

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA Error! Marcador no definido.

ANTONIO NARRO

Division de Ciencia Animal

Departamento de Recursos Naturales Renovables

Determinación de Densidad de Gobernadora (*Larrea tridentata*) y Hojasén (*Flourensia cernua*) con la Técnica de Muestreo de Vegetación, Individuo más Cercano (IMC) y Punto Central del Cuadrante (PCC) en el Municipio de Saltillo Coahuila

POR:

EMILIO RODRÍGUEZ JURADO

TÉSIS

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

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

M.C. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera

Presidente

M.C. J. Homero Soto Zuñiga M.C. Luis Pérez Romero

Sinodal

Sinodal

El Coordinador de la Division de Ciencia Animal

Carlos Jesús De Luna Villarreal Ph.D.

Buenavista, Saltillo Coahuila México. Abril de 1998

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;Error! Marcador no definido.

La finalidad de generar información, que coadyuve en el inventario de los recursos del ecosistema en donde se consideren diversos factores que están implícitos, tal como; patrón de distribución de las especies de plantas, tipo de crecimiento, estructura de la planta y otros más, para lo que se han utilizado métodos de parcela y sin parcela, asimismo el problema general se refiere al inventario de pastizales y el específico será la determinación de la densidad de gobernadora y hojasén por ello la problemática que desea resolver el presente trabajo es al respecto de la exactitud y precisión que ofrecen las diversas técnicas existentes para medir la densidad de arbustivas, ésta área en México se ha estudiado muy poco, por lo que para la determinación del estado de salud del pastizal, medición de la producción de forraje, utilización del forraje y otras variables inherentes al análisis del pastizal, se ha tenido que realizar la extrapolación de investigaciones dedicadas a la medición de densidad, efectuadas en Norteamérica, Europa, Australia y otros países.

La medición de la densidad se ha estimado con diversas técnicas de las que se han usado mas comúnmente se hallan los que miden la: abundancia, frecuencia, cobertura, en los que el criterio de estimación era de manera casi siempre ocularmente y con técnicas de parcela, en estos se consideran los mas apropiados, las estructuras de diferente tamaño y forma ya sea; circular, cuadrada ó rectangular o bien técnicas de distancia los cuales presentan características distintas a las anteriores ya que estas no tienen una delimitación de terreno por lo que el principio de uso es diferente, de ellos se mencionan como más comunes; punto central del cuadrante, individuo mas cercano, vecino mas cercano, pares aleatorios, cuadrante errante, método de Bitterlich.

La realización del presente estudio, considera el mejorar a través de estas técnicas la que coadyuve a la obtención de una mayor exactitud y precisión en la determinación

de la densidad de especies de arbustivas en donde se contemple las diversas características de estructura de las plantas del ecosistema. Esto se puede fundamentar todavía más, ya que las técnicas de parcela, se han utilizado al paso del tiempo para obtener ciertas características en las plantas si bien se han dado óptimos resultados éstos no son iguales a las técnicas de distancia por otro lado las técnicas de distancia tienen finalidades distintas, por eso nace la idea de confrontar estas técnicas en una especie arbustiva con el fin de generar información para validar dichas técnicas aquí en el Norte de México y por ende en el Sur de Coahuila, en especial en el Municipio de Saltillo, la misma que llegue a validarse con la transferencia de estas técnicas con su aplicación inmediata en el pastizal. De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores, se plantea como objetivo de este trabajo el buscar la herramienta mas apta de dos técnicas de inventario Individuo más Cercano (IMC) y Punto del Cuadrante Central (PCC) en las especies arbustivas; gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*)

Objetivo

Determinar cual de las dos técnicas; Individuo mas Cercano y Punto del Cuadrante Central, es mas eficiente en base a menor coeficiente de variación (CV), desviación estandar (DS) y asimismo con mayor rapidez, se obtienen mejores resultados al estudiar la densidad de las especies arbustivas gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*) en una comunidad de *Larrea-Flourensia-Parthenium*

Hipótesis General

De las técnicas usadas para determinar densidad en especies arbustivas, se asume que la técnica de Punto Central del Cuadrante es con la que mejores resultados se obtendrán en las especies bajo estudio

REVISIÓN DE LITERATURA ¡Error! Marcador no definido.

Conceptos relacionados con muestreo de vegetación.

Precisión (del latín *praesicio-onis*), Pieper (1978), la define como la expresión de repetibilidad de una cosa. Obligación o necesidad indispensable que fuerza a ejecutar una cosa. Exactitud, determinación, puntualidad, concisión (RAE, 1984). Comunidad (del latín *communitas-atris*). Calidad de común, de lo que no siendo privativamente, pertenece o se extiende a varios. Población (del latín *populatio-onis*). Acción y efecto de poblar (RAE, 1984). Conjunto de individuos en un medio limitado convencionalmente, en cuanto espacio y tiempo (Font Quer, 1965). Muestreo. Acción de escoger muestras representantes de la calidad o condiciones medias de un todo. Técnica empleada para esta selección (RAE, 1984). Una muestra es simplemente una porción de la población (Dixon y Massey, 1957). Método (de latín *methodus*), modo de 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). Exactitud. Puntualidad y fidelidad en la ejecución de una cosa (RAE, 1984)

