

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO



**Técnicas de Medición de Distancia para la Determinación de
Densidad en Arbustivas en un Pastizal Semiárido**

POR:

CLAUDIA YOLANDA JIMÉNEZ BUSTOS

**Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título
de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

ABRIL DEL 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Departamento Recursos Naturales Renovables

**Técnicas de Medición de Distancia para la Determinación de Densidad en
Arbustivas en un Pastizal Semiárido**

POR:

CLAUDIA YOLANDA JIMÉNEZ BUSTOS
TESIS

Que se 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
Presidente

MC. Víctor H. Castro Tavares
Sinodal

Dr. José Hernández Dávila
Sinodal

Dr. Ramón Florencio García Castillo
Coordinador División Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2006

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Índice de contenido

Contenido	Página
INTRODUCCION	1
Objetivo General	2
Objetivos específicos	2
Hipótesis General	2
REVISION DE LITERATURA	3
Definición de densidad	3
Conceptos relacionado con el muestreo de vegetación y densidad	3
Vegetación de las zonas áridas y semiáridas	4
Aplicación del Inventario y Evaluación en los ecosistemas Naturales	4
Densidad su Historia y Evolución	5
Relación de densidad con cobertura, frecuencia y abundancia	7
Factores a considerar en el muestreo de densidad en comunidades vegetales de ecosistemas naturales	7
Procedimientos de muestreo de vegetación	8
Punto central del cuadrante	10
Individuo más cercano	11
Vecino más cercano	11
Pares aleatorios	12
MATERIALES Y METODOS	19
Descripción del área de estudio	19
Ubicación del área experimental	19
Características edafológicas del predio	19
Climatología del predio	20
Descripción del área experimental censada y metodología	21
Aplicación de las técnicas	21
Análisis de datos	23
RESULTADOS Y DISCUSION	24
Exactitud	24
Gobernadora	24
Hojasén	25
Mariola	25

Rapidez	26
Precisión	26
Punto central del cuadrante	26
Individuo más cercano	27
Vecino más cercano	27
Pares aleatorios	28
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30

Resumen

El presente estudio se realizó en un pastizal semi desértico en el rancho "El Limbo" ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila, durante el verano de 2006, el objetivo de este fue realizar la comparación de cuatro técnicas de distancia para vegetación arbustiva, estos son: Punto central de cuadrante (PCC), individuo mas cercano(IMC), vecino mas cercano(VMC, pares aleatorios (PA), dentro de una comunidad vegetal, en donde predominan las arbustivas bajo estudio; *Larrea tridentata* (gobernadora); *Flourensia cernua* (hojasen) y *Parthenium incanum* (mariola). Así mismo se involucró en el estudio, la determinación de la eficiencia de cada técnica de muestreo (en atención a la sobrestimación y/o determinar subestimación de las técnicas), asimismo se midió la rapidez (tiempo promedio empleado en una unidad de cada una de las técnicas), por último se midió la precisión, determinada a través del calculo de la desviación estándar. Los resultados del censo fue: gobernadora, 2085; hojasen, 849 y mariola con 13,646 plantas por hectárea.

La exactitud se estimó en base a porcentajes de sobrestimación o subestimación de los datos estimados, comparados con los datos del censo, siendo el mejor el que tenga el mayor porcentaje ya sea de subestimación o sobrestimación. En cuanto a esta variable, la técnica mas exacta para la gobernadora fue punto central de cuadrante (37.28 %) de subestimación, la técnica menos exacta fue; pares aleatorios (70.67 %) de sobrestimación; para el hojasen, la técnica mas exacta fue: individuo mas cercano (55.69 %) de subestimación y la técnica menos exacta fue: pares aleatorios (299.74 %) de sobrestimación; para la mariola, la técnica mas exacta fue pares aleatorios (78.45 %) de subestimación y la técnica menos exacta fue individuo mas cercano (97.02 %) de subestimación .

La rapidez se basó en la duración de la ejecución de cada método, siendo mejor el que consumió menos tiempo. La técnica mas rápida resultó ser el IMC reportó 17 segundos y la técnica menos rápida fue pares aleatorios con 52 segundos.

La precisión se basó en la desviación estándar de las muestras para cada método, siendo el mejor el que tenga la menor desviación estándar. Para la gobernadora la técnica mas precisa fue el de VMC con 1.74 y la técnica menos precisafue el de PCC con 2.65; para hojasen, la técnica mas exacta resultó ser el VMC con 2.48 y la técnica menos precisa fue el PCC con 3.89; para la mariola, la técnica mas

precisa fue el de VMC con 2.25 y la técnica de menor precisión fue el PCC con 3.62.

INTRODUCCION

En México aproximadamente dos terceras partes del territorio, se hayan cubiertas de vegetación del tipo predominante de arbustivas, esto en las zonas áridas de la parte que comprende el desierto Chihuahuense en el norte de nuestro país, especies vegetales que en atención al contenido de nutrientes son factibles de ser utilizadas a través del diente de las diferentes especies animal del ganado doméstico y /o fauna silvestre que habitan en el ecosistema.

Consecuencia de la inapropiada utilización del recurso natural, además de las escasa y/o erráticas precipitaciones pluviales aunado a las, condiciones climatológicas y otros factores innatos a la vegetación en sus diferentes estratos herbáceos, se tiene diversas comunidades de vegetación, es pertinente que para poder efectuar una adecuada utilización del recurso pastizal se comprenda las distintas especies de vegetación y tipos de producción de forraje de las cantidades existentes en el pastizal, tanto a nivel predio o potrero. Para ello es menester el que deba llevarse a cabo por medio de muestreo de plantas en el potrero, para lo que deben considerarse factores que conlleven a una óptima determinación de las mismas, entre dichos factores están; que las plantas como tal, tienen patrones o arreglos de crecimiento que las hace diferenciarse unas de otras, por lo que un mismo método de muestreo no puede ser utilizado para todos los tipos de vegetación, esto es porque las plantas presentan características de crecimiento diferentes unas de otras, por ejemplo; índice de área foliar (disposición de las hojas), en el tallo, características de tipo de tallo, hábito de crecimiento de la planta (decumbentes, otros), aunado a esto es que las comunidades de plantas se presentan, de manera natural, en el ecosistema con patrones de distribución de las comunidades de las plantas; agregadas, al azar.

Sobre la base de lo mencionado para determinar tanto la producción de forraje así como la determinación de factores que permitan observar las distintas características de las especies forrajeras existentes en el pastizal es que el ser humano a diseñado algunas herramientas que le permitan, estimar, inferir, medir, observar o determinar características deseables en alguna(s) especie(s) vegetal del ecosistema, en donde se considere las características de distribución de las plantas por ello ha tenido que idear herramientas técnicas inherentes a la determinación lo más óptimo posible de ellas, como parte del pastizal, tal como; métodos de parcela y distancia punto central del cuadrante (PCC), individuo más cercano (IMC), vecino más cercano (VMC), pares aleatorios (PA), cuadrante

errante (CE), ángulo en orden (AO). Sobre la base de lo antes aludido, el presente estudio plantea los objetivos general y específicos siguientes:

Objetivo General

Aplicar cuatro técnicas de distancia, y correlacionar su exactitud, rapidez y precisión en función de la mejor medición, en una comunidad vegetacional en la cual predominan las especies arbustiva: de tres especies arbustivas *Larrea tridentata* (D.C.) Cav. (Gobernadora); k (D.C.) (hojasén), *Parthenium incanum* (H.B.K.) mariola.

Objetivos específicos

1. Determinar por medio de la comparación, el mejor método de muestreo de distancia, en las tres especies de vegetación arbustiva mencionadas, en función a exactitud.
2. Determinar por medio de la comparación el mejor método de muestreo, de distancia, en las tres especies en vegetación arbustiva en función a rapidez.
3. Determinar por medio de la comparación el mejor método de muestreo de distancia, en las tres especies en vegetación arbustiva en función a precisión, en cuanto a sobreestimación y/o subestimación de cada uno de los métodos utilizados.

Hipótesis General

La técnica de distancia denominada punto central del cuadrante será la que medirá de manera más apropiada densidad en este estrato vegetacional

REVISION DE LITERATURA

Densidad (definición)

La densidad proviene del latín *densitas, densatis*, definida como calidad de denso (RAE,1984). Asimismo se dice que en el análisis cuantitativo de la sinecias, la dispersión media de cada componente, apreciada en distancias (Font Quer, 1965). Densidad es el número de individuos en una unidad de área dada o el recíproco del área media ocupada por un individuo (Bonham, 1989). Pieper (1978), define densidad como el número de individuos por unidad de área. Por lo que se refiere al número de individuos por unidad de superficie (Lyon,1968), y en consecuencia denota el número de individuos de planta por unidad de área (Laycock, 1985). Por otra parte el RISC (1983), la define como el número de individuos o tallos vegetativos por unidad de área. (Hanson, 1959; citado por Parker, 1954), menciona que la densidad también puede ser considerada como una expresión del número de individuos de plantas por unidad de área.

