerar el tipo de crecimiento, ramificación, tipo de tallo así como otras características morfológicas; también características de crecimiento de las otras especies que se haya compartiendo espacio y tiempo en el ecosistema.

Métodos sin parcela

Este tipo de técnica se refiere a aquellas que debido a su aplicación, no requieren de una superficie determinada, ya que su finalidad es diferente, como se mencionó para el caso anterior el uso de estas técnicas está de acuerdo al tipo de crecimiento de la especie bajo estudio, y así mismo al patrón de distribución que tenga en la comunidad la especie que se vaya a estudiar, las técnicas más comúnmente usadas son: punto central del cuadrante (PCC), individuo más cercano(IMC), vecino más cercano

(VMC), cuadrante errante (CE), ángulo en orden (AO), método de Bitterlich, punto (marco vertical y de 45° con 10 y 20 agujas) y la línea.

Línea de Canfield (su origen, historia, evolución)

Evolución

Diversos modelos matemáticos y computacionales han sido desarrollados, con la finalidad de obtener resultados más precisos y con menor coeficiente de variación, en los atributos de densidad de plantas, población animal terrestre y anfibia, los cuales algunos de ellos simulan las condiciones que se dan en la naturaleza (Wondzell y Ludwig, 1995; Omacini y col., 1995; Bock y col., 1995; Jintun y Oxley, 1994; Eberhardt, 1968; Smith, 1981; McDonald, 1980; Gates, 1980). (Gates y col., 1968; Skellam, 1968), realizan modificaciones y así mismo implementan la aplicación de modelos matemáticos en la determinación de cobertura en comunidades vegetacionales y en comunidades animal, en donde se consideran los ángulos de aplicación de los métodos en función a la especie animal de que se trate.

Cantú (1984), realiza una serie de modificaciones y/o implementación de fórmulas para la determinación de cobertura absoluta, relativa para cada especie cobertura absoluta para especie

Van Dyne (1960), hace modificaciones al respecto en cuanto a la implementación de toma de datos, registro de los datos de manera codificada en un formato, con la finalidad de simplificar lo mismo, sugerencias en cuanto al análisis estadístico.

Chambers y Brown (1983), involucran parámetros tal como, muestreo estratificado al azar para el cual se utiliza una línea base y transectos perpendiculares, se registran las coberturas aunque estén traslapadas, asume que en el caso de una determinación precisa es necesario un mayor número de línea que mayor longitud en las mismas.

Anderson y col. (1978), realizan un modelo matemático para la estimación del tamaño de la población de la fauna silvestre y diversidad usando el área de la línea de transecto el método de muestreo puede ser usado en muchos proyectos. Se usa también en la estimación de densidad de aves anidando en sitios pantanosos. Adicionalmente en la evaluación del patrón de dispersión del delfín en el pacífico en regiones de atún o en actividades pesqueras. Las matemáticas forman la base para el trabajo en la metodología de la línea del transecto que es lo único novedoso en los cinco años anteriores al presente artículo, en el caso presente todo está basado en la aplicación de la línea transecto como estimador basado sobre la longitud de la línea como un modelo aproximado.

Descripción del método de 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 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).

Descripción de la aplicación de la Línea de Canfield

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. Este método es basado sobre tres consideraciones básicas: 1) la unidad de muestreo es la línea, el cual posee únicamente dimensiones longitudinales y verticales, como es ilustrada en la figura 1,A. 2) la medición de las plantas es directa (medición actual de las plantas), las mediciones incluyen solo la intercepción de la vegetación encontrada, como es ilustrada en la figura 1,B. 3) la localización de todas las líneas para ser medidas es determinada por selección al azar. El registro de las plantas interceptadas se hace de inmediato para evitar errores y confusiones. Para la realización de este método dos hombres son suficientes para tener una eficiencia máxima, pero para áreas pequeñas el trabajo lo puede realizar un solo hombre. El objetivo de este método es incrementar la exactitud y bajar los costos de muestreo. Los principios que se aplican para casos especiales son exactamente los mismos principios como gobierna el muestreo de densidad y composición.

Aplicación de la técnica

La técnica 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 usada (Pieper, 1973).

Chambers y Brown (1983), realizan la descripción del método de la línea de intercepción de Canfield, de lo que menciona es que el método de la línea de intercepción

puede ser usado para medir la cobertura aérea de las plantas regularmente con la copa de la cobertura sólida (casi el 100%) relativamente grande del área basal. Es conveniente mejor para medir la cobertura aérea de las plantas del bosque, arbustos y árboles. Asimismo detalla la aplicación de la metodología de los considerandos más importantes. Aunque las coberturas se sobrepone en las capas de la vegetación, este puede ser conveniente para medir cada altura de la capa separadamente, las líneas del transecto deben tener entre 35 a 350 pies (10 a 100 m.) en largo. Muchas líneas cortas son generalmente preferidas que algunas líneas largas. Un mínimo de 5 a 10 transectos son regularmente requeridos en una muestra adecuada, (determinación de un tamaño exacto de la muestra es explicado abajo en la sección de estadística).