Vegetación de zonas áridas

En México se tiene la característica de contar con regiones implícitas con el rubro de aridez y semi aridez en el norte por lo cual se hallan diversos tipos de vegetación, entre ellos se debe mencionar a las arbustivas las mismas que debido a sus características sean éstas reunidas en una sólo categoría la que clasifica como matorral xerófilo, para lo que argumenta Rzedowski (1981) que éstas tienen afinidades ecológicas y florísticas, consideraciones similares a él realiza (Leopold en 1950, citado por, Rzedowski, 1981)

Definiciones de densidad

Odum (1959), menciona en relación a este concepto que la densidad es el número de individuos ó la biomasa por unidad de área, dado esto se pueden distinguir ó diferenciar dos tipos de densidades; la densidad bruta que es el número de individuos en la totalidad del área y la densidad específica (esta misma es conceptualizada como densidad ecológica o asimismo de manera económica), que viene siendo el número de individuos encontrados en el hábitat que les es adecuado o que tienen disponible, dicho de otra manera la superficie que una especie puede ocupar

La densidad también se ha definido como el número de individuos por unidad de superficie, también podemos distinguir entre la densidad absoluta (número total de organismos en la totalidad de un área), y la densidad relativa (porcentaje de individuos de una especie con respecto al total), debiéndose esta división mas que nada a la técnica que es utilizado para determinarla (Krebs, 1972)

RAE (1984), define a la densidad y que proviene ésta del latín *densitas-densatis*, la cual nos puede definir a esta como calidad de denso. También la densidad ha sido definida como el número de individuos por unidad de superficie (Krebs, 1972). (Brawn, 1954 citado por Catana, 1963) define a la densidad como el número de partes específicas de plantas las cuales se encuentran en una unidad de área. Pielou (1977), nos dice que la densidad es el tamaño actual de una población la cual se da como resultado de la tasa de nacimientos y muertes que se encuentra en función del tiempo Catana (1963), definió a la densidad como la distribución espacial de los individuos de cada especie en asociación vegetal

Significado ecológico de la densidad

Catana (1963), nos dice que el concepto de la distribución espacial de las plantas, se puede aplicar a estudios autoecológicos y de "life history". La densidad también

nos puede proporcionar un índice del parámetro de estabilidad de una población, así como la variabilidad de las formas existentes dentro de esta población, esto dado que si se mide en diferentes tiempos a la densidad y así ésta nos indica la existencia de un incremento en la población se tiene la posibilidad de que esta pueda ser explotada, por el contrario si se encuentra una disminución se podría recomendar un manejo adecuado para su conservación y así evitar su posible extinción (Whittaker, 1975). Strickler y Stearns (1963), mencionan que la densidad se puede usar para mostrar el tipo de distribución que se tiene dentro de una especie y por lo tanto nos es útil al momento de indicar que factores determinan o controlan esta distribución

Bonham (1989), menciona que a través de la densidad se puede obtener de manera fácil un real entendimiento de las características de la vegetación, también que la densidad es una medida no absoluta la cual varía de acuerdo a las características de la especie que se está estudiando y en relación al tamaño y tipo de muestreo que se utiliza, además que esta se ve afectada por la aleatoriedad de las poblaciones, Strickler y Stearns (1963),

Daubenmire (1968), nos indica que el tamaño de los individuos de una especie tiene una gran variabilidad, que el número por sí solo nos va a representar muy poca información ecológica, por lo tanto se deberán agrupar los componentes de una población a través de categorías para poder llevar a cabo una comparación (Odum, 1959)

(Muller-Dombois y Elleberg, 1974), nos indican que un objetivo de la densidad al analizar una parcela experimental es el de analizar la tendencia del número de individuos de cada especie presente en la parcela; otro objetivo sería el establecer la relación entre densidad y dominancia en la parcela

Densidad y su relación con frecuencia abundancia y cobertura

Densidad Vs Frecuencia

El termino frecuencia se utilizó por primera ocasión por Raunkier (1934), quien la definió como el numero de veces que podemos encontrar una especie en un área determinada. También ha sido definido como la relación existente entre el numero de muestreos realizados y el numero de unidades de dichos muestreos en las que una especie se halla presente, la cual se expresa en forma de porcentaje. (Bonham, 1989)

Densidad Vs Abundancia

Ha sido común confundir estos dos términos debido a que en un principio algunos autores como Brawn-Blanquet (1932), hicieron la proposición de escalas que determinaban el numero de individuos a las cuales llamaron "Escalas de Abundancia". La abundancia debemos entenderla como la cantidad de individuos existentes en un área, mientras que la densidad se va a referir al numero de individuos de una misma especie existentes en una determinada superficie (Brawn-Blanquet, 1932). Densidad debe ser usada cuando necesitamos conteos, mientras que la abundancia se usara para describir estimaciones de densidad, hechas por clases y de acuerdo a escalas (Laycock, 1985). Abundancia es una medida cualitativa y cuantitativa. Esto se refiere a un rango estimado en valores numéricos los que nos expresan abundancia o escasez de una especie (Bonham, 1989)