Odum (1959), la define como: la densidad de la población es el tamaño de la población en relación a alguna unidad o espacio, la cual es llamada o expresada comúnmente como el número o biomasa de los individuos de una población, por unidad de área o volumen. Así también hace una distinción entre dos tipos de densidad las que son: Densidad cruda (número o biomasa por unidad total de espacio y la densidad específica o ecológica (número o biomasa por unidad de espacio hábitat, considerada como área o volumen disponible que puede ser colonizada por una población <también llamada densidad económica> (Elton, 1933, citado por Odum, 1959).

Conceptos afines al muestreo vegetacional y su densidad

Método (del latín *methodus*)

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

Muestreo

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

Exactitud

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

Precisión (del latín *praesicio, -onis*)

Obligación o necesidad indispensable que fuerza y precisa a ejecutar una cosa. Determinación, exactitud, puntualidad, concisión (RAE, 1984). Es una expresión de la repetibilidad de una medida (Pieper, 1978).

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 fitosociológico de dicha reunión. (Font Quer, 1965). Acción y efecto de poblar (RAE, 1984).

Comunidad (del latín *communitas*, -atis)

Calidad de común, de lo que, no siendo privativamente, pertenece o se extiende a varios (RAE, 1984).

Vegetación en zonas áridas y semiáridas

La vegetación de las Zonas Áridas del Norte de México dentro de las regiones de clima árido y semiárido, es por demás diferente, de lo que se han realizado al respecto un buen número de estudios los mismos que son mencionados por Rzedowzki (1981), quien recomienda en base a las discordancias, que él observa en cuanto a las unidades distinguidas por los autores mencionados, por lo que en base a ello sugiere que todas las arbustivas de porte arbustivo de que son propias de las regiones áridas y semiáridas, sean reunidas bajo el rubro de **matorral xerófilo**, esto lo fundamenta en las afinidades ecológicas y florísticas que existen entre las comunidades que prosperan, en estas zonas, según él, ésta es afín a la categoría de "**desert**" del trabajo de Leopold (1950, citado por él), si bien esta clasificación de Leopold es aún más amplia, ya que también abarca la clasificación de "chaparral y una parte de las comunidades vegetales que incluían "mesquite-grassland" y "arid tropical scrub", por lo que en base a esta clasificación mencionada es la comunidad de vegetación más amplia del país ya que ocupa el 40 % de la superficie de México, pues cubre; parte de la península de Baja California Sur planicies costeras y montañas bajas de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, parte de Puebla y Oaxaca.

Aplicación del Inventario y Evaluación en los Ecosistemas Naturales

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

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

Densidad su Historia y Evolución

Por otro lado la variación temporal en las comunidades vegetales presenta un serio problema el cual no ha sido resuelto aun, además dentro del mismo año ya, los cambios que se dan en las condiciones de crecimiento, tanto fenológico y/o estacionales, da como consecuencia una variación muy grande en las plantas a nivel individual y por ende en la comunidad, pero de manera integral, esto viene causando variaciones las cuales están relacionadas con el tiempo, en las características o atributos de la vegetación los que son cuantificados o medidos en los estudios relacionados con el pastizal, esto de alguna manera afecta las conclusiones de los resultados que se obtienen (Treviño, 1990).

Según Bonham (1989), considera que con la densidad se obtiene un fácil y real entendimiento de las características de la vegetación.

Pieper (1973), dice que el número de individuos es uno de los más útiles en los atributos de la población animal, esto es debido a que los individuos son fácilmente identificables así mismo a que los miembros de la misma especie son de tamaño similar.

La vegetación en su hábitat natural en el ecosistema, presenta dos tipos de variaciones: a) espacial y b) temporal, las mismas que se subdividen en: espacial que presenta dos aspectos: variación inter comunidades y variación intra comunidad. De las mencionadas con anterioridad, la variación inter comunidades es la que ha sido objeto de estudio en mayoría porcentaje que la variación intra comunidad. Dentro de los rubros que se han estudiado mayormente es el que se han realizado trabajos tan sofisticados para tratar de analizar no sólo las

magnitudes sino también los factores a los que obedecen tales variaciones. Esta misma variación intra espacial sólo es menester considerarla durante la fase de muestreo, como parte medular en el diseño del muestreo de campo, la idea es el disminuir al máximo la variación que pudiese existir al respecto dentro de un tipo de vegetación (Bonham, 1989).

Este concepto usado en sentido de área, los valores de densidad, varían entre individuos que realizan las estimaciones y mediciones. Por ejemplo las estimaciones oculares son inexactas, pero las mediciones hechas por medio de los métodos; transecto a pasos, línea de intercepción y anillo son preferidas ya que éstas dan datos más adecuados, también los valores de densidad pueden variar en función de la metodología empleada, p.e. el método del cuadrante es mejor que la estimación ocular (Hironaka,1985).

Batcheler (1971), realizó estudios de modelos matemáticos en los métodos de muestreo IMC y VMC y menciona que la estimación de la densidad, a sido argumentado en el campo teórico y empírico que la densidad de poblaciones con crecimiento no-aleatorio no pueden ser estimadas realmente por cualquier método de distancia, cuando se aplican estos métodos se obtienen resultados subestimados.

Al paso del tiempo se han realizado diversos tipos de muestreo los mismos que fueron la base de otros, así, Goebel y Cook (1960), al estudiar el efecto de la condición del pastizal en el vigor de la planta, al estimar la densidad de las plantas de algunas especies (estrato herbáceo), aplicaron el método del cuadrante de una estructura de 25 pies²

Hyder (1963), menciona que las características de dispersión y densidad de las especies son importantes para poder clasificar condición y sitio del pastizal, las características de cobertura son comúnmente muestreadas para ello, pero en métodos que usan frecuencia de cuadrantes para determinar densidad y dispersión ofrece ventajas que dan rapidez y objetividad cuando se usa la técnica apropiada. Así mismo empleó diferentes tamaños de cuadrantes (3 x 3; 6 x 6; 9 x 9; 12 x 12; 18 x 18; 24 x 24 pulgadas) en 50 puntos de muestreo por línea haciéndose 10 líneas de 50 y 100 pies c/u.

Greig-Smith (1964, citado por Hironaka, 1985), menciona que frecuencia puede ser usado para monitorear posibles cambios en la vegetación con patrones de distribución agregados, y da por hecho la correlación existente en frecuencia con densidad.

El término de índice de densidad es más específico para posteriores cuantificaciones tal como "Índice de la densidad del cuadrante". El índice de densidad total para todas las especies en algunas comunidades de plantas varía muy poco, cuando se determina condición del pastizal, debido a que las especies indeseables reemplazan a las deseables tan rápido como éstas mueren, por eso es que se decía en esos tiempos que el mejor criterio de determinar densidad en este tipo de vegetación es el índice de densidad del forraje (Parker, 1954).

Laycock (1965), menciona que de los métodos de distancia, los métodos de ángulo en orden y del cuadrante errante son los únicos métodos que se pueden aplicar a cualquier población, ya que los restantes métodos de distancia son aplicables sólo a poblaciones distribuidas aleatoriamente. También menciona que no se puede usar solamente la información de peso de la hierba para evaluar el pastizal, ya que este puede variar de año con año por el tiempo; sino que es necesario agregar datos de densidad y de cobertura para conocer más exactamente la tendencia y condición del pastizal.

Relación de densidad con cobertura, frecuencia y abundancia Densidad vs cobertura

Bonham (1989), menciona que existe confusión entre el término densidad y cobertura, ya que en un principio densidad se definía como relativo al grado al cual la vegetación cubría la superficie del suelo, pero después (Carpenter, 1938, citado por él, 1989), definió densidad, como es usado en la actualidad, como la proporción exacta entre el número de individuos de la misma especie observada en una cierta superficie y su relación con esa superficie.

Densidad vs frecuencia

Frecuencia es un término empleado por primera vez por Raunkiaer, y se refiere al número de veces que puede ser encontrada una especie, cuando se camina por un stand. También es definida como la relación entre el número de unidades

muestreadas en las cuales la especie está presente en el total de unidades de muestreo efectuadas, y se expresan como porcentaje (Bonham, 1989).