El por ciento de cobertura se calcula por cada transecto y por cada especie. Lo largo de lo interceptado por una especie es dividido por el largo del transecto y se multiplica por 100. El método de la línea de intercepción tiene que usarse solamente para vegetación con una buena definición de cobertura. En mezclas de comunidades de plantas y arbustos, puede ser deseable usar el método del punto del cuadrante el método para la vegetación de herbáceos y el método de la línea de intercepción para los arbustos. (Eastwood, 2008), menciona que el punto del cuadrante puede ser aleatorizado se encontró a lo largo de la línea del transecto usado para medir la cobertura de los arbustos. Los datos tienen que registrarse claramente para que la intercepción de cada arbusto pueda ser separado, puede ser deseable agregar líneas adicionales para registrar los valores de la línea del transecto, datos formales, si las coberturas de las plantas individuales no son siempre sólidas, su intercepción por la cinta tiene que ser interceptado consistentemente, por ejemplo cuando un arbusto tiene ramas amacolladas existen espacios vacíos entre las plantas es mejor que no sean medidas.

Considerandos en la aplicación de la línea

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

Aunque el número de líneas tanto en número como en longitud depende de la variabilidad de la vegetación, Canfield (1941), considero que no debían muestrearse menos de 16 líneas.

(Hyder 1960), mencionan que la línea de intercepción ha sido muy empleada debido a su menor consumo de tiempo en la toma de datos, comparándola con otras técnicas de muestreo ya sea con el apoyo de unidades de muestreo o bien técnicas de distancia.

Winkworth y col. (1962), mencionan que bajo ciertas circunstancias ésta técnica de la línea de intercepción presenta mayor varianza que otras.

Wayne y Cook (1986), mencionan las características de la aplicación de la línea, y dice que las medidas lineares son tomadas de todas las plantas interceptadas por un plano vertical que corre por toda la línea, por lo que la línea tiene una sola dimensión, la longitud, donde se hacen todas las mediciones ya sea basal o aérea. La longitud de la línea puede variar de acuerdo a la vegetación, recomienda el autor de la línea que las líneas para un tipo de vegetación que tiene del 5 a 15% deben ser de 15 metros y de 30 metros en donde la cobertura sea menor al 5%.

Van Dyne (1960), realizó la comparación de dos maneras de aplicar la línea: la toma de datos de forma manual y otra es el tomar los datos con el apoyo de un aparato, para poder contabilizar o registrar un dato consideraba para ello lo que estaba cercano a 0.01 pie de la línea, de los tiempos que midieron por cada una de las líneas, estos tuvieron una aproximación de 6 a 8 minutos, menciona innovaciones en cuanto a la toma de datos, como es el anotar en una tabla con codificaciones, para suelo desnudo, mantillo, especies de plantas y otras. Con relación a los análisis estadísticos comenta cuales son los más viables de efectuar para diversas situaciones.

Hormay (1949), considera que en la determinación de más precisos resultados con la aplicación del método de la línea de intercepción es un medio de determinación de áreas por la medición de segmentos de la línea. Este ha sido adaptado y aplicado para extensión de trabajo de varios hombres casi desde 1937. En la opinión del escritor, esta es una técnica útil en manejo de pastizales. Esta es altamente adaptable y en combinación con otros métodos puede ser usada para medir la vegetación y factores semejantes a la densidad, composición, producción, utilización, vigor y reproducción; y factores semejantes a la erosión, suelo desnudo, roca, y residuos de cobertura. La parcela de línea es una unidad de muestreo eficiente; es fácilmente establecida y rápidamente medida. La técnica de la línea de intercepción ha sido descrita por Canfield en 1941. El propósito de este papel es para un punto fuera pocos caminos en algunos los métodos pueden ser empleados más eficazmente en medición de los cambios en la extensión de la vegetación. Particular atención es dada para caminos de incremento de la exactitud del método y uso del método para determinar producción de vegetación. Son basadas las observaciones en las experiencias con el método en los

bosques de pino, grandes matorrales y tipos de praderas en el Noreste de California y aplicada principalmente para pastos amacollados.

Línea intercepto

Esta técnica se basa en la medición de todas las plantas donde pasa la línea intercepto.

Fisser y Van Dyne (1966), mencionan que la técnica de la línea 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.

Ripley (1963), hace una modificación a Canfield (1941), en relación para que involucrar, en la toma de datos de un plano vertical de la técnica del intercepto, debido a que en ocasiones es necesario trabajar en una zona en definitiva, por lo que se fija o establece una altura del plano de muestreo. También, debido a que la densidad total, es de mayor interés que la longitud de la corona de la planta interceptada; para ello el plano vertical sirve como una base para el conteo de todo el forraje o bien del forraje producido en él intercepto, presenta también un formato para registro de datos en el campo.