Densidad Vs cobertura

Se puede decir que existe cierta confusión entre el termino de cobertura y el termino densidad, esto porque en un principio el termino de densidad fue utilizado para referirse al grado en el cual la superficie del suelo estaba cubierta por la vegetación (Bonham, 1989). Pero después el termino de densidad fue definido por (Carpenter, 1939, citado por Bonham, 1989), tal como es usado actualmente refiriéndose a la proporción entre el numero de individuos de una misma especie observada en una superficie determinada y su relación con esta superficie. También

tenemos que cobertura tiene mayor grado de significancia ecológica como medida que la densidad, ya que esta nos refleja mayormente la biomasa, mas que el numero de individuos

Patrón de distribución de la vegetación

Se debe de considerar que las comunidades de plantas se encuentran distribuidas de distintas maneras, siendo estas en forma: agregada, al azar y sistemática (Catana, 1964), por lo cual se deben de utilizar técnicas similares de muestreo que sean las optimas para llevar a cabo las mediciones de las características de las plantas que se vayan a estudiar. Dicho esto y asimismo para llevar a cabo de manera apropiada lo anterior Pieper (1978), menciona la existencia de dos tipos de muestreo, sistemático y aleatorio, esto refiriéndose al método que va ha ser seleccionado para muestrear la población. Tenemos que en el muestreo de tipo sistemático la población a muestrear se va a espaciar de manera mecánica y de forma regular lo que nos va a llevar a que cada punto nos represente a la población total

Dentro del muestreo de tipo aleatorizado se tiene que la distribución de los puntos se lleva a cabo al azar, donde cada una de las partes de la población tiene la misma oportunidad de ser escogida nuevamente

De las técnicas de muestreo de parámetro densidad

Las técnicas más comúnmente usadas para la determinación de densidad en comunidades vegetacionales de arbustivas y/o gramíneas y herbáceas, tenemos:

A).- Técnicas de estimación (clases,rangos)

B).- Técnicas de medición (cuadrantes y distancias)

Técnicas de estimación

Al utilizarse técnicas de muestro en este tipo de estimaciones no se considera necesario la aplicación de medidas directas, asimismo la inferencia estadística. En relación a este rubro es imprescindible que el investigador tenga un adecuado entrenamiento, anterior a la aplicación de este método de muestreo en donde se consideran diversas estimaciones de densidad por medio de una unidad de muestra específica, la limitante que presentan es que las estimaciones son por demás subjetivas por lo que la información resultante puede ser vaga o ambigua (Morris, 1962)

Técnicas de medición

Aquí las técnicas se clasifican, de acuerdo a la forma en que miden la densidad de los individuos de una población, en éstas se pueden mencionar:

A).- Técnicas de parcela ó área

Estas se caracterizan por tener una superficie definida, para lo cual se acostumbra apoyarse en estructuras en de forma: cuadro, círculo, rectángulo

B).- Técnicas sin parcela ó de distancia

El principio de utilización aquí es el que se aplican estructuras y/o principio donde no se considera una superficie definida

Descripción de las técnicas de parcela

Se realiza el conteo de los individuos en una área dada, de antemano establecido que número de veces se hará esto en el terreno de lo que se deriva el calcular la

densidad por unidad de superficie (Muller-Dombois-Elleberg, 1974) argumentan que este tipo de muestreo se emplea principalmente en las especies vegetales, si bien se usa en especies animal con un procedimiento de conteo de individuos en espacios que son menores (submuestreo) al área total de la población, así los resultados promedios obtenidos se extrapolan a dicha área (Krebs, 1972; Laycock, 1985). La aplicación de ello se realiza posterior a la ubicación de una estación de muestreo, ya sea de manera aleatoria o sistemática; con el apoyo de una parcela de tamaño y forma preconcebida, la misma que variará de acuerdo al tipo de vegetación a muestrear procediendo a efectuar el conteo de plantas/estructura usada/spp. problema

Fórmulas utilizadas para calculo de datos

$$DAT = \frac{\text{total individuos de todas especies}}{n}$$

$$DA(sp) = \frac{\text{total individuos una especie}}{n}$$

$$DR(sp) = \frac{\text{total individuos una especie}}{\text{total individuos de todas especies}}$$

Sin embargo se ha mencionado que los métodos de parcela son mas lentos y menos precisos que aquellos (Melgoza y col.,1987)

Técnicas sin parcela

Las técnicas de muestreo de distancia utilizados para llevar a cabo determinaciones de densidad de plantas en un área dada son:

- a).- Técnica del Individuo Mas Cercano
- b).- Técnica del Vecino Mas Cercano

- c).- Técnica de Pares Aleatorios
- d).- Técnica del Punto Central del Cuadrante
- e).- Técnica del Ángulo en Orden
- d).- Técnica del Cuadrante Errante.