Densidad vs abundancia

El concepto de abundancia de especies es una medida cualitativa y cuantitativa. Se refiere a un rango estimado arbitrariamente en valores numéricos los cuales expresan abundancia o escasez de una especie (Bonham, 1989). De esto existen diversas clasificaciones.

Sttodart et al. (1975), se refiere a que un simple inventario es un listado de especies en el cual las consideraciones dadas son no relativas a cantidades, sino solamente a presencia de una planta, esto son hechos por conteo del número de individuos de plantas para cada especie que ocurre en una parcela de muestreo, y que cuando se refiere a unidad de área, es al número de veces que es medida una planta en la parcela y a esto se le llama densidad.

Factores Inherentes al muestreo de densidad en comunidades poblacionales vegetales de ecosistemas naturales

Dentro de los considerandos se menciona que el método a aplicar en una población varía en función de la especie en que se vaya a utilizar, ya sea animal o vegetal, por lo inherente al presente estudio, se tratará solamente lo relacionado a las especies vegetales. Los métodos con los cuales se determina la densidad en plantas es por medio de estimación y medición (Pieper, 1978).

Parker (1954), menciona que la densidad es reconocida por la mayoría de los manejadores de pastizales y ecologistas y se refiere al porcentaje de superficie del suelo que está cubierta por vegetación y es medida o estimada por la dispersión de la corona superior o el área basal de la planta.

Laycock (1965), menciona que cuando la altura del forraje es la única información disponible, la evaluación de los cambios en la vegetación debido a tratamientos es a menudo difícil debido a causas climáticas, más que a grandes fluctuaciones en producción de un año a otro. Además para estimar la producción, densidad y cobertura de algunas arbustivas (*Artemisia tripartita* y *Balsamorhiza sagitata*), podría ser útil en la evaluación de los cambios ecológicos, esto lo ratificó con el método de muestreo ángulo en orden y líneas de 10 metros.

Laycock (1985), menciona que para poder determinar el método de muestreo a usarse debe considerarse por el investigador prioritariamente el objetivo del estudio, existen una serie de considerandos en la estimación de densidad, para monitorear dinámica de las poblaciones, de una especie en particular; en especies que tengan diferencias fácilmente distinguibles; no debe ser usado este concepto para muestrear comunidades enteras, sirve para monitorear especies arbustivas, acompañado de muestreo de cobertura aérea; los métodos PCC, IMC, VMC no son métodos confiables en el muestreo de vegetación del pastizal, debido a que dan sesgo cuando se aplican a comunidades de vegetación con patrones de distribución no-aleatoria.

El uso de métodos de muestreo para estimar la cobertura de la superficie del suelo y/o número de individuos de plantas por unidad de superficie, se ha usado con diferentes finalidades, en las décadas de los 50' y 60' a través del conteo de individuos (frecuencia), se utilizaba de manera similar en la estimación de densidad, y el uso de métodos de muestreo se estimaba densidad los mismos que se usaban en la determinación de condición del pastizal West (1985).

Procedimientos de muestreo de vegetación

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

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

Técnicas de estimación

Este tipo de muestreo no requiere de la realización de medidas directas, pero para que se lleven a cabo estimaciones de densidad de manera apropiada se requiere que la persona que va a realizar las observaciones, reciba anticipadamente un adiestramiento adecuado, de tal forma que éste tenga la capacidad suficiente para el reconocimiento visual de las diversas densidades de

una especie, dentro de la unidad experimental existente en el ecosistema, si bien son utilizadas experimentalmente, esto es escasamente.

Técnicas de medición

Los métodos existentes para la medición de la densidad en plantas son de dos tipos:

a) Métodos de parcela (cuadrantes) b) Métodos sin parcela (de distancia)

Técnicas de parcela

La aplicación de estos métodos estriba en que, una vez ubicada una estación de muestreo, ya sea de manera aleatorizada ó sistemáticamente; dentro de una parcela de tamaño y forma predeterminada, variando esto en función del tipo de vegetación de que se trate pudiendo ser; cuadro, rectángulo, círculo (o bien una estructura de alambazón ó establecida directamente en el terreno con clavos e hilo), se procede a realizar el conteo de plantas existentes dentro de la misma, el conteo se hará para cada especie y para las diversas especies que se vayan a estudiar.

Aplicación de fórmulas en el calculo de los datos

Densidad absoluta total = $\frac{\text{Total de individuos de todas las especies}}{n}$
(D.A. T.)

Densidad absoluta por especie = $\frac{\text{Total de individuos de una especie}}{n}$
(D. A. (A.))

Densidad relativa = (D. r. (A.)) $\frac{\text{Total de individuos de una especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies} \times 100}$

Técnicas sin parcela (de distancia)

Strickler y Stearns en (1963), describen seis métodos de muestreo que se usan regularmente para determinar la densidad de plantas en un área dada estos son:

a) Punto central del cuadrante

- b) Individuo más cercano
- c) Vecino más cercano
- d) Pares aleatorios
- e) Angulo en orden
- f) Cuadrante errante

Descripción de las técnicas

De los métodos antes mencionados por ser objeto de este estudio se describirán solamente los métodos: punto central del cuadrante (a), individuo más cercano (b), vecino más cercano (c), pares aleatorios (d).

a) Punto central del cuadrante

La distribución de las estaciones de muestreo se hacen siguiendo un patrón de manera sistemática, o sea situándolos en intervalos proporcionales, sobre líneas paralelas, una vez ubicada la estación de muestreo, la aplicación de este método es así; se mide una distancia para cada una de la especie bajo estudio en cada uno de los cuatro cuadrantes para la estación de muestreo. En el caso de este muestreo no se usa factor de corrección, ya que se asume que el promedio de las mediciones es igual al cuadrado del área media por planta. Para el cálculo de los datos se usa la fórmula:

$$D.M. = \frac{\sum di}{n \times 4}$$

$$A.M. = (dm)^2$$

$$D . A . T . = \frac{\text{superficie}}{(dm)^2}$$

La determinación de la densidad absoluta por especie y densidad relativa por especie se determina de igual forma que en el caso anterior (Pieper, 1978).

b) Individuo más cercano

En este método se escogen los puntos de muestreo al azar, una vez ubicado el punto seleccionado, se procede a medir la distancia del punto a la planta más cercana, se registra la especie y la distancia, ya que se termina el trabajo de campo, se procede a emplear las fórmulas siguientes (Pieper, 1978):

$$\text{Distancia media (D.M.)} = \frac{\sum d}{\text{Total \# distancias}}$$

Cottam et al. (1953), al estudiar la densidad de plantas hallaron que la distancia media existente entre el punto de muestreo y el individuo más cercano era igual al cincuenta por ciento de la raíz cuadrada del área media (obtenido como promedio de área basal), por ello la distancia media debe multiplicarse por dos esto es, para convertir la raíz cuadrada del área media, así se tiene que:

$$\text{Area media (A.M.)} = (2 D M)^2$$

$$D. A. T. = (\text{ind./ Ha.}) = \frac{10.000}{A. M}$$

Para la determinación de la densidad absoluta por especie, se multiplica la densidad absoluta total por cada una de las densidades relativas, la fórmula es así:

$$D.A. (A) = D..A.T. (D.r.(A))$$

Para la determinación de la densidad relativa se divide el número de puntos por especie entre el número total de puntos, la fórmula es así:

$$(D.r. (A)) = \frac{\text{Nº de puntos/sp.}}{\text{Nº total de puntos}}$$

c) **Vecino más cercano**

Según Pieper (1978), este método difiere del anterior en que la distancia que se mide, es la de la segunda planta más cercana al punto, para este caso los cálculos que se realizan, son el que se procede a multiplicar la distancia media por un

factor de corrección de 2.0, o bien cuando los individuos son localizados al azar el factor de corrección que debe usarse es de 1.67, las fórmulas que se usan son:

$$D.M. = \frac{\sum d_i}{\# \text{ total de distancias}}$$

$$A.M. = (0.8)^2 (D.M.)^2$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{superficie}}{(A.M.)^2}$$

d) Pares aleatorios

Según (Pieper, 1978), para este método de manera predeterminada, se seleccionan puntos sobre una línea dentro del área que se vaya a muestrear. Debe cuidarse el que los puntos estén lo suficientemente separados de tal forma, que las plantas a muestrear sean diferentes. En cada punto se selecciona la planta más cercana a éste., y excluyéndose los 180° el muestreador, procederá a medir la distancia de la planta más cercana frente a él a la planta más cercana detrás del muestreador .

