

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
División de Ciencia Animal
Departamento Recursos Naturales Renovables**

**Determinación de la Distancia Óptima Entre Puntos Para Obtener la Cobertura
de *Bouteloua gracilis* H.B.K. en el Municipio Saltillo Coahuila**

POR:

DELIA MACHADO SAUCEDO

TÉSIS

**Que somete a consideración del H. Jurado examinador
como requisito parcial para obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA
APROBADA POR:**

**MC. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera
Presidente**

**Dr. Miguel A. Mellado B.
Sinodal**

**MC. J. Homero Soto Zúñiga
Sinodal**

**MC. Luis A. Natividad B.
Sinodal**

**Dr. Jorge Galo Medina Torres
Sinodal**

El Coordinador de la División de Ciencia Animal

Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Buнавista, Saltillo Coahuila México. Febrero del Año 2001

AGRADECIMIENTOS

A mi “ALMA TERRA MATER”, por haberme permitido realizar mis estudios profesionales y ser una más de sus hijas.

Al MC. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera, por su confianza y paciencia que siempre deposito en mí, para realizar este trabajo, también por brindarme su amistad y darme su sabios consejos, gracias.

Agradezco la ayuda en el trabajo de campo y en el transcurso de mi carrera al Sr. Jesús Cabrera Hernández, asimismo, al Sr. Everardo Reyes Lucio y al asistente técnico Francisco de Asís García Martines por su disponibilidad en parte de este escrito. A Patricia Mejorado Vargas en el apoyo de diseño gráfico.

A todos los maestros que me impartieron clases durante mi carrera.

A todos mis compañeros de la generación 88.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón y amor este trabajo a mis padres, el Sr. Manuel Machado y a la Sra. Gloria Saucedo. Como un pequeño atributo a su sacrificio para hacer de mí una persona de bien y por todo lo bueno que me han dado durante toda la vida.

A mis queridos hermanos:

Indira, Sihomara, Angel Manuel, Natalia(†) y Manuel de Jesús(†).

A mis abuelitos con mucho cariño y admiración:

Juan, Eulalia y Esperanza(†).

Con gratitud y cariño para mis tías Raquel y Esperanza.

En especial con mucho cariño y respeto para él Ing. José Emilio Cortéz M., por todo su apoyo y comprensión sin medida que me ha tenido todo este tiempo .

Al Dr. Álvaro F. Rodríguez Rivera y Fam.

A todos mis amigos que siempre estuvieron a mi lado: Liliana, Armando, Graciela, Laura Marisela y Verónica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONCEPTO	Página
INTRODUCCION	1
Objetivo General	3
Hipótesis	3
 REVISIÓN DE LITERATURA	
Conceptos relacionados con el muestreo de vegetaciones	4
Vegetación de zonas áridas	4
Definiciones de Densidad	5
Significado ecológico de la densidad	6
Relación de densidad VS frecuencia, abundancia y cobertura	7
Densidad VS frecuencia	7
Densidad VS abundancia	8
Densidad VS cobertura	8
Patrón de distribución de la vegetación	9
Técnicas de muestreo de densidad	10
Técnicas de estimación	10
Técnicas de medición	10
Técnicas de parcela	11
Técnicas sin parcela	12
Descripción de las técnicas	13
Individuo mas cercano	13
Punto del cuadrante central	14
Metodología de aplicación	15
Individuo mas cercano.....	15
Punto central del cuadrante.....	17
 MATERIALES Y MÉTODOS	
Descripción del área de estudio	21
Ubicación del área experimental	21
Descripción del área experimental	21

Suelo	21
Uso del predio.....	22
Superficie.....	22
Vegetación	22
Climatología	22
Metodología	23
Aplicación de las técnicas	24
Análisis de los datos de campo	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Exactitud	32
Precisión	35
Rapidez	37
CONCLUSIONES	39
LITERATURA CITADA	40

INTRODUCCIÓN

Una adecuada utilización de los diferentes ecosistemas del pastizal se debe hacer sobre la base de la determinación de su productividad y existencia de las diferentes comunidades vegetales, para así saber como es que se debe aplicar un uso sustentable del recurso natural, ya sea por el ganado domestico o bien por la fauna silvestre.

De las diversas formas de inventariar el recurso natural en su producción y/o existencia de especies vegetales, cobertura del suelo, o denudación del mismo se hallan las técnicas de parcela y distancia.

De ellas la que interesa en este caso estudiar es lo referente a la cobertura del suelo existente por unidad de superficie. De la cobertura vegetal se puede medir la: basal y aérea. La cobertura se conceptúa como la proyección vertical de la corona de la planta hacia el suelo (cobertura aérea) y la cobertura basal es el área ocupada por el tronco de la planta. La forma en que se aplica una y otra difiere conforme a la especie vegetal que se desea inventariar.

A principios de siglo existía confusión respecto a los conceptos abundancia, densidad y cobertura. La cobertura, así como las demás técnicas de muestreo a tenido una evolución positiva, en cuanto a la aplicación de la técnica, por ejemplo algunos investigadores la determinaban solamente por medio de técnicas de parcela, posteriormente se aplicaban técnicas de

distancia, entre ellas; cuadrante del punto central (PCC), individuo más cercano (IMC), vecino mas cercano (VMC), pares aleatorios (PA), cuadrante errante (CE), ángulo en orden (AO), y otros tal como, la Línea de Canfield y la técnica del punto, la cual es una modificación de la técnica del círculo implementada por los silvicultores con una dimensión inicial de 100 pies de diámetro.

De las especies vegetales existentes en el pastizal se hayan especies: arbóreas, arbustivas, herbáceas anuales y efímeras, malezas, gramíneas y otras.

Dado las características de las especies vegetales predominantes en los pastizales que conforman el árido del municipio Saltillo y la utilización preponderante de los mismos por la ganadería extensiva, se hace imprescindible el estudiar la determinación de la cobertura de una de las gramíneas de mayor nivel nutricional en el norte del país y en específico de este municipio Saltillo, por medio de la aplicación de dos técnicas especializadas en inventario y/o monitoreo del recurso natural renovable, éstas son: Línea de Canfield y Punto.