Estas seis técnicas fueron descritos por Strickler y Stearns (1963), los cuales las clasificaron en dos grupos

A.- para poblaciones que presentan una distribución al azar; encontrándose dentro de este grupo las técnicas de punto central del cuadrante, pares aleatorios, individuo mas cercano y vecino mas cercano

B.- para poblaciones que presentan una distribución agregada; dentro de este grupo encontramos a las técnicas de ángulo en orden y a la técnica del cuadrante errante

Descripción de las técnicas

Solo serán descritas la técnicas de a)individuo mas cercano b) punto central del cuadrante dado que estas son las técnicas que en la presente investigación han sido comparadas y estudiadas

Individuo mas Cercano

Técnica propuesta por Cottam y col. (1953), en el cual los puntos de muestreo se van a seleccionar de manera aleatoria o al azar, después de esto el muestreador procede a ubicar al individuo que se encuentre mas cercano al sitio de muestreo, procediendo posteriormente a tomar la distancia del punto al individuo mas cercano, al terminar la medición de la distancia se procede a registrarse esta y la especie de la planta. Las fórmulas utilizadas para la determinación de la densidad son

$$DM = \frac{\sum \text{de distancias}}{\text{total de distancias}}$$

La distancia media deberá ser multiplicada por un factor de dos, para convertir la raíz cuadrada del área media. Cottam y col. (1953), encontraron que la distancia media desde el punto de muestreo hasta el individuo mas cercano es igual al 50% de la raíz cuadrada del área media, de forma tal que esta deberá ser multiplicada por dos para obtener la raíz cuadrada del área media, por medio de la siguiente formula

$$AM = (DM \times 2)^2$$

Las distintas densidades se obtienen por medio de las siguientes fórmulas

Densidad absoluta total

$$DAT = \frac{10000}{AM}$$

Densidad absoluta por especie

$$DA (sp) = DAT[DR(sp)]$$

Densidad relativa por especie

$$DR (sp) = \frac{\text{Número de puntos por especie}}{\text{Número total de puntos}}$$

Punto central de cuadrante

En esta técnica los puntos de muestreo se van a determinar de manera sistemática sobre una línea y la distancia entre los puntos deberá disponerse de manera alternada. Después de esto en cada punto se colocara una cruz, la cual nos definirá cuatro cuadrantes de 90° cada uno, donde el punto será el centro de estos, En cada uno de los cuadrantes se deberá medir la distancia a la planta mas cercana por lo cual esta técnica difiere de todas las demás en que en esta se toman 4 medidas de distancia para cada punto. Morisita (1954), comprobó teóricamente que el promedio de las cuatro distancias en todos los puntos de muestreo es igual a la raíz cuadrada del área media. Dado lo anteriormente señalado en esta técnica no se usa factor de corrección

Fórmulas utilizadas en el calculo de datos:

$$DM = \frac{\text{sumatoria de todas las distancias}}{4 \times N}$$

$$AM = (DM)^2$$

$$DAT = \frac{10000}{AM}$$

La densidad absoluta por especie y la densidad relativa por especie se determinan de igual forma que en los métodos de parcela (Pieper, 1978)

Metodología de aplicación

Individuo mas cercano

Esta técnica fue propuesto por Cottam y col., (1953). Strickler y Stearns (1963), concluyeron que esta técnica era la mas sencilla pero a la vez era la menos segura para las poblaciones distribuidas al azar, además se tiene que esta técnica es sencilla y fácil de realizarse en el campo, que a través de ella se obtienen resultados muy

variables por lo cual se necesita llevar a cabo un gran número de muestreos para que los resultados puedan ser confiables

Batcheler y col. (1975), realizó un estudio en el cual comparó cuatro técnicas de distancia (PCC, AO, IMC y Distancia al punto corregido), las cuales fueron aplicadas en comunidades con vegetaciones similares para lo cual se utilizaron dos áreas distintas (pobre y buena), subdivididas cada una en 121 parcelas de 6 pies² cada una, obteniéndose cien intersecciones en las cuales se llevaron a cabo los muestreos, donde los resultados obtenidos indicaron que la técnica de la distancia al punto corregido resultó ser la mejor para determinar la densidad; la técnica del ángulo en orden resultó ser la técnica que más tiempo consume y da estimaciones regulares de densidad; y las técnicas de individuo más cercano y punto central del cuadrante dieron estimaciones bajas en poblaciones agregadas

Cottam y Curtis (1955), en un estudio que realizaron en el estado de Wisconsin, en el cual compararon cinco técnicas de muestreo en tres comunidades de bosque de densidad conocida y en una población artificial, concluyeron que esta es la técnica de punto a planta más fácil de aplicar en el campo

Cottam y col. (1953), señalan que en una población distribuida aleatoriamente, las distancias entre los individuos más cercanos, guardan relación constante con la raíz cuadrada del área media

Beasom y Haucke (1975), llevaron a cabo un estudio mediante el cual compararon cuatro técnicas (IMC, VMC, PCC y PA), contra un censo de arbustivas en el estado de Texas en una comunidad de *Quercus virginiana*, y a través de los datos obtenidos, llegaron a la conclusión de que la técnica de individuo más cercano era a través de la cual se obtenían mejores datos de densidad

Lara (1992), al comparar cinco técnicas de distancia en una comunidad de selva baja caducifolia, en el estado de León Guanajuato, los resultados obtenidos por ella indican que la técnica de individuo mas cercano fue la que menor tiempo consume en el campo, seguida por la técnica de vecino mas cercano

Punto central del cuadrante

Dix (1961), empleo esta técnica para muestrear plantas de pastizales siendo esta una variante de la presentada por Cottam y Curtis (1955), para muestreos en bosques