Las fórmulas que se usan son:

$$D . M. = \frac{(0.8) \sum d_i}{\# \text{ total de distancias tomadas}}$$

$$A.M. \text{ ocupada por un individuo} = (0.8)$$

$$\text{Densidad (\# ind./Ha.)} = \frac{\sum d_i}{A. M. \text{ de un individuo}}$$

Comparación de técnicas

Punto central del cuadrante

Penfound (1963), dice que este método fue aplicado inicialmente por Cottam y Curtis en (1956), pero en comunidades de bosques, y posteriormente por Dix (1961), para muestreo de comunidades en pastizales, así mismo es de gran utilidad para determinar frecuencia, densidad, pero no para la determinación de cobertura, biomasa.

Heyting (1968), realizó una modificación del (PCC), para disminuir el tiempo empleado por cada estación, para ello implementó el "calibrador del PCC", este consiste en adaptar una cinta métrica metálica unida a una estructura puntiaguda la cual permite se fije la estructura al suelo, procediéndose a realizar las mediciones pertinentes, sobre la superficie del suelo, menciona que si la vegetación está muy esparcida, el método del punto central de cuadrante es ineficiente, especialmente si el interés es concentrado sobre medidas hechas a nivel de tierra. Dentro de los considerandos para muestreo están; que si el área a muestrear es muy pequeña para una adecuada ubicación de todas las estaciones de muestreo entonces lo que procede es el uso de líneas de muestreo. En relación a los resultados de muestreo, se debe considerar que los cambios de la vegetación se dá de dos maneras; la preponderancia relativa de todas las especies, en término de número de especies y plantas por unidad de superficie, permanece constante, pero la cobertura total se altera y la otra es que ésta cobertura en término de número total, permanece constante, pero la preponderancia relativa de una o más especies se altera. Con el fin de lograr el grado de precisión esperado, cuando la "densidad relativa verdadera" es pequeña, entonces se necesitan un número alto de puntos a muestrear.

Parker (1954), dice que los factores relacionados a la condición de la vegetación son: densidad, composición de la vegetación y vigor. La densidad es definida como el porcentaje de superficie cubierta o cobertura que puede ser por la corona de las plantas o por el área basal; pero también se puede definir en términos de número de individuos por unidad de área.

Penfound en (1963), realizó un estudio para aplicar una modificación del método de muestreo del cuadrante de 0.1 m², por el del punto central del cuadrante (PCC), en una comunidad de pastizal, con dominancia de gramíneas, la estructura que usó fue de dos barras cruzadas, colocadas en forma de cruz se realizaron 100 puntos de muestreo con el punto central del cuadrante, diez pasos de separado cada uno de otro y se tomaban las medidas de la distancia a la base de cada uno de los culmos de las plantas, en cada uno de los cuatro cuadrantes. Registraron un total de 22 especies en los 100 puntos de muestreo y 47 especies en el muestreo con el cuadrante (50 muestras), el método del cuadrante requirió de 40 horas-hombre y el del PCC requirió 15 horas-hombre, adicionaron a los resultados el parámetro de peso seco, a la frecuencia y densidad, por lo que sugiere involucrar este parámetro como muy deseable.

Heyting (1968), estudió la aplicación del método de muestreo del punto central del cuadrante (PCC), dándole mayor atención en descubrir los cambios en la densidad y composición de la vegetación, mientras que los patrones de distribución de la vegetación permanecen estables, en el campo las estaciones de muestreo se ubicaron de manera sistemática, procediéndose a medir la distancia del punto central de la estructura a la base del tallo y al nivel de la superficie. Para ello hace dos sugerencias: la orientación de los cuadrantes necesita no ser constante para todas las estaciones, ya que esto evita horas-hombre trabajo. También encontró que reemplazar el compás por una cinta metálica de medir, trabaja quizá mejor en áreas de pastizales abiertos.

Ashby (1972), menciona en relación al método de distancia para estimar densidad en estudios de vegetación que se realizaron durante los años 50' y 60' y dice que un árbol es representado en términos del área que este ocupa, calculándose esta como el cuadrado de la distancia media, así para el método del PCC las distancias son medidas para cada punto de la muestra a el árbol más cercano en cada uno de los cuatro cuadrantes de la estación y así la distancia media es derivada de esos valores, también se indica que si las medidas son hechas a el árbol en lugar de para el centro del tronco del árbol los que resultan en perjuicios sistemáticos y esto nos conduce a una sobreestimación de la densidad, productividad y de otros parámetros.

Dix (1961), utilizó el método de muestreo del PCC en una comunidad vegetal con presencia de herbácea, arbustivas y arboles jóvenes, en cincuenta estaciones de muestreo de lo que resultó lo siguiente; los valores de importancia para las herbáceas, arbustivas y arboles jóvenes, la suma de las mediciones fue de 200 % (frecuencia relativa + densidad relativa), se realizó un segundo muestreo de 25 estaciones obteniéndose similares resultados.

Risser et al. (1968), evaluó el método del PCC y el cuadrante en una comunidad predominante de estrato herbáceo, subdividida en seis comunidades, se realizaron cincuenta puntos de muestreo para PCC y se aplicó el cuadrante (10 x 10 cm.), cada metro en una línea, así mismo se aplicaron tres índices de agregación ($D/d \sim \text{varianza}$), índice de Pielou, D/d proporción de la densidad observada de las muestras de frecuencia y la misma de densidad, tomándose como valor esperado de una población aleatoria = 1.0, los resultados son similares para los dos métodos. La diferencia entre el método del cuadrante y el PCC no muestran tendencia alguna en cuanto a densidad o diferencia entre ellos.

Lindsey et al. (1958), aplicó en bosques de Indiana cinco métodos de muestreo de vegetación para estimar la densidad en arboles; parcela cuadrada, parcela en círculo, PCC, Bitterlich y Bitterlich + círculo. Para el caso del PCC se aplicaron 38 estaciones de muestreo, con un tiempo promedio de muestreo de 22.8~ 104 segundos, dice que si bien este método es eficiente, fue menos rápido que lo usualmente considerado, si es comparado con otros métodos rápidos para un nivel rápido de muestreo adecuado.

Lyon (1968), en una comunidad mixta de herbáceas, arbustivas y pináceas, comparó métodos de: parcela (2x2, 5x5, 10x10 (50 puntos de muestreo); 1 x, 2.5 x 10, 10 x 40 (49 puntos de muestreo); métodos sin parcela (PCC,AO,CO,CE de Morisita y CE,AE de Catana) los resultados obtenidos fueron; varios métodos no dan resultados aceptables en cualquiera de los tamaños de muestra, casi todos los métodos requieren de tamaños grandes de muestreo con la finalidad de obtener una precisión aceptable, algunos de los métodos aplicados requieren de un mayor esfuerzo en la aplicación de los mismos, concluyendo que tal vez aplicando una técnica de estimación visual permitiría mejores resultados en el muestreo de densidad de poblaciones.

Beasom y Haucke (1975), en Texas estudiaron la aplicación de cuatro métodos de distancia (PCC,IMC,VMC,PA) en una comunidad de para la ubicación de los puntos se ayudaron de números aleatorios de tablas, obtuvieron que el individuo mas cercano es el que mejores datos de densidad arroja, de las consideraciones que hacen al respecto es en relación al número de puntos que se miden en los diferentes métodos: PCC (se miden cuatro puntos), VMC se miden dos puntos, y PCC se miden cuatro puntos, en este estudio se enfocaron a la toma de datos de precisión y no de eficiencia. La comparación de los métodos fue entre ellos y VS un censo de arbustivas.

Individuo más cercano

Oldemeyer (1980), comparo nueve métodos para la determinación de densidad en arbustos, los cuales fueron: tres medidas de cuadrados, individuo mas cercano, pares aleatorios, vecino mas cercano, punto central de cuadrante, el ángulo en orden de Morisita y distancia de punto corregida. Los tres métodos de parcela resultaron mas precisos siendo los mas imprecisos los métodos de pares aleatorios y vecino mas cercano.

Batcheler et al. (1975), aplicaron cuatro métodos de muestreo; IMC y PCC, los que son conocidos que sus resultados de densidad, son sesgados cuando se aplican a poblaciones con distribución no-aleatoria y AO y distancia al punto corregido en similares comunidades de vegetación, hicieron una comparación de los mismos, usaron dos áreas (pobre y buena) de 0.1 acre, cada una de ellas se subdividió en 121 parcela (6 piés² c\u), dándose así 100 intersecciones siendo éstas donde se muestreo, de los métodos usados el de la distancia corregida al punto probó ser el mejor para estimar la densidad y el método IMC y PCC dieron estimaciones bajas en poblaciones agregadas, así mismo se obtuvieron regulares resultados de estimación por el método AO, con la desventaja de que consume mucho tiempo, todos los métodos se observó que necesitan bases teóricas.