Objetivo de estudio

Determinar la distancia óptima entre los diferentes puntos para así obtener la cobertura de *Bouteloua gracilis* H.B.K. en el Municipio Saltillo. La misma que se halla en el estrato herbáceo inferior existente en una comunidad de gobernadora-hojasén en el estrato herbáceo superior, en el municipio Saltillo, para lo que se usó la línea de Canfield como vehículo y la aplicación de la técnica del punto, cada: 20, 15, 10, 5 y 2.5 centímetros. Por medio de la determinación de la eficiencia, exactitud y precisión.

Hipótesis

De las cinco separaciones entre puntos, la separación diez centímetros será la que obtendrá mejores resultados en cobertura.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de muestreo

Las diferentes comunidades de vegetación existentes en el pastizal se pueden ser medidas ya sea en forma cuantitativa o cualitativa. Una y otra tienen desventajas y ventajas por ejemplo las medidas cualitativas tienden a ser más eficiente en término de tiempo, se disminuye el costo por muestreo y pueden llegar a ser bastante descriptivas, la desventaja es que no tienen inferencia estadística. Respecto a las medidas cuantitativas emplean mayor tiempo de muestreo, su costo por lo tanto se incrementa por ende en ocasiones no se pueden realizar, aún cuando estos factores se debería considerar como desventaja se considera que es el tipo de medidas más deseables de emplear sobre la base de evitar prejuicios de persona en el muestreo y lo principal es que se le puede meter inferencia estadística. La necesidad de utilizar un tipo u otro de medidas depende de los objetivos de estudio.

Las comunidades vegetales y/o tipos de vegetación existentes en el pastizal, puede ser descritas en función a: frecuencia (Tedonkeng, *et al.* 1991), densidad (Penfound, 1963), abundancia, producción (Bryant y Kothmann, 1979), utilización, estratificación producción de biomasa ya sea foliar o de raíz.

En la determinación de ello se debe considerar: tamaño y forma de la unidad de muestreo, patrón de distribución de la especie vegetal a monitorear, tipo de crecimiento de la planta. Con relación al tamaño y forma de la unidad de muestreo se debe considerar las características intrínsecas de la planta, para poder dirimir si debe usarse una técnica de parcela, en forma de cuadro, círculo o rectángulo. Aunque por otro lado se usa alguna técnica de distancia, tal como; Punto del cuadrante central (Penfound, 1963); Individuo más cercano, vecino más cercano y Pares aleatorios

(Oldemeyer, 1980); Cuadrante errante (Lyon, 1968); Angulo en orden (Laycock, 1965). Línea de Canfield, de la cual se ha efectuado un sinfín de modificaciones al respecto buscando mejorar la confiabilidad del inventario. La finalidad de ello es el tener el menor sesgo de muestreo, y si el tener una mejor exactitud y precisión, para lo cual de acuerdo a las bases de muestreo se debe considerar el factor fracción de muestreo, lo cual permite dictaminar si se está realizando un muestreo apropiado.

Cobertura

Definición

Es la proyección vertical hacia abajo de las porciones aéreas, de la planta, la cual se expresa en porcentaje de la cubierta, expresada ésta también como porcentaje de cobertura total o bien como una porción de la base de la planta. También llamada densidad basal, siendo sinónimas la cobertura y el área (Huss y Aguirre, 1976).

Holscher (1959), la define como la parte de la superficie del suelo que se ve cubierta desde arriba.

Cook y Stubbendieck (1986), la define como el área ocupada del suelo. Se usa como atributo primario en estudio del pastizal o bien estudio ecológicos. También puede ser usada como base de comparación entre plantas de diferente forma de vida, la cual se caracteriza por ser una medición no destructiva.

Origen y evolución del concepto cobertura

La estimación de la cobertura de la vegetación, en estudios para estudios de inventario, se originó por Jardine en 1907, dado

que él implementó un método llamado de reconocimiento el mismo que consistía en estimar los porcentajes de composición de las especies existentes en el pastizal, si bien éste fue muy criticado, aunque la exactitud de los resultados depende de la capacidad de juicio y observación de los que usan dicha técnica (Fisser, 1961).

Bauer (1943), menciona una serie de conceptos cuantitativos a considerar en el inventario de vegetación: A) Abundancia numérica, en donde todas las especies son contadas, pero no se les hace ninguna medición. B) Índice de frecuencia o porcentaje, aquí sólo se anota la ausencia o presencia de las especies. C) Rango de cobertura, en este se mide el área de suelo o dosel de la planta. D) Volumen de la planta, se mide el mismo. E) Peso seco, de cada especie por unidad de tiempo

Daubenmire (1959), expresa que existe muy poca tendencia hacia la estandarización de los métodos usados en el análisis de la vegetación, ésta diferencia en opinión es debido a los objetivos de estudio, también puede ser a causa de que a todas las plantas no se les puede aplicar una misma técnica de inventario, ya que un árbol puede ser contado, pero en una especie rizomatosa el conteo es impráctico, por lo que el usar aquí la línea es excelente para plantas y arbustivas de porte bajo, pero es apropiado para especies anuales. Al tratar de determinar el procedimiento de inventario debe considerarse, factores tales como. Selección del área de estudio, forma, tamaño y número de parcelas a estudiar. La técnica para medir la cobertura aérea tiene inconvenientes cuando la especie a muestrear presenta un

dosel que exceda la altura de registro, pero es adecuada en especies de porte bajo.

La medición de la cobertura se efectúa por muy diversas maneras, para lo cual se ha implementado un sinnúmero de técnicas, algunas de ellas realmente sólo se han modificado. En las que se busca el reducir el tiempo de muestreo e incrementar la exactitud (Fisser, 1961).

La precipitación el fuego el apacentamiento de ungulados son los principales factores que afectan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas Bock *et al.* (1995).

Stokes y Yeaton (1994), modifican la técnica de la Línea de Canfield al monitorear especies naturales de porte bajo en Sud Africa pues dicen que de las técnicas usadas en la determinación de cobertura las más prácticas son la línea intercepto y los métodos de distancia. Ellos consideran aquí tres formas diferentes de las plantas, elipse, cónica-elíptica y elíptica-cónica, asimismo consideran el tomar datos extras con la finalidad de obtener producción, además de la cobertura de las especies de la comunidad vegetal.

Tipos de muestreo (Técnicas)

De estos existen diferentes tipos de muestreos o dicho de otra manera técnica de muestreo específica para algún tipo de vegetación, de los cuales se mencionan algunos de ellos.