Esta técnica fue aplicada por Cottam y Curtis (1955), junto con las técnicas de individuo mas cercano, vecino mas cercano y pares aleatorios, en tres mapas de poblaciones artificiales, donde los resultados que ellos obtuvieron indican que la técnica de PCC tiene ventajas sobre las otras técnicas siendo estas las siguientes:

A.- en cada uno de los puntos muestreados se tiene la posibilidad de tomar mas datos que en los otros

B.- No se necesita usar un factor de corrección, dado que el promedio de las distancias tomadas equivale a la raíz cuadrada del área media

C.- los resultados que se obtienen presentan menos subjetividad que las otras técnicas

Becker y Crockett (1973), llevaron a cabo un estudio en una llanura en el estado de Oklahoma, en el cual compararon los resultados obtenidos por seis técnicas para estimar densidad los cuales fueron punto transecto, ángulo en orden, punto central del cuadrante, cuadrante errante, y dos diferentes medidas de parcela, contra un conteo de densidad conocida, donde los resultados obtenidos nos indican que los valores obtenidos a través de la técnica de punto central del cuadrante para densidad total y

densidad relativa son menos confiables que los obtenidos por las otras técnicas, principalmente en poblaciones agregadas

En un estudio realizado por Dix (1961), en el oeste de Dakota del Norte donde examino 3 apartados de praderas a través de la técnica de PCC que fueron muestreados en épocas diferentes una vez en junio y otra en agosto no encontró diferencias significativas indicando que esta técnica no es sensitiva a aspectos estacionales. Además los datos obtenidos indicaron que esta técnica es eficiente y fácil para percibir cambios en la vegetación que pueden ser causados por diferentes factores ambientales

En un estudio realizado en los bosques de Indiana donde fueron aplicados cinco técnicas de muestreo para determinar densidad en arboles, la técnica de punto central del cuadrante en el cual se aplicaron 38 estaciones de muestreo, el tiempo promedio de muestreo de esta técnica fue de ± 104 segundos, lo que indica que si bien esta técnica es eficiente resulto ser menos rápida que lo usualmente considerado al ser comparada con otras técnicas de muestreo rápidas para un muestreo adecuado (Lindsey y col, 1958)

Lyon (1968) realizo un estudio en una comunidad con presencia de arbustivas, herbáceas y pináceas donde comparo doce técnicas de muestreo siendo estas seis técnicas de parcela y seis técnicas sin parcela (PCC, AO, CO, CE; de Morisita y CE, AE de Catana), donde los resultados nos indican que la mayoría de las técnicas necesitan la aplicación de muestreos grandes para que nos den resultados aceptables, además también indicaron que algunas de ellas requieren de un mayor esfuerzo para su aplicación, con lo cual concluyo que tal vez si se aplicaba mejor una técnica de estimación visual se obtendrían mejores resultados de densidad de poblaciones cuando se lleven acabo muestreos en las mismas

En un estudio llevado a cabo en el estado de Guanajuato en el que se compararon cinco técnicas de muestreo de distancia en cinco tamaños de comunidad, los resultados que se obtuvieron indican que la técnica de punto central del cuadrante fue la más exacta en la estimación de densidad en poblaciones de densidad baja, Lara (1992)

Risser y Zedler (1968).- En un estudio que llevaron a cabo en la universidad de Wisconsin en el cual aplicaron la técnica de punto central del cuadrante con el mismo procedimiento que fue aplicado por Dix (1961), comparando la densidad obtenida con esta técnica Vs una densidad cuadrada contada, obtuvieron en sus resultados que esta técnica se hace menos eficiente conforme el grado de agregación de las especies en estudio fue aumentando; por lo que esta técnica deberá estar sujeta a cuestión a menos que se haga un chequeo cuidadoso contra un conteo cuadrado

MATERIALES Y MÉTODOS;Error! Marcador no definido.

Descripción del área de estudio

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo forma parte de una línea de investigación de análisis de pastizales en los que se estudian las técnicas de distancia para muestreo de vegetación en arbustivas y Gramíneas. Esta investigación se efectuó en el Rancho "El Limbo" ubicado en el municipio de Saltillo Coahuila en el km. 35 de la carretera Saltillo-Concepción del Oro Zacatecas. Las características del predio son las siguientes: altura aproximada de 1914 msnm y localización geográfica es de 25°11'15'' de latitud norte y 101° 06'15'' de longitud oeste (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)(figura 1)

Descripción del área experimental

Suelos

Son de clase franco-arenosa, tiene una coloración rojiza, con una pedregocidad de un tamaño aproximado de 4-6 cm, pendiente de aproximadamente 7%, se aprecia la presencia de pedestales los cuales son observados fácilmente en plantas y algunas piedras, lo cual indica que en dicha área se cuenta con presencia de erosión hídrica y eólica (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

Uso del predio

El predio ha sido utilizado para apacentamiento de distintas especies de ganado domestico; bovino, equino y caprino. Así mismo especies de fauna silvestre algunos

de ellos son; coyote, conejo, liebre, insecto, roedores, aves, reptiles y otros (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

Superficie

El predio cuenta con una superficie total de 190 has (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