Beasom y Haucke (1975), en Texas estudiaron la aplicación de cuatro métodos de distancia (PCC,IMC,VMC,PA) en una comunidad de

Quercus virginiana, para la ubicación de los puntos se ayudaron de números aleatorios de tablas, obtuvieron que el individuo mas cercano es el que mejores datos de densidad arroja, de las consideraciones que hacen al respecto es en relación al número de puntos que se miden en los diferentes métodos: PCC (se miden cuatro puntos), VMC se miden dos puntos, y PCC se miden cuatro puntos, en este estudio se enfocaron a la toma de datos de precisión y no de eficiencia. La comparación de los métodos fue entre ellos y VS un censo de arbustivas.

Vecino más cercano

Oldemeyer (1980), en una comunidad de arbustivas realizó la comparación de nueve métodos (parcela y distancia), los cuales fueron: tres medidas de cuadrados, individuo mas cercano, pares aleatorios, vecino mas cercano, punto central de cuadrante, el ángulo en orden de Morisita y distancia de punto corregida. De los resultados obtenidos se concluye que los métodos de parcela tuvieron una precisión mejor, siendo los mas imprecisos los métodos de PA y VMC.

En un principio la estimación de la densidad en comunidades de plantas, se consideró lo mejor era la aplicación de métodos de distancia, posteriormente se argumentó que teórica y empíricamente no se podía realizar una adecuada estimación de la densidad en comunidades de plantas que pudieran llegar a

presentar patrones de crecimiento agregado, y que era improbable que con un factor de corrección se pudiese arreglar esto, ya que este factor de corrección pudiera considerar el error introducido por la toma de datos en poblaciones de crecimiento no-aleatorio, por ello se procedió a revisar este procedimiento, cuando se tuvo la necesidad de aplicar un método de muestreo de distancia en un punto, en el conteo de grupos de pellets de venado en Nueva Zelanda, ya que se aplicaron métodos de cuadrante y con ello se obtuvo desviaciones grandes, así se incorporó la medición de distancias entre el individuo más cercano y su vecino más cercano, para así corregir el error (Batcheler, 1971).

Eshelman (1985), menciona que la gran parte de los monitoreos se enfocan principalmente a uno o más de los atributos de la vegetación tal como: densidad, frecuencia, cobertura, producción, de entre todas las técnicas que se usan mayormente, nueve de estas técnicas, con variaciones en tamaño, forma etc., son usadas con la finalidad de estudio de la condición y tendencia del pastizal.

Beasom y Haucke (1975), en Texas estudiaron la aplicación de cuatro métodos de distancia (PCC, TMC, VMC, PA) en una comunidad de *Quercus virginiana*, para la ubicación de los puntos se ayudaron de números aleatorios de tablas, obtuvieron que el individuo más cercano es el que mejores datos de densidad arroja, de las consideraciones que hacen al respecto es en relación al número de puntos que se miden en los diferentes métodos: PCC (se miden cuatro puntos), VMC se miden dos puntos, y PCC se miden cuatro puntos, en este estudio se enfocaron a la toma de datos de precisión y no de eficiencia. La comparación de los métodos fue entre ellos y VS un censo de arbustivas.

Pares aleatorios

Oldemeyer (1980), comparo nueve métodos para la determinación de densidad en arbustos, los cuales fueron: Tres medidas de cuadrados, individuo más cercano, pares aleatorios, vecino más cercano, punto central de cuadrante, el ángulo en orden de Morisita y distancia de punto corregida. Los tres métodos de parcela resultaron más precisos siendo los más imprecisos los métodos de pares aleatorios y vecino más cercano .

Catana (1964), menciona que ya que las plantas no están necesariamente distribuidas aleatoriamente, lo cual produce una muestra normal, una prueba de

homogeneidad donde hay una suposición no prioritaria de la normalidad de los datos es requerida.

Ashby (1972), comenta que si en los métodos de distancia las mediciones son hechas a la corona del árbol en lugar del centro del tronco del árbol resulta en perjuicios sistemáticos y esto nos conduce a una sobreestimación de densidad.

Pond (1961), al realizar un estudio del efecto de tres intensidades de corte, sobre la densidad y producción de vegetación en pradera, usó el método del anillo de 3/4", con bastante éxito ya que los resultados en la determinación de la densidad de la pradera fue efectivo.

Oldemeyer (1980), aplicó nueve métodos de muestreo (cuadrantes de 3 tamaños, IMC, VMC, PA, PCC, AO y distancia al punto corregido), para la determinación de la densidad en un área de arbustivas y árboles jóvenes en Alaska, la finalidad de emplear estos métodos fue que para los métodos de distancia se asume la posición aleatoria de las plantas y para los métodos de AO y distancia corregida consideran la no distribución aleatoria de las comunidades de las plantas. El método del IMC, obtiene resultados óptimos siendo el método del VMC el que mejor estima, de manera uniforme la densidad de arbustivas, Así mismo obtiene diferentes coeficientes de variación de los métodos IMC (1 1.5), VMC (22. 1) y PCC (16.7). Los métodos de distancia son dependientes de la asunción de una distribución aleatoria de las plantas, los cuatro producen densidades estimadas no satisfactorias, excepto para el PCC, los métodos PA VMC proveen las mayores sobreestimación y subestimación de densidad de todos los métodos empleados.

Beasom y Haucke (1975), en Texas estudiaron la aplicación de cuatro métodos de distancia (PCC,IMC,VMC,PA) en una comunidad de *Quercus virginiana*, para la ubicación de los puntos se ayudaron de números aleatorios de tablas, obtuvieron que el individuo mas cercano es el que mejores datos de densidad arroja, de las consideraciones que hacen al respecto es en relación al número de puntos que se miden en los diferentes métodos: PCC (se miden cuatro puntos), VMC se miden dos puntos, y PCC se miden cuatro puntos, en este estudio se enfocaron a la toma de datos de precisión y no de eficiencia. La comparación de los métodos fue entre ellos y VS un censo de arbustivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Ubicación del área experimental

El presente estudio se efectuó en el Rancho " El Limbo " localizado en el municipio de Saltillo, Coahuila en el kilómetro 35 de la carretera Saltillo a Concepción del Oro, Zacatecas. El rancho se encuentra a una altura promedio de 1914 msnm., su ubicación geográfica 25° 11' latitud norte y 101 ° 06' 15" longitud oeste.

Características edafológicas del predio

El predio posee un tipo de suelo franco arenoso con coloración rojiza. En cuanto a la pedregosidad, este cuenta con pequeñas piedras (alrededor de 3 a 5 cm) y confinadas al este del predio, no existe afloramiento rocoso y presenta una pendiente suave de 7%.

Por otra parte, el predio se ha utilizado para el apacentamiento de ganado bovino y equino básicamente. La superficie total es de 170 hectáreas .

Vegetación del predio

El área experimental cuenta con tipo de vegetación de matorral xerófilo, encontrándose principalmente arbustos como gobernadora, hojasén, mariola, lechuguilla, coyonoxtle, tasajillo, palma y zacates como navajita y banderita. Estas especies se encuentran en abundancia y regularmente distribuidas en toda el área (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición florística y su ubicación en el Rancho "El Limbo"

Nombre Común	Nombre Científico	Observaciones
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Abundante, regular/te distribuida
Hojasén	<i>Flourensia cernua</i>	Abundante en el centro, W,NE
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>	Abundante en el centro, W,NE
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i>	Regular en el E
Gatuño	<i>Mimosa biuncifera</i>	Regular y regular/te distribuida
Agrito	<i>Berberis trifoliolata</i>	Regular en el centro
Lechugilla	<i>Agave lecheguilla</i>	Abundante en la parte NE,SE E
Manca caballo	<i>Agave spp</i>	Regular en el centro
Nopal	<i>Opuntia spp.</i>	Regular en el centro
Coyonoxtle	<i>Opuntia imbricata</i>	Abundante en el centro

Tazajillo	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Abundante en el centro
Palma	<i>Yucca carnerosana</i>	Abundante en el centro
Zacate navajita	<i>Bouteloua gracilis</i>	Abundante, regular/te distribuida
Zacate banderita	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Abundante, regular/te distribuida

Climatología del predio

El clima que se presenta en la región es el BWhw"(e'), clima muy seco, semicalido muy extremo, con lluvias de verano y sequía corta en épocas de lluvia (canícula); precipitación invernal entre 5 y 10% de la total anual. La evapotranspiración promedio durante el año varía, siendo en Enero la más baja (2.680) y en Junio-Julio (20.091-17.743) se da la evapotranspiración más alta (Mendoza,1983). La precipitación pluvial promedio registrada por el servicio meteorológico de la UAAAN en los últimos 6 años es de 439.6 mm distribuidos principalmente en los meses de Mayo a Septiembre (cuadro 2 y 3).