Línea transecto

De los diversos usos que se le da a la línea (transecto) es que se utiliza así; para medir cambios sucesionales, condición del pastizal y otros, o bien como vehículo donde sirve para delimitar superficie, así por ejemplo en la determinación de utilización del pastizal (Rodríguez, 1988), producción de forraje, forraje en pie.

Línea intercepto-transecto

Brown (1954, citado por Fisser y Van Dyne, 1966), dice que la línea transecto-intercepto es de carácter esencial un cuadrante linear, pero sin amplitud, mientras que el análisis de contacto del punto basal emplea unidades de no-área o dicho de otra manera, es un punto sin unidad de muestra. Dicho de manera teórica la línea transecto-intercepto está compuesto de un número infinito de puntos, sobre la base de ello es que se ha realizado una gran diversidad de estudios en cuanto a número de puntos por línea, grosor del punto, longitud de la varilla con que se mide el punto.

Técnica del Punto

En ésta técnica, la línea transecto sirve como un vehículo, para la ubicación de los puntos. El muestreo del punto representa la disminución última en el tamaño de la muestra, reducida a un punto sin dimensión. La idea básica detrás del método es que si un número infinito de puntos fuera puesto sobre un área, la cobertura exacta de cada una de las especies en dos espacios dimensionales, podrían ser determinadas contando el número de punto que cubre cada especie. En el muestreo por línea de puntos, el número y la distancia entre los puntos pueden tener consideraciones importantes. La distancia entre los puntos si están localizados sistemáticamente a lo largo de la línea, variara dependiendo del patrón de distribución de las plantas, la distancia entre las plantas y el tamaño de las plantas individuales (Pieper, 1973).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Ubicación del área de experimental

La realización de ésta investigación en su fase de campo se efectuó en El Rancho "El Aguacate" mismo que se localiza en el Municipio Saltillo, Coahuila en el kilómetro 57 de la carretera 54 en el tramo de Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas. Su altura promedio de 2476 msnm., su ubicación geográfica es 25°11'51" latitud Norte y 101°06'05" longitud Oeste (Fuentes, 1998; Quiroz, 1997; Rodríguez, 1998).

Descripción del Área Experimental

Suelo

Posee un tipo de suelo franco arenoso con coloración rojiza. Se halla un bajo porcentaje de pedregosidad, cuenta con pequeñas piedras (2 a 5 cm), presenta asimismo, una pendiente ligera. Además en el predio existe erosión hídrica y eólica, el cual se manifiesta fácilmente por pedestales que se encuentran en las plantas y en algunas piedras, los que tienen una altura promedio de 5 a 10 cm. Por otra parte, el predio se ha utilizado para el apacentamiento de ganado bovino, equino y caprino. Dentro del predio la fauna silvestre que más se observa es; liebre, conejo, reptiles, aves, coyote, roedores, hormigas y otros. La superficie total es de 170 hectáreas (Fuentes, 1998; Quiroz, 1997; Rodríguez, 1998).

Vegetación del predio

El área experimental cuenta con un tipo de vegetación de Matorral Inerme Parvifolio, encontrándose principalmente arbustos como mariola, gobernadora, hojasén, lechuguilla, asimismo; coyonoxtle, tasajillo, palma, y algunos zacates. Las especies antes mencionadas se hayan en abundancia y regularmente distribuidas en toda el área (Fuentes, 1998; Quiroz, 1997; Rodríguez, 1998) (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición florística en el predio experimental en el Rancho "El Aguacate" ubicado en el Municipio de Saltillo.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>
Hojasén	<i>Flourensia cernua</i>
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>
Gatuño	<i>Mimosa biuncifera</i>
Agrito	<i>Berberis trifoliolata</i>
Nopal rastrero	<i>Opuntia rastrera</i>
Coyonoxtle	<i>Opuntia imbricata</i>
Nopal cegador	<i>Opuntia microdasis</i>
Tasajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>
Manca caballo	<i>Echinocactus horizonthalonius</i>
Lechuguilla	<i>Agave lecheguilla</i>
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i>
Palma samandoca	<i>Yucca carnerosana</i>
Corona de cristo	<i>Koeberlinia espinosa</i>
Oreja de ratón	<i>Dissodya acerosa</i>
Zacate navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>
Zacate banderita	<i>Bouteloua curtispindula</i>
Zacate tres barbas	<i>Aristida curvifolia</i>
Zacate peludo	<i>Erioneurom pilosum</i>
Zacate pelillo	<i>Muhlenbergia repens</i>