Tipo de vegetación

La vegetación existente en el predio existe es del tipo matorral xerófilo, las principales especies arbustivas: gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*), lechuguilla (*Agave lecheguilla*), coyonoxtle (*Opuntia spp*), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), mariola (*Parthenium incanum*), palma (*Yucca carnerosana*). Los principales zacates son: banderita (*Bouteloua gracilis*) y navajita (*Bouteloua curtipendula*), (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

Climatología

El clima de la región pertenece al tipo BWhw''(e'), el cual presenta las características siguientes; semi cálido muy extremoso, con lluvias de verano y sequía corta en época de lluvia (canícula); con una precipitación invernal entre 5 y 10% de la total anual. La evapotranspiración difiere y es cambiante de acuerdo a la época del año, la evapotranspiración mas baja es en el mes de Enero con 2.680 mm y la mas alta se da en los meses de Junio-Julio 20.0091-17.743 mm (Mendoza,1983). Los registros que se hallan en el Departamento de Agrometeorología de la UAAAN indican que durante 1990-1996 la precipitación pluvial promedio ha sido de 389.8 mm cuya distribución mayor se da en los meses de Mayo a Septiembre (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

Metodología

Dentro del predio se delimito un área conformada por media hectárea, para lo cual se utilizo una cinta metálica de 30 m de largo, hilo de ixtle y estacas de madera para así en esta área llevar a cabo un censo de tres especies de arbustivas: gobernadora, hojasén y mariola. Esto se hizo así, ya que ésta investigación forma parte de una línea de investigación de inventario y Evaluación de pastizales, en la cual se estudia la tendencia del pastizal tomando como especies clave, las especies arbustivas mencionadas. Al realizar el censo se utilizaron etiquetas de tres distintos colores para distinguir las plantas. Con la finalidad de efectuar un conteo más preciso de las especies arbustivas, en la media Ha. se subdividió ésta en diez áreas de 10 x 50 metros. Posterior a esto se procedió a la aplicación de las dos técnicas para muestreo de vegetación; Vecino más Cercano (VMC), Pares aleatorios (PA), en solamente la especie arbustiva mariola

Aplicación de las Técnicas

Individuo más Cercano

Para llevar a cabo el muestreo de vegetación con ésta técnica, se ubicaron 10 líneas de manera sistemática tratando el que las líneas seleccionadas fuesen representativas de la comunidad de especies presentes en el predio. Una vez hecho esto en cada línea se marcaron 60 estaciones de muestreo/línea, obteniéndose así un registro total de 600 puntos, cada uno de los cuales se ubicaron a cada 25 pasos.

Para ello se utilizo una varilla de 3/8” con la finalidad de marcar los puntos de muestreo clavándose la varilla cada 25 pasos. Posteriormente se procedía a medir la distancia de la varilla (en su parte inferior y al ras del suelo), al tallo de la planta mas cercana a éste. En cada evento de medición de la distancia se cronometraba el tiempo

el cual se registró desde que se clavaba la varilla hasta que se hacia la medición, de la varilla a la planta más cercana, sacándose un promedio de los tiempos registrados

Fórmulas para la determinación de la densidad:

$$DM = \frac{\text{suma total de distancias}}{n}$$

$$AM = (2 \times DM)^2$$

$$DAT = \frac{10000}{AM}$$

Punto del Cuadrante Central

Para la obtención de los datos de campo de ésta técnica, en la ubicación de la estación de muestreo de cada punto se sacaba de una bolsita un número (representaba el número de pasos a caminar del punto anterior) y de otra un rumbo (N,NE, NW,S,SE,SW) y se procedía a ubicar la estación de muestreo. Posteriormente se procedía a: a) colocar la estructura de muestreo. b) se medía la distancia del centro de la estructura a la planta mas cercana de la especie arbustiva bajo estudio, en cada uno de los cuatro cuadrantes de la estructura. c) Se cronometraba tiempo desde que se colocaba la estructura hasta que se medían las distancias en los cuatro cuadrantes, se registraba y después como trabajo de gabinete se promediaba y se determinaba su media de tiempo

Fórmulas utilizadas en la determinación de la densidad de la especie de arbustiva

$$DM = \frac{\text{S distancias/ cuadrantes}}{4 \times n}$$

$$AM = (DM)^2$$

$$DAT = \frac{10000}{AM}$$

AM

Análisis de los datos de campo

Para la determinación de la densidad absoluta total, densidad relativa y área media se aplicaron las fórmulas antes mencionadas para cada técnica, en la especie arbustiva.

En el caso de la determinación de la precisión ésta se obtuvo a través de la desviación estándar (DS) de los registros de campo.

La exactitud por medio del coeficiente de variación (CV). La rapidez por el cronometrado de los tiempos de las diversas estaciones de muestreo.

Asimismo al realizar el análisis de varianza se obtuvieron resultados de CV y DS muy altos por lo cual se consideró pertinente transformar a logaritmos, los datos obtenidos en el campo. Los datos originales y transformados se presentan en el capítulo de resultados y discusión para dar una idea mas clara del manejo de los datos de campo.