Cuadro 2.- Precipitación pluvial (mm) registrada en los últimos seis años en el rancho " El Limbo"

Meses	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Media
Enero	4.7	122.9	2.5	0.0	3.8	2.0	20.4
Febrero	17.0	12.5	1.8	0.0	0.0	2.0	9.42
Marzo	0.0	5.9	13.2	6.9	1.5	0.0	5.32
Abril	1.3	15.0	1.0	21.3	0.0	0.0	6.2
Mayo	53.0	122.2	35.0	31.8	28.3	29.2	52.54
Junio	84.4	46.0	206.9	49.2	24.4	0.0	62.38
Julio	57.0	62.5	54.1	13.9	83.7	53.0	65.24
Agosto	77.8	43.3	46.0	64.6	98.6	150.0	83.75
Septiembre	83.9	44.2	97.7	46.2	55.2	-----	68.21
Octubre	11.4	4.7	6.4	41.4	11.3	-----	24.58*
Noviembre	1.5	29.1	10.8	3.3	9.3	-----	9.66*
Diciembre	43.6	22.0	4.7	36.2	17.5	-----	20.66*
Total	435	530.3	480.1	314.8	331.6	236.2	439.6*

* Datos que consideran sólo la información de 2000 a 2005

Datos climáticos de los últimos seis años de la región.

Cuadro 3.- Datos medios de temperatura media, evaporación y humedad relativa en el área de estudio durante los últimos 6 años.

Año	Temp. Media máxima	Temperatura	Evaporación	H. R.
-----	--------------------	-------------	-------------	-------

	(° C)	(° C)	(mm)	(%)
2000	23.73	10.8	173.41	81.41
2001	23.07	9.90	167.29	83.41
2202	23.77	9.70	164.38	75.91
2003	24.48	9.36	167.85	74.58
2004	24.43	9.3	181.81	84.08
2005	25.51 * *	11.2 * *	156.69*	68 * *

* Datos de Enero a Junio solamente.

** Datos de Enero a Agosto solamente.

Descripción del área experimental censada y metodología

Para este estudio, se delimito una hectárea dentro del predio el limbo durante el verano de 1996, para elío se utilizó una cinta metálica de 15 m., hilo de ixtle y estacas de madera. Ya delimitada la hectárea, se subdividió la misma en cuatro partes, cada una de las cuatro partes se subdividió en diez partes con la finalidad de hacer menos complicado el muestreo, hecho esto, se procedió a censar las especies a muestrear, para posteriormente servir como punto de comparación con los datos estimados por los métodos. Para realizar el censo se utilizaron etiquetas, de tres diferentes colores asignándose un color para cada una de las especies. Posterior a lo mencionado se aplicaron los métodos, dentro del predio y fuera de la hectárea censada.

Aplicación de los técnicas

Punto central de cuadrante

Se distribuyeron, en el predio 125 estaciones, para la ubicación de cada estación, se metieron en una de las bolsas de la camisa 125 rumbos y en la otra 125 números (pasos a caminar con un rumbo determinado); al azar se extraía de una bolsa un rumbo y de la otra una distancia, al cumplir con la distancia (pasos) y el rumbo se posaba sobre el suelo, la estructura construida de varilla formando cuatro cuadrantes de 90° cada uno; posteriormente, se media la distancia con la cinta desde el centro del cuadrante hasta la planta mas cercana para cada cuadrante y para cada especie. También el tiempo fue evaluado, desde el momento de poner la cruz de varilla en el suelo hasta terminar la medición en todos los cuadrantes. El tiempo fue tomado con un reloj de pulso con cronometro y se procedió a sacar una media de los tiempos.

Fórmulas utilizadas para determinar densidad absoluta total y densidad absoluta por especie:

$$D.M. = \frac{\sum d_i}{4 \times N^\circ \text{ puntos}}$$

$$A.M. = (D.M.)^2$$

$$D.A.T. = \frac{10.000}{A.M.}$$

D.M.= Distancia media

A.M.= Area media

D.A.T.= Densidad absoluta total

Individuo mas cercano

En esta técnica, se distribuyeron sistemáticamente 10 líneas con 50 puntos cada una siendo en total 500 puntos de muestreo, muestreándose los puntos a cada 20 pasos. Para la ubicación del punto de muestreo en este método se utilizó una varilla para construcción, la que se clavaba a cada 20 pasos, posteriormente se midió la distancia de la base de la varilla a la base del tallo de la planta a medir en cada una de las tres especies. El tiempo utilizado por este método desde que se clavaba la varilla hasta que se hacía la medición fue reportado también, sacándose después una media.

Fórmulas utilizadas para la estimación de las densidades:

$$D.M. = \frac{\text{Suma de todas las distancias medidas}}{n}$$

$$A.M. = (2 \times D.M.)^2$$

$$D.A.T. = \frac{10.000}{A.M.}$$

Vecino mas cercano

La aplicación de este método fue similar al método anterior, se distribuyeron sistemáticamente 10 líneas con 50 puntos, totalizando 500 puntos de muestreo, cada punto se ubicaba cada 20 pasos. Para la ubicación del punto de muestreo en

este método se utilizó una varilla para construcción, la que se clavaba a cada 20 pasos, posteriormente se media la distancia de la base de la varilla a la base del tallo de la planta a medir en cada una de las tres especies. El tiempo utilizado en este método, se media también, desde que se clavaba la varilla hasta que se hacía la medición, de la varilla a la planta, según la técnica descrita antes, fue reportado también, sacándose después una media.

Fórmulas para estimación de densidad:

$$D.M. = \frac{\text{Suma de todas las distancias medidas}}{N^{\circ} \text{ total de puntos}}$$

$$A.M. = (1.67 \times D.M.)^2$$

$$D.A.T. = \frac{10.000}{A..M.}$$

Pares aleatorios

En esta técnica, la ubicación de los puntos de muestreo, se realizó de manera predeterminada diez líneas, y a cada veinte pasos se hacía un punto de muestreo, siendo en total cincuenta puntos por línea, luego se ponía la varilla en el suelo y se media de ahí a la planta más cercana la distancia (según la técnica descrita antes). Al igual que los anteriores métodos, el tiempo fue medido desde el empotramiento de la varilla hasta que las medidas para este método terminaban (se simulaba el empotramiento de la varilla al comenzar las mediciones para cada método en cada punto para la medición del tiempo).

Fórmulas empleadas en esta técnica:

$$D..M. = \frac{\text{Suma de todas las distancias medias}}{\text{No de puntos de muestreo}}$$

$$A..M. = (0.8 \times D.M.)^2$$

$$D . A . T . = \frac{10000}{A . M .}$$

La comparación entre los métodos se efectuó según la eficiencia, componiéndose esta, para fines de este estudio, de exactitud y rapidez, la precisión se obtuvo por la determinación del coeficiente de variación. En resumen, el mejor método es el que obtuviera la mayor exactitud utilizando el menor tiempo posible para su aplicación.

Análisis de los datos

La comparación de los datos se realizó apoyándose en el resultado de las sumas de las distancias y la aplicación de las diversas fórmulas que para ello se mencionan en el anterior capítulo. Asimismo la determinación de la precisión se realizó con la desviación estándar de los métodos de muestreo y su aplicación en las tres especies arbustivas bajo estudio.

Formula para calcular la desviación estándar para el calculo de la precisión

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

RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación y explicación de los resultados se hace de acuerdo al siguientes orden: exactitud, rapidez y precisión recordándose que lo medular del análisis es la comparación de la densidad absoluta total y la densidad absoluta por especie para cada especie.

Censo

El conteo de plantas dentro de la hectárea para las especies bajo estudio fue el siguiente: *Larrea tridentata* (gobernadora), 2085 plantas; *Flourensia cernua* (hojasen), 849 y *Parthenium incanum* (mariola), 13,646 (cuadro 6).