Climatología del predio

El clima que se presenta en la región es el BWhw"(e'), clima muy seco, semi cálido muy extremoso, con lluvias de verano y sequía corta en épocas de lluvia (canícula); precipitación invernal entre 5 y 10% del total anual. La evapo transpiración promedio durante el año vario, siendo en Enero la más baja (2.680 mm.) y en Junio-Julio (20.091-17.743) se da la evapo transpiración más alta (Mendoza, 1983). La precipitación pluvial promedio registrada por el servicio meteorológico de la UAAAN en los últimos 10 años es de 578.8 mm distribuidos principalmente en los meses Mayo a Septiembre, y en lo que va de este año se tiene un total de 217.9 mm. en los tres meses. La temperatura media máxima promedio (°C) es de 24.01, y la temperatura media mínima promedio (°C) es de 9.92, la evaporación promedio (mm) es de 167.28, y por último la humedad relativa promedio (%) es de 78.07, estos son registros de los últimos 6 años (Dpto. Agro meteorología UAAAN, 1997).

Metodología

La superficie total del potrero en el cual se realizó el estudio es de 210 ha. adentro de este se delimitaron 11.22 hectáreas en las que se efectuó la toma de datos de cobertura. Para ello se utilizó una cinta metálica de 50 metros e hilo de ixtle, utilizando también una brújula para la orientación de los puntos. Una vez delimitada la superficie se prosiguió a hacer un muestreo. Procediéndose a la aplicación de la técnica de línea de Canfield en sus cuatro longitudes (15, 25, 35, 45 metros) con 20 repeticiones para cada una de ellas.

Ubicación de los puntos de muestreo de la línea de interceptación

La ubicación de los puntos de la línea fue aleatoria para eso se utilizaron dos grupos de datos en la bolsa de la camisa, se colocaron 100 números con denominación de 25 -100, según el número sacado eran los pasos que daban. En la bolsa derecha se traían 100 datos con rumbo, se sacaba un número y un rumbo y así se seleccionaba el punto de muestreo. A la planta interceptada se le medía la longitud interceptada, y se registraba el tiempo empleado en cada una de las diferentes longitudes para con ello determinar el tiempo empleado, este se tomaba desde que se llegaba a la ubicación de la línea, y hasta que se terminaba la toma de los datos.

La comparación entre las líneas se efectuó según la eficiencia, componiéndose ésta, para fines de estudio, de exactitud y rapidez, la precisión se determinó a través de la desviación estándar. En resumen, el mejor tamaño de línea es el que obtuviera la mayor exactitud utilizando el menor tiempo posible para su aplicación.

Análisis de los datos

La comparación de los datos obtenidos de las diferentes longitudes de las líneas se realizaron mediante una comparación de medias para dos grupos ($P=.05$) y se tomó en cuenta el tiempo utilizado por cada longitud de línea. Así misma la determinación de la precisión fue mediante la desviación estándar de cada una de las longitudes de las líneas. y también comparándose sobre la base de precisión, rapidez y exactitud.

En la determinación de la cobertura por especie se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Cobertura Absoluta total} = \frac{A}{B} \times 100$$

donde:

A = Suma de la cobertura total interceptada por especie.

B = Longitud total de la línea.

Fórmula para calcular la desviación estándar para el cálculo de la precisión.

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados se presenta en función a: tiempo utilizado por cada longitud de línea, 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 41.92% de cobertura absoluta total por hectárea.

Cobertura absoluta total

La que se obtuvo del censo fue 41.92 por ciento. Al comparar la cobertura obtenida para cada una de las longitudes, se puede observar, que la longitud de 15 metros sobre estima la cobertura con 73.8 por ciento. Por otro lado las longitudes 20, 30 y 40 metros sub estiman la cobertura ya que se obtienen el 42.3 y 17.4 y 15.4 por ciento respectivamente. Sobre esta base se asume que las dos mejores longitudes son 10 y 20 metros y la longitud que menor óptima medición de cobertura es 40 metros (cuadro 2; Figura 3 en anexo).

Al comparar la línea de 10 metros contra la línea de 20 metros, los resultados muestran que hay significancia ($P < .05$), por lo consiguiente se aplicaría la línea de 20 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 15 metros. Para esta misma comparación pero en lo referente a precisión es más precisa la línea de 15 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 15 metros contra las líneas de 30 metros los resultados muestran que hay

significancia ($P < .05$), pero ninguna de las dos longitudes son exactas ya que una subestima y la otra sobrestima la cobertura absoluta. Y lo mismo sucede en la comparación entre las líneas de 15 metros contra las líneas de 40 metros. Pero en tiempo empleado es mejor la línea de 10 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 20 metros contra las líneas de 30 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 20 metros, y ya que es más precisa y es la que 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 el 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 20 metros contra las líneas de 40 metros, los resultados muestran que no existe 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 20 metros y también reduce el trabajo en el campo, con estas dos longitudes se obtienen casi los mismos resultados, y en lo referente a precisión también es más precisa la línea de 20 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 menciona que a todos los transectos utilizados en esta investigación (10, 20, 30 y 40 metros) son adecuados, pero en vegetaciones diferentes.