Hatton *et al.*, (1986) analizaron en una imagen construida de una población, bajo condiciones de laboratorio, el error asociado con la estimación ocular en relación con la cobertura actual.

Sykes *et al.* (1983), evaluaron la cobertura en forma visual, con diez observadores, en parcelas de cuatro, cincuenta y doscientos metros cuadrados, considerado esto, como un estimador cuantitativo de algunas especies maderables en Inglaterra.

Bauer (1943), en una población artificial compuesta de discos de diferentes colores los cuales asemejaban especies de plantas, sobre una superficie de 10,000 cm², en los que se colocó diez transectos de 30 cm. c/u y se leía las especies presentes, después se hacía lo mismo para el caso de cuadrantes de 100 cm². Menciona que en una prueba de campo la línea simula a un transecto plano vertical mas que una línea transecto. También menciona que el tiempo empleado en el uso de la línea, en trabajo de campo, es de tres horas-trabajo-hombre, mientras en la técnica de cuadrante se emplea cerca de 160 horas-trabajo-hombre. Por último dice que la información generada en poblaciones artificiales tiene aplicaciones practicas de estudios de campo donde se puede implicar la composición de la vegetación y otras características de las comunidades de plantas.

Otra manera de realizar inventario del recurso natural es por medio imágenes de campo los cuales se revelan como transparencia se colocan bajo un estereoscopio, los pares estereoscopicos se observan y por medio de un contador se mide

la cobertura, composición de especies y producción de forraje (Wells, 1971).

Butler y McDonald (1983), mencionan que al realizarse un muestreo de vegetación sistemático debe considerarse la forma del terreno para así dirimir la forma en que tendrá que medirse la misma.

Morris *et al.* (1976), midieron la cobertura de especies arbustivas en pastizal natural en los estados: Wyoming, Utah, Colorado y California en EUA, por medio de un instrumento de capacitancia electrónica, mencionan que si bien es necesario el realizar un gran número de registros, estos proveen un seguro factor de error en la determinación de ésta en años secos, además la producción de materia seca de dos sub poblaciones puede ser bien estimada dentro de un $\pm 10\%$ de la media a un nivel de confianza del 95%.

Burzlaff (1967), modifica la técnica descrita por Winkworth (1962), dicha modificación permite la selección aleatoria de vegetación en un transecto circular, el instrumento es similar al transito topográfico, presenta las desventajas de no ver bien la vegetación en días con mucho viento, en la mañana y en la tarde las sombras hacen difícil la identificación de las especies, las especies con escaso porcentaje de cobertura se hacen imperceptibles al muestreo.

Cabral (1986), estimó la cobertura en especies arbustivas, por medio de la técnica, unidad de referencia, en unidades experimentales; libre de lagomorfos, libre de apacentamiento y

tierras manejadas por el centro de manejo de Tierras de EUA, de los muestreos realizados no encontró diferencias significativas entre los tratamientos corte y unidad de referencia, pero sí sobre estima el peso de plantas pequeñas.

Beck y Hansen (1966), aplicaron la técnica de la rueda de bicicleta, en tres transectos, cada transecto consistió de 1000 sub parcelas (6.6 x 6.6 pies) o sea 1000 vueltas de la rueda (cada vuelta es una revolución), una revolución es una sub parcela.

Técnica del Punto, su origen y evolución

Según Cook y Stubbendieck (1986), comentan que el método del punto fue menciona primero por Levy en 1927 y por Levy y Madden en 1933 en Nueva Zelanda. Este método representa la reducción de un cuadrante hacia un punto sin dimensión. Por lo tanto si un número suficiente de puntos es distribuido sobre un área, entonces el porcentaje de puntos directamente sobre las plantas representaría la cobertura actual y relativa. Posteriormente se ha desarrollado varios métodos del punto, entre ellos; el marco de punto con agujas vertical y con agujas en 45°, estos pueden tener de cinco a diez agujas de distintas longitudes y diámetros. (Fisser y Van Dyne, 1960), implementaron un aparato de cinco pies de longitud y una pulgada de ancho con calibración de décimas y centésimas de pie para medir la vegetación en este caso la cobertura, éste mismo aparato lo modificó después en 1966.

Ibrahim (1971), hizo una modificación de la técnica del punto de Levy y Madden (1933), consta de seis piezas de madera

(similar en estructura al marco de puntos de 45°). Puede determinar cobertura sólo en plantas de longitud menor a 1 metro.

Poissonet *et al.* (1972), implementaron una modificación a la técnica del punto por medio de un instrumento consistente en una bayoneta la cual es muy apropiada para muestreo de vegetación donde ésta es densa, es una hoja de fierro de 65 cm. de longitud 2 cm de ancho y 2 mm de grueso.

Aunque se ha realizado estudios en donde se ha aplicado puntos cada 5 y 20 cm. (Martínez, 1999). Otra modificación es la técnica, punta del pie en donde la separación y número de puntos está en función de la especie, exactitud y precisión deseada (Santiago, 1997).

Schulz y Leininger (1990), estudiaron la cobertura aérea de las especies existentes en el pastizal para ello establecieron 300 parcelas de 20 x 50 cm. establecidas a cinco distancias de la rivera de un río, con el apoyo de la determinación de cobertura de Daubenmire (1959), por medio del punto.

Pitt y Wikeem (1990), analizaron los patrones fenológicos de la *Artemisia/Agropyron* para lo cual se aplicaron 36 transectos de 30 metros cada uno con puntos espaciados cada 30 cm se analizaron estadísticamente por contraste ortogonal y la ecuación Newman-Keul's después de realizar un ANOVA.

Estudios de campo realizados

Griffin (1989), modifico la técnica de Tidmarsh y Havenga (1955), y de Von Broembsen (1965), desarrollada primero en la evaluación de cobertura aérea en el estrato inferior de herbáceas con arbustivas muy escasas y cobertura arbórea, ahora es usada comúnmente en las técnicas de punto. Dicha técnica consta de un instrumento semejante a la rueda de una bicicleta, con un bastón que se sujeta a la cintura del operador, el principio es el siguiente, al rodar el instrumento cada toque de un vástago se considera como un punto el cual es registrado en una computadora portátil. Dado que antes se sugería que el registro de campo debía hacerse por dos y hasta tres operadores los que desempeñan diferentes ocupaciones, en este caso sólo una persona hace todo el trabajo de rodar el instrumento, tomar altura de la planta y registro del evento en la computadora portátil.