Exactitud

Gobernadora

Considerando el censo de las tres especie bajo estudio se tienen números totales de 16,581 plantas en la hectárea, así se tiene que esta especie arbustiva representa un 13.82 por ciento de la población, cuando se le aplicaron los cuatro técnicas a esta especie el mas inexacto resultado ser el punto central del cuadrante con el que se obtuvo una estimación de 1307 plantas o sea un 41.0 por ciento de subestimación, le sigue después en exactitud el método vecino mas cercano con un 49.19 por ciento de subestimación y 1152 plantas, en tercer lugar el método, individuo mas cercano que resulta en una subestimación de 65.26 por ciento, con 849 plantas para este método, por ultimo el método pares aleatorios arrojó datos de 3559 plantas lo que representa una sobreestimación de 187.73 por ciento (Cuadro4 y 6). Similares resultados obtuvo Lyon (1968), en una comunidad de arbustivas con predominancia de *Quercus* spp. con número promedio de plantas/ha. de 234.7 a 452.6, cuando utilizó los técnicas PCC y otros técnicas de distancia. Asimismo los datos que obtiene Oldemeyer (1980), al aplicar entre varios técnicas a PCC,IMC, VMC, PA. También son muy similares a los obtenidos aquí ya que el reporta números de plantas de 315 a 11752/Ha.

Cuadro 4. Comparación de los cuatro técnicas en cuanto a exactitud (de subestimación o sobreestimación), rapidez (tiempo en segundos) y precisión para las tres especies de arbustivas

Técnica	Exactitud			Rapidez	Precisión		
	Gobernadora	Hojasen	Mariola		Gobernadora	Hojasen	Mariola

PCC	41.00	123.31	92.94	50	2.65	3.89	3.62
IMC	65.26	55.69	97.02	17	1.80	3.78	3.08
VMC	49.19	222.92	87.97	22	1.74	2.48	2.25
PA	187.73	299.74	78.45	52	2.23	3.72	3.07

Hojasen

Esta arbustiva dentro del censo obtenido para las especie estudiadas, resulto ser la de menor población con 849 plantas lo que es el 5.12 por ciento de la proporción de las tres especies. Al aplicarse los cuatro técnicas de distancia y se comparan en cuanto exactitud se obtiene que la técnica menos inexacta es el individuo mas cercano con una estimación de 376 plantas, teniéndose con ello una subestimación de 61.25 por ciento, luego sigue en exactitud el método punto central del cuadrante con 1896 plantas representa este dato un 135.64 por ciento de sobre estimación, le sigue a este la técnica del vecino mas cercano con 2742 plantas o sea 245.21 por ciento de sobre estimación y por ultimo v mas inexacta resulto ser el pares aleatorios con una sobre estimación de 329.71 por ciento de 3394 plantas (Cuadro 4 y 6).

Dix (1961), aplico los mismos técnicas que en este trabajo, pero en una área predominante de praderas y menciona que el error de muestreo que se puede tener es alto y unidireccional, asimismo que debe considerarse el conocimiento que deba tener el investigador acerca de los patrones de distribución de las especies ya que algunas presentan patrones agregados de distribución, lo que puede dar como consecuencia errores en la estimación de las densidades.

Mariola

Del numero total de plantas por hectárea, resultante del censo o sea 16,581 plantas /hectárea, esta especie es la mas numerosa pues se tienen en total 13,646 plantas por hectárea por ende esta representa el 82.30 por ciento de la población, de la aplicación de los cuatro técnicas en esta especie arbustiva, la técnica pares aleatorios resulto ser el mas exacto, ya que se obtuvieron 2940 plantas por hectáreas, lo que representa el 21.55 por ciento de la población real, esto quiere decir que la técnica subestima en un 78.45 por ciento, menos exacta que la anterior, es el vecino mas cercano ya que esta técnica arroja datos de 1641 plantas por hectárea, lo mismo que representa el 12.03 por ciento del censo, dándose como consecuencia una subestimación de 87.97 por ciento, menos exacta que los anteriores es el punto central del cuadrante, pues con este se obtiene una estimación de 962 plantas por hectárea lo cual viene a representar el 7.06 por

ciento de la población total, teniéndose con ello una subestimación de 92.94 por ciento, por ultimo se tiene como la técnica mas baja en exactitud es el individuo mas cercano, ya que este resulta con 405 plantas por hectárea, representa esto el 2.98 por ciento de la población, hallándose así una subestimación de 97.02 por ciento (Cuadro 4 y 6).

Cuadro 5 Desviación estándar de los datos para cada método como medida de la precisión.

Técnica	Gobernadora	Hojasen	Mariola
PCC	2.65	3.89	3.62
IMC	1.80	3.78	3.08
VMC	1.74	2.48	2.25
PA	2.23	3.72	3.07

Rapidez

Para obtener la rapidez para la mejor técnica de muestreo se sacaron estos parámetros por medio de la toma de tiempo en diez estaciones de muestreo, para cada uno de los muestreo, calculándose la media estimada en cada técnica, resultando de ello que la técnica individuo mas cercano, fue la mas rápida con 17 segundos, enseguida la técnica vecino mas cercano con 22 segundos, el punto central del cuadrante con 50 segundos y por ultimo la técnica pares aleatorios con 52 segundos (Cuadro 4).

Precisión

Esta característica es por demás importante ya que considera la consistencia de los técnicas para arrojar en cada repetición datos parecidos y esta representada por la desviación estándar del error de los datos, por ello ocupa el mejor lugar la técnica que tiene la menor desviación estándar.

Punto central del cuadrante

Esta técnica resulto ser la menos precisa en la especie gobernadora, pues presento una desviación estándar de 2.65, seguida de una desviación de 3.62 para mariola y por ultimo 3.89 de desviación estándar para hojasen. Así mismo la desviación estándar para los otros técnicas fue: 1.74, 1.80, 2.23 para; vecino mas cercano, individuo mas cercano y pares aleatorios respectivamente.

En el caso de hojaseñ se tuvo la menor precisión con desviación estándar de 3.89, encontrándose mejores valores para las especies gobernadora y mariola con 2.65 y 3.62 respectivamente. En cuanto a la densidad de PCC en hojaseñ se obtuvo la desviación mas imprecisa (3.89), asimismo la técnica mas precisa fue el vecino mas cercano con 2.48, seguida de 3.72 y 3.78 para pares aleatorios e individuo mas cercano respectivamente.

En relación a la mariola esta técnica fue la segunda en precisión con una desviación estándar de 3.62, una desviación de 2.65 en el caso de gobernadora y 3.89 para hojaseñ, siendo este el más impreciso. Así también la técnica del PCC resulto ser la de menor precisión con 3.62 y quienes aportaron los datos más precisos fueron el vecino más cercano, pares aleatorios e individuo más cercano con datos de 2.25, 3.07, 3.08 respectivamente.

Individuo más cercano

Esta técnica fue mas preciso en la gobernadora con 1.80 de desviación estándar, seguido de mariola y hojaseñ con 3.08 y 3.78 respectivamente. La técnica de mayor a menor precisión fue el vecino mas cercano con 1.74, individuo mas cercano (1.80), pares aleatorios (2.23), y punto central del cuadrante (2.65) respectivamente.

En cuanto al hojaseñ el IMC fue el mas preciso para la gobernadora con 1 80, mariola (3.08) y Hojaseñ (3.78) respectivamente. Los datos más precisos fueron para VMC (2.48), PA (3.72), IMC (3.78) y PCC (3.89) respectivamente.

Relacionado con la mariola los resultados favorecieron de manera descendiente a los técnicas en su determinación de densidad: gobernadora (1.80), mariola (3.08), hojaseñ (3.78) respectivamente.

Relacionando la técnica con la especie se tiene que la mejor precisión es para VMC (2.25), seguido de PA (3.07), IMC (3.08) respectivamente.

Vecino más cercano

En la gobernadora el VMC resulto ser la técnica mas precisa para determinar la densidad, seguidamente la mariola (2 25) y por ultimo el hojaseñ (2.48)

respectivamente. Al analizar la aplicación de la técnica en el arbusto, la técnica mas preciso fue: VMC (1.74), IMC (1.80), PA (2.23), PCC (2.65).

Los resultados obtenidos para hojaseen son: el mas impreciso, debido a su desviación estándar de 2.48, en cuanto a las otras especies se tienen los datos de precisión siguientes de mayor a menor: mariola (2.25). Del comportamiento de los técnicas en esta especie se reporta su precisión de mayor a menor, VMC (2.48), PA (3.72), IMC (3.78), PCC (3.89).

Cuando se aplica los cuatro técnicas a la mariola se observa que es la más precisa (2.25), después PA (3.07), IMC (3.08) y por último PCC (3.62) (cuadro 3).