Para la comparación entre las líneas de 30 y 40 metros, los resultados muestran que no hay significancia ($P < .05$), por lo que se pueden aplicar cualquiera de las dos longitudes, ya que las dos resultados obtenidos son semejantes y en cuestión de tiempo casi son similares, pero es más precisa la línea de 30 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 mayores, 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 (Figura 4 en anexo)

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 utilizo 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 2. Determinación de la cobertura absoluta por medio del censo y la cobertura medida por cada una de las cinco longitudes de las líneas.

Censo	41.92 %
Líneas 15 metros	73.8 %
Líneas 25 metros	42.3 %
Líneas 35 metros	17.4 %
Líneas 45 metros	15.4 %

Exactitud

Para este apartado respecto a lo que a exactitud se refiere, las líneas más exactas respecto al censo hecho anteriormente, fueron las líneas de 20 metros de longitud con 42.3 % de cobertura por hectárea, mientras que las líneas de 10 metros de longitud sobrestima la cobertura de hojases por hectárea con un 73.8 %, mientras que las líneas de 30 y 40 metros de longitud subestiman la cobertura con 17.4 y 15.4 % respectivamente. Existe una gran diferencia en la aplicación de cada una de estas

líneas como se muestran en el cuadro y figura correspondiente (Cuadro 4, Figura 5 en anexo). 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 3. Mostrando las significancias ($P = .05$), para cada una de las mediciones hechas para comparar las líneas.

Línea (m) vs Línea (m)	Exactitud (%)	Tiempo (Seg.)	Precisión
Línea 15 vs Línea 25	**	**	NS
Línea 15 vs Línea 35	**	**	**
Línea 15 vs Línea 45	**	**	**
Línea 25 vs Línea 35	**	NS	NS
Línea 25 vs Línea 45	**	**	**
Línea 35 vs Línea 45	NS	**	**

Precisión

Respecto a lo que a precisión se refiere la longitud de las líneas más precisas son las de 10 metros con una desviación estándar de 1.32 en todas sus repeticiones hechas, después seguidas por las líneas de 20 metros de longitud con una desviación estándar de 1.81 en todas sus repeticiones. Estas a su vez seguidas por las líneas de 30 metros con 2.69 de desviación estándar y por último las líneas de 40 metros de longitud con una desviación estándar de 4.12 (Cuadro 4, Figura 6 en anexo). 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 15 metros de longitud serían más precisas dividido 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 4. Desviación estándar de los datos para cada longitud de línea como medida de la precisión.

Longitud de línea	Desviación estándar
10 metros	1.32
20 metros	1.81
30 metros	2.69
40 metros	4.12

Rapidez

Para obtener rapidez para la mejor línea, se sacó un promedio del tiempo empleado de todas las líneas de una sola longitud y esto fue para las cuatro longitudes diferentes, y el resultado fue el siguiente:

Tomando en consideración lo anterior para este apartado, las líneas de 10 metros de longitud fueron las más rápidas con un tiempo promedio por línea de 82 segundos, seguidas estas a su vez por las líneas de 20 metros con un tiempo promedio por línea de 205 segundos, después vienen las líneas de 30 metros de longitud con un promedio de tiempo por línea de 269 segundos, y por último se encuentran las líneas de 45 metros de longitud con un promedio por línea de 374 segundos, esto está representado esquemáticamente en el cuadro y figura correspondiente (Cuadro 4, Figura 4 ver anexo). 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 mas 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⁻¹ para la línea intercepto y de 3.2 minutos m⁻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 y col. (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 20 metros de longitud ya que tuvo una exactitud de 31.9% de cobertura, comparada con la cobertura absoluta total, pero en cuestión de tiempo la línea más rápida fue la línea de 10 metros, ya que por tener menor longitud utiliza un menor tiempo, pero ésta sobrestima la cobertura y las líneas de 30 y 40 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 y col. (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 ± 2 especies por tratamiento y de 2.56 ± 0.15 en el control.

El huizache 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.

Cuadro 5. Comparación de los cuatro tamaños de las líneas en cuanto a exactitud, rapidez y precisión.