Floyd y Anderson (1987), aplicaron la línea intercepto y el punto en la determinación de especies arbustivas, obtuvieron una mayor significancia de la cobertura de arbustivas por medio de la línea intercepto que con el punto, si bien determinó mas óptimamente suelo desnudo y litter por medio del punto que por línea intercepto.

Técnica Línea de Canfield, su origen y evolución

Las bases de dicha técnica la cual fue diseñada, probada e introducida por su creador Ronald H. Canfield a fines de los años treinta y principios de los cuarenta, fue uno de los primeros investigadores en manejo de pastizales, en el sudoeste de los

EE.UU., y dadas sus condiciones de trabajo, su objetivo fue el diseñar una técnica sencilla y adecuada para determinar la vegetación propia de pastizales desérticos la misma que es publicada por primera ocasión en 1941 en el Journal of Forestry. Los principios que la rigen son: es definida como un método de muestreo de vegetación basada en la medición de todas las plantas interceptadas en un plano vertical de líneas localizadas al azar y de igual longitud (Fierro, 1980).

Canfield (1941) recomienda un pre muestreo mínimo de 16 líneas, para estimar de allí los muestreos necesarios, sobre la base de su error experimental o error estándar, en la mayoría de los casos no se requiere más de 100 líneas. Probó y recomendó líneas de 15 y 30 metros, sobre la base de la cobertura estimada previamente, en el área muestreada. En áreas con 5 a 15 % de cobertura basal, recomienda utilizar líneas de 15 m, doblando esta longitud (30 m) en áreas con menor cobertura (de 0.5 a 5 %).

Hormay (1949) hizo un estudio para obtener los mejores registros de los cambios de la vegetación con el método de la línea de Canfield, estos cambios deben ser medidos por los tipos de suelo puesto que la producción, reproducción, vigor y manejo de la vegetación vinculada al suelo, el error del juicio personal de intercepción, es esencial en el estudio del hábitat de pastizales de las especies importantes determinando la unidad de medición de la planta.

Fisser y Van Dyne (1960) diseñaron una técnica para facilitar el muestreo con la Línea de Canfield, ellos describieron un aparato mecánico para localizar las líneas. Se adapta una cinta

de acero para medir, al aparato tiene un medidor sobre la cinta para medir las líneas, en la práctica uno simplemente da el nombre de la planta y la marca donde fue interceptada, no es necesario medir cada intercepto, solo el punto inicial o final. Los datos son tomados de la cinta y transcritos a tarjetas de computadora. Pueden utilizarse para programas de computadora y hacer comparaciones estadísticas.

Fierro (1980) menciona modificaciones con relación a que el número de líneas a utilizar, dependerá de: las características de la población (comunidad vegetal), variación entre especies de individuos y tiempo de costo involucrando ello el que los zacates se midan al ras del suelo con una regla de medir o la propia línea si está graduada. Los muestreos se efectúan al ras del suelo, considerando los siguientes factores: la superficie del suelo es un punto definido, las plantas son más compactas a este nivel, el estado fenológico de la planta no altera la medición, la composición florística resultante no se ve afectada por la altura, color o intensidad de la vegetación (como es el caso de técnicas estimativas), las plantas utilizadas pueden ser medidas al igual que las sin utilizar, las plantas no abundantes o escasas, tienen la misma probabilidad de ser incluidas en la muestra, que las muy abundantes.

Pérez (inédito s/f) menciona que el método de la línea puede ser utilizado para determinar la utilización, con mediciones antes y después del pastoreo.

Chambers y Brown (1983) describieron mas detalladamente la técnica de Canfield la cuál se describe a continuación: a) se

tiende una línea de predeterminada longitud, objetivamente localizada, un buen procedimiento de muestreo puede ser el muestreo al azar estratificado, usando una línea base y líneas perpendiculares. b) la cobertura interceptada de cada especie a lo largo de la línea es medida con una cinta o con una regla. c) muchas líneas cortas son generalmente preferidas que algunas líneas largas, un mínimo de 5 a 10 líneas son regularmente requeridos en una muestra adecuada. d) los datos se deben de registrar claramente para cada intercepción. e) los datos de la línea son resumidos por el análisis estadístico.

Cantú (1984) realizó una serie de modificaciones en la implementación de fórmulas para la determinación de cobertura absoluta, relativa para cada especie.

Brady y col. (1995), trabajaron con modelos simulados en computadora con el programa Turbo Pascal versión 6.0, permite controlar las mediciones y conocer los valores de la población y con un gran número de repeticiones, para datos del punto (colectados sistemáticamente a lo largo de cada metro situado permanentemente en una línea de 100 metros), detectando los cambios actuales en la cobertura basal. Para el propósito de simulación, la comunidad se definió en términos de especies dominantes *Bouteloua gracilis* (H.B.K.), con una inicial cobertura basal de 12 centímetros.

Kinsinger y col. (1959) utilizaron las técnicas de Línea de Canfield, parcela variable y el anillo para estimar la cobertura aérea en arbustos comparado por 3 observadores en 4 lugares en el noroeste de Nevada. Un área de 930 m² fue seleccionada para

cada área de muestreo. El coeficiente de variación resulto ser menor para la parcela variable de 12.27 % y para la Línea de Canfield de 55.7 % y el anillo de 53.9 %.

Martínez (1960) comparó el uso de diversas longitudes en tres tipos mayores de vegetación; el pastizal amanojado arborescente con encino (*Quercus spp*) los transectos de 20 y 40 m fueron adecuados. En el caso de un pastizal mediano abierto de *Bouteloua-Aristida* la longitud adecuada fue de 30 m y para el pastizal halófito abierto de *Sporobolus airoides* la longitud de la línea adecuada fue de 20 m, por lo tanto se considera más importante aumentar el número de líneas en lugar de aumentar su longitud (más de 30 m). Este método es él mas utilizado en comunidades de gramíneas y arbustos, donde las plantas presentan dos dimensiones y son bajas.