Cabe mencionar que se realizó el análisis de varianza con el programa estadístico de UANL (Dr. Emilio Olivares)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se exponen los resultados de las variables bajo estudio: Exactitud (CV), Precisión (DS) y Rapidez (tiempo) de las Técnicas de distancia : Individuo Mas Cercano y Punto del Cuadrante Central que fueron aplicados para determinar la densidad en las especies arbustivas gobernadora y hojasén

El modelo estadístico que fue aplicado para llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos en el campo, fue un modelo completamente al azar dado que las distancias en las dos diferentes técnicas fueron registradas y tomadas en forma totalmente aleatorizada en cada una de las especies en estudio; este modelo se explica en el cuadro 1

Cuadro 1. Análisis de varianza del Modelo Estadístico usado para determinar la densidad en dos especies arbustivas con la aplicación de dos técnicas de muestreo de vegetación (VMC y PA) en el Rancho “El Limbo” en el Municipio de Saltillo

FuentesV.	Gl	SC	CM	F
Trats.	C-1	SCC	SCC/C-1	CMC/CM
Error	N-C	SCE	SCE/N-1	
Total	N-1	SCT		

Donde: $SCC = S S (Y.j - Y..)^2$

$$SCE = S S (Y_{ij} - Y_{.j})^2$$

$$SCT = S S (Y_{ij} - Y_{..})^2$$

En este modelo se siguió un procedimiento general de prueba y suponiendo normalidad en cada una de las dos especies en estudio, tenemos la siguiente prueba:

a).- Hipótesis:

$$H_0: m_1 = m_2$$

$$H_1: m_1 \neq m_2$$

Donde: H_0 nos va a indicar que no existe significancia entre las técnicas es decir que estas son iguales

H_1 nos va a indicar que existe significancia entre las técnicas lo que nos indica que estas son diferentes

b).- el nivel de significancia utilizado fue de: $\alpha = 0.05, 0.01$

c).- Estadística de prueba:

$$F = CMC / CME$$

d).- Regla de decisión:

$$\text{Si } F_{\text{calculada}} > F_{\text{tablas}}$$

$$CMC / CME > F_{d_1, d_2, 1 - \alpha}$$

Esto nos indica que si la F calculada es mayor que la F de tablas entonces la H_0 será rechazada en el nivel de significancia empleado; es decir la H_1 será aceptada

Los resultados obtenidos de esta prueba son mostrados en el cuadro 2. Los resultados mostrados en esta tabla para la F

calculada fueron de 15.5512; 52.1559 para la gobernadora y hojasen respectivamente y los resultados de la F de tablas en su significancia de 0.05 fueron de 3.84 para ambas especies y para la significancia de 0.01 de 6.63 para las dos especies, como se puede ver la F calculada resulto ser mayor que la F de tablas en las dos significancias usadas por lo tanto la decisión que se tomo fue la de rechazar la Ho en ambas significancias con lo cual se acepto la H1 lo que nos indica significancia entre las técnicas empleadas es decir que estas son diferentes

Cuadro 2. Resultados de la prueba general aplicada al modelo estadístico utilizado para la determinación de densidad de dos especies arbustivas en el Rancho “El Limbo” Municipio de Saltillo.

Especie	F cal	F tab		Decisión
		$\alpha = 0.05$	0.01	
Gob.	15.5512	3.84	6.63	Se rechaza Ho en las 2 significancias
Hoj.	52.1559	3.84	6.63	Se rechaza Ho en las 2 significancias

En el cuadro 3 se muestra el ANVA obtenido para la especie gobernadora obteniéndose los resultados siguientes:

Para esta especie las fuentes de variación utilizadas fueron los tratamientos, el error del tratamiento y el total; procediéndose a obtener los grados de libertad de cada una de estas fuentes los

cuales fueron para los tratamientos de 1, para error de 1198 y para el total de 1199, el calculo de las sumas de cuadrados para gobernadora nos dio los siguientes resultados 3.209473; 247.244141; 250.453613 para la SCC, SCE y SCT respectivamente; después de esto se calcularon los cuadrados medios de los tratamientos y del error al dividir a la SCC/GIC y SCE/GIE obteniéndose para la gobernadora resultados de 3.209473; 0.206381 respectivamente; finalmente a través de la división de estos CM se obtuvieron la F calculada para esta especie que fue de 15.5512; para la Gobernadora la cual fue comparada con la F de tablas para las significancias 0.05 y 0.01 (cuadro 2)

Cuadro 3. Análisis de varianza obtenido para la Gobernadora a través del programa estadístico de la U.A.N.L para las técnicas de Individuo mas cercano y Punto central del cuadrante

Fuentes V	Gl	SC	CM	F
Trats.	1	3.209473	3.209473	15.5512
Error	1198	247.244141	0.206381	
Total	1199	250.453613		

En el cuadro 4 se muestra el ANVA realizado para la especie arbustiva hojase en la cual como se menciono anteriormente las fuentes de variacion los tratamientos, el error del tratamiento y los totales; siendo para cada uno de estos los grados de libertad de 1, 1198, 1199; las sumas de cuadrados fueron de 11.711914

para los tratamientos, 269.018066 para el error y de 280.729980 para el total, para los cuadrados medios los resultados fueron de 11.711914 para tratamientos y de 0.224556 para el error; el resultado para la F calculada fue de 52.1559; tanto las sumas de cuadrados, como los cuadrados medios y la F calculada fueron obtenidos de la misma forma que se explico anteriormente en el ANVA para la gobernadora, asi mismo la F calculada fue comparada con la F de tablas para las significancias de 0.05 y 0.01 las cuales se muestran en el cuadro 2