Líneas	Exactitud (%)	Rapidez (segundos)	Precisión
10 metros	73.8	103	1.32
20 metros	42.3	257	1.81
30 metros	17.4	338	2.69
40 metros	15.4	454	4.12

CONCLUSIONES

- 1.- En relación al tamaño de la línea la más exacta fue la de 20 metros de longitud con una medición de cobertura de 42.3 % y con un 0.38 % de subestimación.
- 2.- La línea menos exacta es la de 10 metros de longitud con una sobrestimación de 31.9 %.
- 3.- La línea más precisa es la de 10 metros de longitud con una desviación estándar de 1.32
- 4.- La línea menos precisa es la de 40 metros de longitud con una desviación estándar de 4.12
- 5.- La línea más rápida es la de 10 metros de longitud con un tiempo de 103 segundos.
- 6.- La línea menos rápida es la de 40 metros de longitud con un tiempo de 454 segundos.
- 7.- La longitud de la línea más eficiente fue la de 20 metros ya que obtuvo una exactitud de 42.3 % de la cobertura en un buen tiempo, 257 segundos.
- 8.- La longitud de la línea menos eficiente fue la de 40 metros con una exactitud de 15.4 % de la cobertura con un tiempo de 454 segundos.

LITERATURA CITADA

- Anderson, D.R., K.P. Burnham, and B.R. Crain. 1978. A log-linear model approach to estimation of population size using the line-transect sampling method. *Ecology*. 59:190-193.
- Baumer, M. 1982. Rangeland management and the environment. *J. Range Manage.* 35:3-4.
- 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.
- Berger J. B. Ludwig and J. Buirchell, 2008. *Ecogeography Of the old World Lupins: Characterizing the Habitat Range. Western Australia.*
- Bock, C.E., B. Jane H., G. Michael C., and S.R. Timothy. 1995. Effects of fire on abundance of *Eragrostis intermedia* in a semi-arid grassland in southeastern Arizona. *Journal of Vegetation Science* 6:325-328.
- Bonham, C. 1989. *Measurements for terrestrial vegetation.* John Wiley & Sons USA 388 pp.
- 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.
- Brun, J.M., and T.W. Box. 1963. A comparison of line intercepts and random point frames for sampling desert shrub vegetation. *J. Range Manage.* 16:21-24.
- Bryant, F.C., y M.M. Kothmann. 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. *J. Range Manage.* 32:144-146.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry.* 39:388-394.
- Cantú, B.J.E. 1984. *Manejo de pastizales.* UAAAN-NL. Departamento de Producción Animal. Torreón, Coahuila, México.
- Catana, A.J. Jr. 1964. A distribution-free method for the determination of homogeneity in distance data. *Ecology.* 45:640-641.

- 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.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. COTECOCA-SARH. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Coahuila. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. México. D.F.
- Conterato, I.F. and M.T. Schifino- Wittmann. 2006. New chromosome numbers, meiotic behaviour and pollen fertility in American taxa of *Lupinus* (Leguminosae): contributions to taxonomic and evolutionary studies. *Botanical Journal of the Linnean Society* 150: 229-240.
- Cook, C.W., and J. Stubbendieck. 1986. Range Research. Basic Problems and Techniques. Society for Range Management. Denver Colorado USA.
- Cook, C.W., and T.W. Box. 1961. A comparison of the loop and point methods of analyzing vegetation. *J. Range Manage.* 14:22-27.
- Cowling W, Buirchel B, Tapia M. 1998, Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. (IBPGR Institute).
- Cristofoline, G. 1989. A serological contribution to the systematic of genus *Lupinus* (fabaceae) *Plant Systematic and Evolution.* 166. 265- 278.
- 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.
- Dunn, D.B, 1984. Cytotaxonomy and distribution of new World *Lupin* species. Pp 68-85 in: proceeding of the Third International *Lupin* Conference. La Rochelle France.
- Eastwood R and Colin Hughes.2008. Origen of Domestication of *Lupinus mutabilis*. In the Andes In: J.A. Palta and Berger (Eds) "Lupins for Health and wealth

- Eastwood R. 2008. Diversity and evolutionary history of Lupins-insights new phylogenies. In: J.A. Palta and Berger (Eds) "Lupins for Health and wealth"
- Eberhardt, L.L. 1968. A preliminary appraisal of line transects. *Journal of Wildlife Manage.* 32:82-88.
- Fernández-Pascual M et al., 2007. Singular Features of Bradyrhizobium-Lupinus Symbiosis. *Dynamic Soil, Dynamic Plant.* Global Siente Books, Madrid España.
- Fierro L.C. 1980. Método de intercepción en línea o línea de Canfield y su uso en el estudio de pastizales. En manual de Métodos de muestreo de vegetación. INIP. S.A.R.H. Departamento de manejo de pastizales. Serie Tec. Científico. Vol. No. 1.
- Fisser, H.G., and G.M. Van Dyne. 1960. A mechanical device for repeatable range measurements. *J. Range Manage.* 13:40-44.
- Fisser, H.G., and G.M. Van Dyne. 1966. Influence of number and spacing of points on accuracy and precision of basal cover estimates. *J. Range Manage.* 19:205-211.
- Fitzgerald, S.M., and G.W. Tanner. 1992. Avian community response to fire and mechanical shrub control in South Florida. *J. Range Manage.* 45:396-400.
- Floyd, D.A., and J.E. Anderson. 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. *Journal of Ecology.* 75:221-228.
- Font Quer, P. 1965. *Diccionario de Botánica.* Editorial Labor. S.A. México D.F. 1244 p.
- Fuentes S. A. 1998. Determinación de densidad de hojaseñ (*Flourensia cernua*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) con la técnica vecino más cercano (VMC) y pares aleatorios (PA). Tesis licenciatura UAAAN. Dpto. Recursos Naturales Renovables. Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Gaston, K.J; 1996. Species richness; measure and measurement, in K.J. Gaston (ed), *Biodiversity, a biology of numbers and difference*, 77-113 Backwell Science, London UK.
- Gates, C.E. 1980. LINETRAN. A General computer program for analyzing line-transect data. *Journal of Wildlife Manage.* 44:658-661.