Schultz y col. (1961), construyeron una población artificial para comparar varias técnicas de muestreo. Utilizando varios tamaños de discos de plástico que variaron de .55 a 1.756 cm con los tamaños siguieron una distribución normal. Se utilizaron aparatos de muestreo en miniatura para muestrear la población. Se utilizaron las siguientes técnicas: estimación ocular, Línea de Canfield, marco con 10 puntos, anillo y la parcela variable. Las técnicas con un alto coeficiente de variación fueron el individuo más cercano 69.06 %, estimación ocular 37.3 %. Las técnicas más seguras fueron Línea de Canfield 20.05 % y el marco con 10 puntos 19.25 %. La técnica de la parcela variable fue 14.44 % y la línea de puntos 18.17 % fueron muy seguros. La técnica del anillo fue una de las mas bajas 15.25 %.

Brun y col. (1963) hicieron una comparación de la Línea de Canfield y el Marco del Punto muestreando aleatoriamente una vegetación de arbustos desérticos, estimaron la comparación florística. El Marco del Punto fue 1.44 veces más rápido estimando la exactitud que la Línea de Canfield para el tipo de pastos cortos y 1.85 veces más eficiente en el tipo pastos cortos. La cobertura estimada fue 5.67 veces más rápido con el Marco del Punto que con la Línea de Canfield en la vegetación de Pastos cortos. El Marco del Punto fue 4.11 veces más eficiente en el muestreo de cobertura en el tipo de pastos cortos.

Cook y Box (1981) realizaron una comparación de los métodos del anillo y del punto para el análisis de la vegetación, el propósito fue determinar el por ciento de cobertura y composición florística, el estudio fue realizado en Utah (1959), se registraron todos los contactos de acuerdo a corona basal, mantillo, suelo desnudo, rocas, no se encontró diferencia significativa entre los registros y métodos.

Heady *et al.* (1959), aplicaron las técnicas línea intercepto y puntos en línea en dos comunidades de arbustivas, dado que anteriormente no se había realizado investigación en este tipo de vegetación en el estado de California en EUA.

Van Dyne (1960), la modificación y argumento en relación a esto es que se menciona y critica la técnica de Canfield en la subjetividad de la técnica, dificultad en hallar el lugar apropiado, instalación y reinstalación de las líneas, tiempo empleado, por ello la modificación al respecto es la creación de una estructura que hace más sencillo el muestreo y/o aplicación de la técnica, la

cual consiste de una estructura de fierro de 5 pies de longitud con sub divisiones cada décima y centésima de pie las mismas que sirven para la toma de datos en el campo.

Winkworth *et al.* (1962), analizaron el comportamiento de tres técnicas; estimación ocular en 3 tipos diferentes de parcelas; línea intercepto y el punto, en comunidades de pastizales áridos en Australia, la innovación al respecto es que las técnicas aplicadas es en especies vegetales diferentes a lo que se ha hecho en EUA, o sea especies que presentan características morfológicas dadas sólo en Australia.

Ripley *et al.* (1963), la innovación a la técnica es en el sentido de analizar el comportamiento de la técnica en el análisis de la vegetación en un plano vertical (tal como se aplica en la actualidad), mide sólo la parte que es interceptada por la línea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

La fase del trabajo de campo de la presente investigación se efectuó en el predio denominado Rancho “El Olvido” mismo que se localiza en el Municipio Saltillo, Coahuila sobre el kilometro 31 de la carretera 54 en el tramo de Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas. Algunas de las características primordiales tal como la altura promedio a que se encuentra es de 1914 msnm. Sus coordenadas geográficas son 25° 11’ 15” latitud Norte y 101° 06’ 14” longitud Oeste (Figura 1 en anexo).

Descripción de la unidad experimental

Suelo

Es clasificado como xerosol cálcico el cual es de origen aluvial (CETENAL, 1976; Martínez, 1999). La pedregosidad en tamaño varía de 2 a 7 cm. La pendiente no es considerable ya que ésta es aproximadamente entre 2 a 4 %. La superficie total del predio es de 138. 2 Ha., dicho predio tiene la característica de estar en descanso del apacentamiento desde hace trece años, ello en referencia a apacentamiento de especies domesticas. Por lo que el predio se utiliza solamente en la actualidad actualmente en su inmensa mayoría por la fauna silvestre de la que existen las siguientes: conejos, coyotes, topes, liebres, hormigas, lepidopteros , aves canoras y de rapiña y otras especies (Fuentes, 1998).

Vegetación

Con relación a las especies vegetales existentes las cuales se hallan divididas en dos estratos: uno es el estrato superior definido como, matorral micrófilo, en éste la especie vegetal más abundante es la gobernadora por otro lado el estrato inferior se halla ocupado principalmente por las gramíneas, en el cuadro 1, se hace un listado de las especies presentes en el predio. Descrita por (Santiago 1997; Fuentes, 1998; Martínez, 1999).

Climatología

El clima que se presenta en la región se clasifica como BWhw”(e’), el cuál se caracteriza por ser un clima seco, semicálido extremo, con lluvias de verano y precipitación invernal de 5 a 10 % del total anual (García, 1973), la evapotranspiración promedio para el área de estudio es de 20.09-17.74 (Mendoza, 1983). La precipitación pluvial promedio de 1990-1996 fue de 389.8 mm distribuidos principalmente en los meses de Mayo a Septiembre. En relación a lo precipitado en el presente año se tiene un total de 22.9 mm en los tres meses. La temperatura media es de 9.92°C como mínima y 24.01°C como máxima, la evaporación es de 167.28, y por último la humedad relativa promedio es de 78.07 % (Dpto. Agrometeorología UAAAN, 1997)

Metodología de muestreo y materiales utilizados

El muestreo de campo fue realizado con la aplicación de las técnicas: Línea de Canfield y el punto.

Se muestreo veinte líneas de diez metros en cada una de las cinco distintas separaciones entre puntos; a). Separación entre puntos cada veinte centímetros b). Separación entre puntos cada quince centímetros c). Separación entre puntos cada diez centímetros d). Separación entre puntos cada cinco centímetros e). Separación entre puntos cada dos y medio centímetros. La suma de cada uno de los muestreos fue: a). Mil puntos de contacto b). Mil trescientos treinta y tres puntos c). Dos mil puntos d). Cuatro mil puntos e). Ocho mil puntos. La sumerización de todos estos puntos es dieciséis mil ochocientos treinta y tres puntos.