Pares aleatorios

El valor estimado por PA para gobernadora fue la técnica más precisa con 2.23 y las menos precisas fueron: mariola (3.07) y hojaseen (3.72).

En cuanto a gobernadora, la técnica mas precisa fue el VMC (1.74), después IMC(1.80), PA(2.23) y PCC(2.65).

Tratándose de hojaseen se puede decir que la mayor imprecisión fue para PA (3.72) seguidamente de mariola (3.07) y gobernadora (2.23), al revisar los datos se tiene que la técnica mas exacta fue: el VMC (2.48) y descendientemente en precisión: PCC (3.89), IMC (3.78) y PA (3.72).

Por ultimo en la mariola se observo que esta técnica fue segunda en precisión en la mariola (3.07), cuando este se aplico a la gobernadora se obtuvo una precisión de 2.23 y en hojaseen 3.72 de precisión. Observando los resultados de los cuatro técnicas en la mariola se tienen los siguientes en precisión de mayor a menor: VMC (2.25), PA (3.07), IMC (3.08) y PCC (3.62) (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 6. Datos obtenidos por el censo y datos estimados por los cuatro técnicas (ind./Ha.) en; gobernadora, hojaseen y mariola)

	Gobernadora	Hojaseen	Mariola
Censo	1896	772	12406
PCC	1189	1724	875
IMC	771	342	369
VMC	1048	2493	1492
PA	3236	3086	2673

CONCLUSIONES

- 1.- La técnica mas exacta fue el punto central del cuadrante en la gobernadora con 62.72 % y un 37 .28 de subestimacion
- 2.- La técnica menos exacta fue pares aleatorios en el hojaseñal al sobrestimar la densidad en un 299.74 por ciento
- 3.- La técnica mas precisa fue el vecino mas cercano en la gobernadora, con desviación estándar de 1.74
- 4.- La técnica menos precisa fue el punto central de cuadrante con una desviación estándar de 3.89
- 5.- La técnica mas rápida fue el individuo mas cercano con 17 segundos
- 6.- La técnica menos rápida fue el pares aleatorios con 52 segundos

LITERATURA CITADA

Ashby, W. C . 1972. Distance measurement in vegetation study. *Ecology* 53(5):980-981

Batcheler, C.L. 1971. Estimation of density from a sample of joint point and nearest-neighbor distances. *Ecology* 52(4): 703709

Baumer, M. 1982. Rangeland management and the environment. *Journal of Range Management*. 35: 3-4.

Beasom, S.L., and H.H. Haucke. 1975. A comparison of four distance sampling techniques in south Texas live oak motes. *Journal of Range Management*. 28: 142- 144.

Bonham, C. 1989. *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley & Sons USA 338 pp.

Bryant, F.C., and M.M. Kothmann. 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. *Journal of Range Management*. 32: 144146.

Catana, A.J. Jr. 1963. The wandering quarter method of estimating population density. *Ecology* 44:349-360.

Catana, A.J. Jr. 1964. A distribution-free method for the determination of homogeneity in distance data. *Ecology* 45(3): 640-641.

Cottam, G., and J. T. Curtis. 1949. A method for making rapid surveys of woodlands by means of pairs of randomly selected trees. *Ecology* 30: 101 - 104.

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.

Dix, R.L. 1961. An application of the point-centered quarter method to the sampling of grassland vegetation. *Journal of Range Management*. 14: 63-69.

Eshelman, K.R. 1985. Vegetation inventory and monitoring on the public lands In: Proceeding selected papers presented at the 38th annual meeting of the society range management. Salt Lake City Utah USA. February 11-15 of 1985.K.R. 1985.

Font Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Editorial Labor S.A. México D.F. 1244 p.

Godambe, V.P. 1982. Estimation in survey sampling: Robustness and optimality. J. of the Statistical Association. Theory and Methods Section. 77:393-403.

Goebel, C .J. and C.W. Cook. 1960. Effect of range condition on plant vigor, production, and nutritive value of forage. Journal of Range Management. 13: 307-313.

Heyting, A. 1968. Discussion and development of the point-centered quarter method of sampling grassland vegetation. Journal of Range Management. 21:370-380.

Hironaka, M. 1985. Frequency approaches to monitor rangeland vegetation. Proceeding selected papers presented at the 38th annual meeting of the society range management . Salt Lake Utah USA. February 11 - 15 of 1985.

Hyder, D.N., C.E. Conrad, P.T.,Tueller, and L.D. Calvin. 1963. Frequency sampling in sagebrush-bunchgrass vegetation. Ecology 44:740-746.

Ibrahim, K.M. 1971. Ocular point quadrat method. J.Range Manage . 24: 312.

Laycock W.A. 1985. Density as a method for monitoring rangeland vegetation. Proceedings selected papers presented the 38th annual meeting of the society of range management . Salt Lake City Utah USA. February 11 - 15 1985.

Laycock, W.A., and C.L. Batcheler. 1975. Comparison of distance measurement techniques for sampling Tussock grassland species in New Zealand. J.Range Manage. 28(3):235-239.

Laycock. W.A. 1965. Adaptation of distance measurements for range sampling . J . Range Manage . 18: 205 -211.

Lindsey, A.A., J.D. Barton, Jr. and S.R. Miles. Field efficiencies of forest sampling methods. *Ecology* 39(3):428-444.

Lyon, L.J. 1968. An evaluation of density sampling methods in a shrub community. *Journal of Range Management* . 21: 16-20.

Mendoza, J.M. 1983. Diagnostico climatico para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de Agrometeorologia. Buenavista, Saltillo.

Morisita, M. 1965. A new method for the estimation of density by the spacing method applicable to non-randomly distributed populations. From: *Physiology and Ecology*, 78 (2): 134-144 (1957). Translate by K. Shimizu.. National Research Council of Canada. Technical Translation 1167.. (NRC. TT-1167) Ottawa. Canada.

Morris, M.J., K.L. Johnson, and D.L. Neal. 1976. Sampling shrub ranges with an electronic capacitance instrument *J. Range Manage.* 29:78-81.

Odum, E.P. 1959. *Fundamentals of ecology*. Second. Edition. W.B. Saunders Co. USA. 546 pp.

Oldemeyer, J.L. 1980. Comparison of 9 methods for estimating density of shrubs and sapling in Alaska. Short communication. *J. Wild Manage.* 44(3): 662-667.

Parker, K.W. 1954. Application of ecology in the determination of range condition and trend. *Journal of Range Management*. 7:14-22.

Penfound, W.T. 1963. A modification of the point-centered quarter method for grassland analysis. *Ecology* 4:175-176.

Pieper, R.D. 1978. *Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation*. New Mexico State University Bookstore.

Pond, F.W. 1961. Effect of three intensities of clipping on the density and production of meadow vegetation. *Journal of Range Management*. 14:34-37.

Range Inventory Standardization Committee (RISC). 1983. *Guidelines and terminology for Rangeland Inventories and Monitoring*. Society of Range Management . Denver Colorado. USA

Risser, P.G., and P.H. Zedler. 1968. An evaluation of the grassland quarter method. *Ecology* 49(5): 1006-1009.

Rzedowsky, J. 1981. Capítulo Matorral Xerófilo en: *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA México D.F. pag. 237-262.

Stoddart, L.A., A.D. Smith, and T.W. Box. 1975. *Range measurement*. Third ed. McGraw-Hill Book Co. USA. 532 pp.

Strickler, G.S., and F.W. Stearns. 1963. The determination of plant gt density. In: *Range Research Methods*. USDA Misc. Pub. 940.

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.

Treviño, F.C.A. 1990. Efecto de dos sistemas de apacentamiento sobre suelo y vegetación. Tesis Maestría en Ciencias de Manejo de Pastizales Dpto. Recursos Naturales Renovables UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila México. 423

West, N.E. 1985. Shortcomings of plants frequency-based methods for range condition and trend. Proceeding selected papers presented at the 38th annual meeting of the society of range management . Salt lake Utah USA. February 11-15 of 1985.

West, N.E. 1985. Origin and early development of the range condition and trend concepts In: Proceeding selected papers presented at the 38th annual meeting of the society range management. Salt Lake City Utah USA. February 11 - 15 of 1985.

Whysong, G.L., and W.H. Miller. 1987. An evaluation of random and systematic plot placement for estimating frequency. *J.Range Manage.* 40:475-479.

Whysong, G.L., and W.W. Brady 1987. Frequency sampling and type II errors. *Journal of Range Management.* 40:472-474.