- Gates, C.E., W.H. Marshall, and D.P. Olson. 1968. Line transect method of estimating grouse population densities. *Biometrics*. 24:135-145.
- Gloria, G.H., L.Pérez R. y J.J. López G. 1997. *Plantas de Pastizales y Bosques*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Serie Recursos Naturales.
- Godambe, V.P. 1982. Estimation in survey sampling: Robustness and optimality. *J. of the Statistical Association. Theory and Methods Section*. 77:393-403.
- González, M.H. 1971. Manipulating shrub-grass plant communities in arid zones for increased animal production in: *Wildland shrubs- their biology and utilization. an international symposium*. Utah State University. Logan, Utah. pag. 430.
- Gonzales, M.H. y De Luna V.R. 1985. *Memorias del curso de actualización sobre manejo de pastizales*. DRNR-DGAARF-INCA-RURAL. División de Ciencia Animal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- 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.
- Hijmans, R; Spooner, D. 2001. *Geographic Distribution of Wild Potato Species*. *American Journal of Botany* 88(11): 2101- 2112. 2001.
- Hoffman, M. H., Glas, A.S. Tomiuk, J., Shumuths, H. Fritsch, R. M. and Bachmann, K. 2003. Analysis of molecular data of *Arabidopsis thaliana* (L) Heynh. (Brassicaceae) with geographical information systems (GIS). *Mol. Ecol.* 12, 1007-1019.
- Hormay, A.L. 1949. Getting better records of vegetation changes with the line interception method. *J. Range Manage.* 2:67-69.
- Hughes, C.E. and R.J. Eastwood 2006. Island radiation on continental scale exceptional rates of species diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA* 103:10334-10339

- Hunter, R.B. 1985. Jackrabbit-shrub interactions in the Mojave Desert In: Proceeding. Symposium Plant Herbivore Interactions. Snowbirds Utah. August 1985. Editors: Provenza, F.D., J.T. Flinders and E.D. McArthur. Gen. Tech. Rep. INT-222. Pag. 88-91.
- Huss, D.L. y E.L. Aguirre. 1979. Fundamento de manejo de pastizales. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- Hyder, D.N., and F.A. Sneva. 1960. Bitterlich's plotless method for sampling basal ground cover of bunch grass. *J. Range Manage.* 13:6-9.
- Hyder, D.N., C.E. Conrad, P.T. Tueller, and L.D. Calvin. 1963. Frequency sampling in sagebrush-bunch grass vegetation. *Ecology* 44:740-746.
- Ibrahim, K.M. 1971. Ocular point quadrat method. *J. Range Manage.* 24:312.
- Jacobsen, S y A. Mujica. 2004. Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet.). In: VII Congress: European agriculture in global context. Copenhagen, Denmark.
- Jarvis A. Guarino, L., Williams, D., Williams, K., and Hyman, G. 2002. Spatial analysis of wild peanut distributions and the implications for plant genetic resource conservation. *Plant Genet. Res. Newsl.* 131, 29-35.
- Jarvis A. S. Yeaman, L. Guarino, J. Tohme. 2005. The role of Geographic Analysis in Locating, Understanding and Using Plant Genetic Diversity Method in *Enzimology*, vol 395 pp. 279-298
- Jim-Tun, Z. 1994. A comparison of three methods of multivariate analysis of upland grasslands in North Wales. *Journal of Vegetation Science.* 5:71-76.
- Kie, J.G. 1987. Measures of wild ungulate Performance: Population density and condition of individuals In: Monitoring animal Performance and production symposium. Proceeding. Society of Range Manage. Annual Meeting. February 1987. Boise Idaho. Pag. 24-35.
- 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.
- Knudsen, H. 2000. Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe. Primera edición. International Plant Genetic Resources