Tomándose como apoyo la Línea de Canfield, de acuerdo a las fases primordiales en el planteamiento de estudios relativo al inventario del pastizal se constató el que se tuviera una óptima fracción de muestreo en toda el área de estudio. Así para la orientación y ubicación de las estaciones de muestreo se realizó un croquis. La metodología fue así: Se ubicaba la estación de muestreo por medio del croquis y con la ayuda de una brújula una vez que se llegaba a la estación de muestreo se procedía a colocar dos estructuras de fierro, las cuales tienen una argolla en la que se sujeta la cinta de diez metros por uno de sus extremos, posteriormente se registraban los datos con una aguja,

considerándose como punto lo que era tocado por la punta de la varilla en cada una de las cinco distancias (20, 15, 10, 5, 2.5 cm).

Una vez que se colocaba la cinta se procedía a efectuar la lectura de los eventos tocados por la aguja de ciento diez centímetros de longitud y se registraban en formatos previamente elaborados, según fuera el evento; vegetación, suelo desnudo, roca, mantillo y otros para esta técnica. Sobre la base de lo mencionado el muestreo aplicado fue sistemático.

El material usado durante el muestreo de campo fue: aguja de 110 centímetros, formatos diseñados para la toma de datos en el campo, diseño de estructuras para las línea, bolsas de papel y plástico, marcadores, prensa para colecta de especies de plantas, cordón de ixtle, cinta de diez metros de longitud.

Análisis estadístico

Fórmulas para la determinación de la cobertura

Para el análisis de la cobertura, se aplico la siguiente fórmula:

$$\% \text{ composición florística} = \frac{X}{\quad} \times 100$$

Y

Donde:

X = Número total de contactos con plantas

Y = Número total de puntos

Exactitud

La determinación se realizó por medio de la utilización del coeficiente de variación, con lo cual se utilizaron las medias de los datos obtenidos para los puntos de 20, 15, 10, 5 y 2.5 cm.

$$CV = S/x$$

Donde: CV = coeficiente de variación

S = desviación estándar

X = media de muestras

Precisión

La determinación se realizó por medio de la utilización de la desviación estándar, la cual fue obtenida de las medias de los puntos de separación de 5 y 20 cm.

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n - 1}}$$

Donde: S = desviación estándar

n = número de muestras

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de los datos será en el siguiente orden: determinación de cobertura en porcentaje, comparación de medias, eficiencia, exactitud y precisión.

Como resultado de los dieciséis mil trescientos treinta y tres puntos registrados en campo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Determinación de cobertura (porcentaje)

Los porcentajes de cobertura fueron; 22.30, 17.70, 21.75, 15.00 y 18.18 para los espaciamientos entre puntos: 20, 15, 10, 5 y 2.5 centímetros respectivamente, sobre ésta base de los cinco tratamiento efectuados el tratamiento que obtuvo una mejor cobertura fue la distancia entre puntos, veinte centímetros con valor en cobertura de 21.75 de porcentaje, si bien la distancia cinco centímetros tuvo un valor de 21.75 porcentaje por lo que se asume que no existe significancia entre estos dos valores de 20 y 10 centímetros. Por otro lado el espaciamiento que menor valor en cobertura presenta es el espaciamiento cinco centímetros siendo éste 15.00 porcentaje, según se observa en el cuadro 1.

Datos similares obtuvo Martínez (1999), al analizar la composición botánica, con espaciamentos entre puntos cada 20 y 5 cm con líneas de quince metros obtuvo una cobertura de *Bouteloua gracilis* con un porcentaje de 23.4. Asimismo Santiago (1997), obtuvo un porcentaje de *Bouteloua gracilis* de 18.2, con el apoyo de la técnica de punto (punta del pie), espaciada cada 4 metros en transectos de 150.

Cuadro 1. Determinación de cobertura en porcentaje de *Bouteloua gracilis* H.B.K. obtenido de los cinco espaciamentos entre puntos, con la técnica del punto en el Rancho “El Olvido” en el Municipio Saltillo, Coahuila.

Evento (%)	Espaciamiento entre puntos				
	20	15	10	5	2.5
Cobertura	22.30	17.70	21.75	15.00	18.18

En el anexo de la figura 2, se demuestra y se observa que en el evento de espaciamiento entre puntos el más efectivo es el 10 y el 20, esto es por el % de cobertura que presentan es más aceptable que las otras, por lo tanto se recomienda que si en un dado caso se piensa usar esta técnica lo pueden utilizar los puntos 10 ó 20 que son los más efectivos.

Comparación de medias

De los resultados obtenidos se observa que las medias son muy similares en los tratamientos veinte y quince centímetros al presentar medias de 5.57 y 5.90 respectivamente. Semejante comportamiento en resultados presenta los espaciamientos 10 y 5 centímetros con valores de 10.87 y 15.00 respectivamente. Por último el espaciamiento dos y medio centímetros tiene un valor de 36.35, todo esto con un nivel de significancia de 0.05. AL analizar todos los tratamientos, ahora con un nivel de significancia de 0.01, se obtienen los siguientes valores: iguales en el caso de 20 y 15 centímetros, ínter relacionado 15 con 10 centímetros 5.90 y 10.87 respectivamente e iguales valores en los espaciamientos 5 y 2.5 centímetros (Cuadro 2). Datos muy diferentes obtuvo López (1999), al analizar la composición florística obtiene para *Bouteloua gracilis* H.B.K. una media de 0.25, 1.22, 2.27 y 0.45 en distancias de 20, 15, 10 y 2.5 centímetros respectivamente. Datos similares a estos son obtenidos por Fisser y Van Dyne (1966). Por otro lado Santiago (1997), al analizar las técnicas punta del pie y línea de puntos obtiene para la gramínea *Bouteloua gracilis* H.B.K. media sin significancia de 0.17. Martínez (1999) al medir la composición florística obtiene medias muy diferentes a estas en los espaciamientos 5 y 20 centímetros (5.51 y 1.94 respectivamente). Datos similares obtuvo Brady *et al.* (1995).

Cuadro 2. Cuadro de comparación de medias al 0.05 y 0.01 de la determinación de cobertura de *Bouteloua gracilis* H.B.K. obtenido de los cinco espaciamientos entre puntos, con la técnica del punto en el Rancho “El Olvido” en el Municipio Saltillo, Coahuila.

Nivel de significancia	Espaciamiento entre puntos				
	20	15	10	5	2.5
Media (0.05)	5.57 c	5.90 c	10.87 b	15.00 b	36.35 a
Media (0.01)	5.57 c	5.90 c	10.87 bc	15.00 b	36.35 a

En el anexo 3, podemos observar que el nivel de significancia en media 0.05, es más elevado en los puntos 2.5 y 10, por lo tanto se recomienda el punto 2.5 ya que es más significativo, y así tendremos una determinación más precisa en cuanto a sus Media.

Desviación media estandar (DMS)

Al comparar los diversos datos entre unos y otros, con un nivel de significancia 0.05 se obtiene una DMS de 4.4148. Cuando los datos se contrastan con un nivel de significancia al 0.01 la DMS es de 5.8023. Martínez (1999),

obtiene una DMS de 10.92 y 3.57 para los tratamientos distancia entre puntos, 5 y 20 centímetros respectivamente, de lo que se observaba resultados diferentes. Santiago (1997) obtiene resultados diferentes, pues obtiene DMS para *Bouteloua gracilis* H.B.K. de 9.25 al analizar composición florística. López (1999), al estudiar la composición florística de comunidades naturales en el árido del norte de México obtiene DMS con valores de 0.58, 1.86, 3.56 y 1.45 para las distancias 20, 15 10 2.5 centímetros.

Análisis de Desviación estandar y coeficiente de variación

En cuanto a la precisión al utilizar, distancias de menor tamaño de separación entre ellas, estas tienden a decrecer su precisión (3.18, 4.27, 6.62, 8.53 y 19.03 por ciento). En lo referente a la exactitud, se encontró que se incrementó, al utilizar una distancia de menor tamaño (52.36 por ciento). Por lo que la mejor eficiencia, se encontró al emplear una distancia de mayor tamaño (20 cm), y decreció conforme la distancia empleada fue menor (Cuadro, 4). Esto posiblemente sucedió, por la dificultad de medir distancias muy pequeñas, en superficies muy grandes.

CONCLUSIONES

1. El espaciamiento entre puntos que mejor mide la cobertura en porcentaje diez centímetros.
2. El tratamiento con el menor Coeficiente de variación es cinco (56.86) y veinte centímetros (57.14), si bien el tratamiento diez centímetros tiene un valor cercano a los valores anteriores (60.89).
3. La cobertura mejor medida fue con el tratamiento 20 centímetros (22.30%), seguido de diez centímetros (21.75%).
4. La DMS en los niveles de significancia no es muy notable, al 0.05 fue 4.4148 y al 0.01 fue 5.8023.
5. La desviación estándar más apropiada, o sea la menor DS, es con veinte centímetros (3.1856), la mayor DS es con el tratamiento 2.5 centímetros (19.0337).
6. Se rechaza la hipótesis ya que el mejor evaluador de la cobertura fue veinte centímetros

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Rancho “El Olvido” en el Municipio Saltillo Coahuila México, el cual se ubica a treinta kilómetros de la ciudad de Saltillo Coahuila por la carretera 54 en el tramo Saltillo Concepción del Oro Zacatecas. El tipo de vegetación predominante se compone de dos estratos, uno superior y otro inferior. En el superior predomina la gobernadora (*Larrea tridentata*) y en el estrato inferior predomina de las arbustivas el hojaseñ y en los estratos de herbáceas predomina *Zinnia acerosa*, gramíneas de los géneros; *Boutelouas*, *Aristidas*, otros.

Se determinó el efecto que tienen cinco diferentes espaciamientos entre puntos, éstas son; cada 20, 15, 10, 5 y 2.5 centímetros en la determinación de la cobertura del gramínea *Bouteloua gracilis* H.B.K. en el Municipio Saltillo Coahuila, en un pastizal mediano abierto, para ello se realizaron 16.333 registros veinte líneas de diez metros cada una. Para lo cual se tomó como objetivo el realizar la evaluación de cinco distancias entre puntos, donde se observan dos estratos uno superior con predominancia de *Larrea tridentata* (gobernadora) y en el estrato inferior se observan; herbáceas y gramíneas. Se determinó la exactitud (menor coeficiente de variación), rapidez (menor tiempo empleado por línea) y precisión (menor desviación estandar).

De lo cual se concluye lo siguiente: el tratamiento que mejor determina la cobertura es veinte centímetros con un coeficiente de variación (57.14) el que tiene el mayor CV es el tratamiento quince centímetros con un CV de 72.50. La menor desviación estandar es con veinte centímetros (3.18) y el tratamiento con la mayor desviación estandar es 2.5 centímetros (19.0337). Dados los resultados obtenidos por lo tanto se rechaza la hipótesis, de que el tratamiento diez centímetros será el mejor evaluador de la cobertura.

LITERATURA CITADA

Bauer, H.L. 1943. The statistical analysis of chaparral and other plan communities by means of transect samples. Ecology 24. 45-60.

Beck, R.F., and R.M.Hansen. 1966. Estimating Plains Pocket Gopher Abundance on Adjacent Soil Types by a Revised Technique Journal of Range Management 19(4):224-225

Bock, C.E., Bock, J.H., Michel, G.C., and Timothy R.S. 1995. Effects of fire on abundance of *Eragrostis intermedia* in a semi-arid grassland in southeastern Arizona. Journal of Vegetation Science. 6:325-328

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 plant basal cover. Journal of Range Management 48: 187-190.

Brun M. J. and T . W. Box. 1963. A comparison of line intercepts and random point frames for sampling desert shrub vegetation Journal of Range Management 16 :21-25.

Bryant, F.C. and M.M. Kothmann. 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. Journal of Range Management 32(2):144-146.

Burzlaff, D.F. 1967. The focal-point technique of vegetation inventory. Journal of Range Management 19:222-223.

Butler, S.A., and L.L McDonald. 1983. Unbiased Systematic Sampling Plans for the line intercept Method. Journal of Range Management 36(4):463-468.

Cabral, D.R. and N.E.West. 1986. Refernce Unit-based Estimates of Winterfat Browse Weights. Journal of Range Management 39(2): 187-189.