- Institute (IPGRI), Roma, Italia. Kyle, W. S. A. 1994. The current and potential uses of lupine for human food. In: proceeding of the First Australian Lupin technical Symposium (M. Dracup and J. Palta, Department of Agriculture Western Australia, South Perth. Marmolejo, G. 2011. Comunicación personal. Maxted, et al., 1995. Consulta de datos ecogeográficos. IPGRI 2002. Monasterio, M. 2002. Evolución y transformación de los páramos en la Cordillera de Mérida: paisajes naturales y culturales. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Laycock, W.A. 1965. Adaptation of distance measurements for range sampling. *J. Range Manage.* 18:205-211.
- Lucas, H.A., and G.A.F. Seber. 1977. Estimating coverage and particle density using the line intercept method. *Biometrika.* 64:618-622.
- McDonald, L.L. 1980. Line-intercept sampling for attributes other than coverage and density. *Journal of Wildlife Manage.* 44:530-533.
- Mellink, E. 1989. *Técnicas de Investigación de Fauna Silvestre.* Universidad Autónoma Chapingo. CREZAS Salinas, San Luis Potosí. Pag. 1-57.
- Mendoza, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Morales, M; Otero, J; van der Hammen T; Torres A; Cadena C; Pedraza C; Rodríguez N; Franco C; Betancour JC; Olaya E; Posada E y Cardenas L. 2007. Atlas Páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá DC, 208 pp. Mormul, R. and Leandrini, J. 2007. The Herbarium as a tool for biodiversity conservation. *SaBios-Rev. Saude e Biol., Campo Mourao, V. 2, N. 2, p. 1-5 Jul.*
<http://www.revista.grupointegrado.br/sabios/>

- Mueller-Dombois, D., and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York.
- National Academy of Sciences-National Research Council (NAS-NRC). 1962. Range Research. NAS-NRC. Publication No. 86.
- Omacini, M., Chaneton, E.J., León, R.J.C. and W.B. Batista. 1995. Old-field successional dynamics on the Inland Pampa, Argentina. *Journal of vegetation Science*. 6:309-316.
- Palta J, J. Berger 2008. Lupins for Health and Wealth Proceeding of 12th International Lupin Conference. Fremantle, Western Australia.
- Pieper, R.D. 1973. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. Department of Animal Range and Wildlife Sciences. New Mexico State University. Las Cruces, N.M. USA.
- Pieper, R.D. 1978. Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. Department of animal and Range Science. New Mexico State University.
- Pitt, M.D., and B.M. Wikeem. 1990. Phenological patterns and adaptations in an *Artemisia/Agropyron* plant community. *J. Range Manage.* 43:350-352.
- Quiroz, C.F. 1997. Determinación del tamaño óptimo de la línea intercepto en la evaluación de cobertura de *Parthenium incanum* H.B.K. en el Municipio de Saltillo
- Reynolds R.T. 1983. Management of Western Coniferous Forest Habitat for Nesting Accipiter Hawks. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. RM-102. Pag. 1-6.
- Ring II, C.B., R.A. Nicholson, and J.L. Launchbaugh. 1985. Vegetational traits of patch-grazed rangeland in West-central Kansas. *J. Range Manage.* 38:51-55.
- Ripley, T.H., F.M. Johnson, and W.H. Moore. 1963. A modification of the line intercept method for sampling understory vegetation. *J. Range Manage.* 16:9-11.
- Rodríguez, J.E. 1998. Determinación de densidad de hojasén (*Flourensia cernua*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) con la técnica vecino más cercano (VMC) y pares aleatorios (PA). Tesis licenciatura UAAAN. Dpto. Recursos Naturales Renovables. Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Rodríguez, R.A.F. 1988. Frecuencia de utilización de tres gramíneas a tres distancias al agua en un pastizal bajo manejo holístico. UAAAN. Tesis de

- Maestria en ciencias en Manejo de Pastizales. Departamento de Recursos Naturales Renovables.
- 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. INIFAP. Chihuahua. Resumen del Congreso SOMMAP 1990.
- Ruthven III, D.C., T.E. Falbright, S.L. Beasom and E.C. Helgren. 1993. Long-term effects of root plowing on vegetation in the Eastern South Texas Plains. *J. Range Manage.* 46:351-354.
- Rzedowsky, J. 1981. 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.
- Skellam, J.E. 1958. The mathematical Foundations underlying the use of line transects in animal ecology. *Biometrics* 14:385-400.
- Smith, T.D. 1981. Line-transect techniques for estimating density of porpoise schools. *Journal of Wildlife Manage.* 45:650-657.
- 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.
- Tukel, T. 1984. Comparison of grazed and protected mountain steppe rangeland in Ulukisla, Turkey. *J. Range Manage.* 37:133-135.
- 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.
- 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: 194-196.
- Wondzell, E. and Ludwig, J. A. 1995. Community dynamics of desert grasslands: influences of climate, landforms, and soils. *Journal of Vegetation Science* 6: 377-390.