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. UAAAAN-UL. Departamento de Producción Animal. Torreón, Coahuila. México.
- Chambers, J.C., and R. W. Brown. 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands. USDA. General Technical Report IMT-151. page 15-17.
- Cook, C.W. and J. Stubbendieck. 1986. Range research. Basic problems and techniques Society of Range Management. Denver Colorado USA. 317 pp.
- Cook, C.W., y T.W. Box. 1961. A comparison of the loop and point methods of analyzing vegetation. Journal of Range Management 14:22-27.
- Daubenmire, R. 1959. A Canopy-coverage Method of Vegetational Analysis. Northwest Science. 33:43-64.
- Fierro, L.C. 1980. Manual de Métodos de Muestreo de Vegetación. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Departamento de Manejo de Pastizales. SERIE TÉCNICO CIENTÍFICA Vol. 1. N° 1. Chihuahua. Chihuahua. México.
- Fisser, H. G. 1961. Variable plot, square foot plot, and visual estimate for shrub crown cover measurements 14:205-207.
- Fisser, H.G., and G.M. van Dyne. 1960. A Mechanical Device for Repeatable Range Measurement. Journal of Range Management 13: 40-42.
- Fisser. H. G., and G. M. Van Dyne. 1966. Influence of number and spacing of point on accuracy and precision of basal cover estimates. Journal of Range Management 19: 205-211.
- Floyd, D.A., and J.E. Anderson. 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. Journal of Ecology. 75:221-228.
- García, E. 1975. Modificaciones al sistema de clasificación de Koopper. Segunda edición instituto de Geografía. UNAM. DF. México.
- Griffin, G.F. 1989. An enhanced wheel-point method for assessing cover, structure and heterogeneity in plant

- communities. *Journal of Range Management* 42(1):79-81.
- Hatton, T. J. N.E., West, and P.S. Johnson. 1986. Relationships of the Error Associated with Ocular Estimation and Actual Total Cover. *Journal of Range Management* 39(1): 91-92
- 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. *Journal of Range Management* 12: 180-188.
- Hormay, A.L. 1949 Getting better Records of Vegetation Changes with the Line Interception Method. *Journal of Range Management* 2: 67- 69.**
- Huss, D.L., G.L. Aguirre. 1979. *Fundamento de Manejo de Pastizales*. ITESM. Monterrey N.L. México
- Ibrahim, K.M. 1971. Ocular Point Quadrat Method. *Journal of Range Management* 24(4):312**
- Kinsinger, F.E., R.E. Eckert and P.O. Currie. 1959. A comparison of the line - interception, variable -plot and loop methods as used to measure shrub-crown cover. *Journal of Range Management* 13:17-21
- Laycock, W.A. 1965. Adaptation of Distance Measurements For Range Sampling. *Journal of Range Management*. 18: 205-211.
- Lopez A,N.1999 Efecto del espaciamento entre puntos cada 20,15,10,y 2.5 cm. en la composición florística en el municipio Saltillo. Tesis licenciatura UAAAN Dpto. Recursos Naturales Renovables Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Lyon, L.J. 1968. An Evaluation of Density Sampling Methods in a Shrub Community. *Journal of range Management*. 21:16-20.
- Martinez, F. 1960. Muestreo de pastizales en zonas áridas. Análisis botánica por el método de línea de Canfield. Tesis Escuela Nacional de Agricultura Chapingo Texcoco. Estado de México.
- Martinez,M.L. 1999 Influencia del número y separación de los puntos en la composición florística en el municipio

- de Saltillo. Tesis licenciatura UAAAN. Dpto. Recursos Naturales Renovables Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Mendoza, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de agrometeorología. Buenavista, Saltillo
- Morris, M.J., K.L. Johnson, and D.L. Neal. 1976 Sampling Shrub Ranges with an Electronic Capacitance Instrument *Journal of Range Management* 29(1):78-81.
- Oldemeyer, J.L. 1980. Comparison of 9 Methods For Estimating Density of Shrubs and Sampling in Alaska. *Journal of Wildlife Management* 44(3): 662-666.
- Penfound W.T. 1963. A modification of the Point-Centered Quarter Method for Grassland analysis. *Ecology* 44:175-176.
- Pitt, M.D., and B.M. Wikeem. 1990. Phenological patterns and adaptations in an *Artemisia/Agropyron* plant community *Journal of Range Management* 43(4):350-357.
- Poissonet, P.S., P.M. Daget, J.A. Poissonet, and G.A. Long. 1972 Rapid Point Survey by Bayonet Blade *Journal of Range Management* 25(4):313.
- Ripley T.H., F.M. Johnson and W.H. Moore. 1963. A Modification of the Line Intercept Method For Sampling Understory Vegetation. *Journal of Range Management* 16:9-11.
- Santiago, B.M.A. 1997. Comparación de técnicas para la determinación de cobertura de *Bouteloua gracilis* H.B.K. en un pastizal semiárido en el municipio Saltillo. Tesis licenciatura. UAAAN. Departamento Recursos Naturales Renovables. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Schultz, A.M., R.P. Gibbens, and L. de Bano. 1961. Artificial populations for teaching and testing range techniques. *Journal of Range Management* 14: 236-242.
- Schultz, T.T., and W.C. Leininger. 1990. Differences in riparian vegetation structure between grazed areas and exclosures. *Journal of Range Management*. 43(4): 295-299.
- Stokes, C.J., and R.I. Yeaton. 1994. A line-based vegetation sampling technique and its application in succulent

- karoo. African Journal of Range Forest Science. 11 (1): 11-16
- Sykes J.M., A.D., Horril, and M.D. Mountford. 1983. Use of visual cover assessments as quantitative estimators of some British woodland taxa. Journal of Ecology. 71:437-450.
- Tedonkeng, P.E., R.D. Pieper, and R.F. Beck. 1991. Range condition analysis: Comparison of 2 methods in southern New Mexico desert grasslands. Journal of Range Management 44(4):374-378
- Tidmarsh, C.E.M., and Havenga, C.M. 1955. The wheel-point method of survey and measurement of semi-open grasslands and karoo vegetation in South Africa. Botanical Survey South Africa, Memoir 29, 49 pp.
- Van Dyne, G.M. 1960. A procedure for rapid collection, processing, and analysis of line intercept data. Journal of Range Management 13:247-251.
- Wells, K.F. 1971. Measuring Vegetation Changes on Fixed Quadrats by Vertical Ground Stereophotography. Journal of Range Management 24-233-236.**
- Williamson, S.C., J.K. Detling, J.L. Dodd, and M.I. Dyer. 1987. Nondestructive estimation of shortgrass aerial biomass. Journal of Range Management 40 :254-255.
- Winkworth, R.E., R.A. Perry and C.O. Rossetti. 1962. A Comparison of Methods of Estimating Plant Cover in an Arid Grassland Community. Journal of Range Management 15: 194-196.