Cuadro 4. Análisis de varianza obtenido para el Hojasén a través del programa estadístico de la U.A.N.L para las técnicas de muestreo de arbustivas Individuo mas cercano y Punto central del cuadrante

Fuentes V	Gl	SC	CM	F
Tratamientos	1	11.711914	11.711914	52.1559
Error	1198	269.018066	0.224556	
Total	1199	280.729980		

En el cuadro 5 se observan los resultados obtenidos a través del censo que se levanto en 1/2 Ha en el Rancho "El Limbo" donde se observa que la densidad absoluta total real es de 1020 plantas, asi mismo se observa en cuanto a la densidad absoluta por especie que la gobernadora fue la especie con mayor numero de individuos con 750 plantas y el Hojasén fue la especie con menor numero de individuos con 270 plantas, estos resultados

serán utilizados como medio de comparación para los rublos de exactitud, precisión y rapidez, como se dijo anteriormente

Cuadro 5. Densidad real de las especies Gobernadora y Hojasén obtenidas a través del censo realizado en el Rancho "El Limbo", Municipio de Saltillo

Especie	Número de plantas
Gobernadora	750
Hojasén	270
Total	1020

Exactitud

Gobernadora

Esta especie resulto ser la de mayor población como se menciona anteriormente con 750 plantas, lo que nos representaría un 73.52 % de la población total real, al ser aplicadas las técnicas en estudio se tiene que la técnica del Individuo Mas Cercano resulto ser la mas exacta con una estimación de 143.71 plantas en 1/2 Ha del predio con lo que se tiene un 80.84 % de subestimación por esta técnica; así mismo se tiene que la técnica mas inexacta fue Punto central del cuadrante la cual arrojó resultados de 70.55 plantas estimadas en 1/2 Ha del predio representándonos un 90.6 % de subestimación, Cuadros 6 y 7

Cuadro 6 Datos obtenidos por el censo y estimados por las técnicas del IMC y PCC para las especies gobernadora y hojasen

Especie	Censo	IMC	PCC
Gobernadora	750	143.71	70.55
Hojasén	270	143.71	70.55

Hojasén

Esta especie como se menciono anteriormente fue la de menor población con 270 plantas, representándonos un 26.47 % de la población total real, en esta especie la técnica mas exacta fue el individuo Mas Cercano con 143.71 plantas estimadas en 1/2 Ha, lo cual nos representa un 46.78 % de subestimación, la técnica mas inexacta fue la de Punto central del cuadrante al estimar 70.55 plantas en 1/2 Ha, con lo que nos representa un 73.88 % de subestimación. Cuadros 6 y 7

Cuadro 7. Comparación de las técnicas de IMC y PCC en cuanto a exactitud (subestimación y sobreestimacion) para las especies de Gobernadora y Hojasen

Especie	IMC	PCC
---------	-----	-----

Gobernadora	80.84 %	90.6 %
Hojasen	46.78 %	73.88 %

Densidad absoluta total

Los resultados de la densidad absoluta total real obtenida por el censo y los estimados por las técnicas de Individuo Mas Cercano y Punto central del cuadrante se presentan en el cuadro 8, donde se puede apreciar que la técnica mas exacta para estimar la D.A.T. fue la del Individuo Mas Cercano con 287.42 plantas estimadas dándonos un 71.83 % de subestimación, y la técnica mas inexacta fue la de Punto Central del Cuadrante con 141.10 plantas estimadas lo que nos va a representar un 88.25 % de subestimación

Cuadro 8. Datos obtenidos por el censo y estimados por las técnicas de IMC y PCC para determinar densidad absoluta total y su comparación en cuanto a exactitud (subestimación y sobreestimación).

Censo	IMC	PCC
-------	-----	-----

1020 (N° plantas)	287.42	141.10
(Porcentaje)	71.83	88.25

Precisión

En este parámetro la técnica que ocupara el mejor lugar, es decir la que será mas precisa será la que tenga la menor desviación estándar y aquella que tenga la mayor desviación estándar será la técnica menos precisa dentro de cada una de las especies en estudio; los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Individuo mas cercano

Los resultados obtenidos a través de los datos originales nos indican que esta técnica fue la mas precisa en la especie gobernadora con una desviación de 282.34, seguida de una desviación de 294.80 para el hojasén, la desviación para la otra técnica fue de 319.93 para el punto central del cuadrante (cuadro 9)

En cuanto a la transformación logaritmica de los datos esta técnica resulto ser la mas exacta en la especie gobernadora con una desviación de 0.44, seguida de una desviación de 0.462 para el hojasén, el punto central del cuadrante obtuvo una desviación estándar de 0.463 para la gobernadora (cuadro 10)

Cuadro 9. Desviación estándar obtenida por medio de los datos originales de cada técnica empleados como medida de precisión

Técnica	Gobernadora	Hojasén
IMC	282.34	294.80
PCC	319.93	371.73

Punto central del cuadrante

Esta técnica al ser analizados los datos originales resulto ser la menos precisa en la especie hojasén con una desviación de 371.73, seguida de una desviación de 319.93 para la especie gobernadora, la desviación para la técnica del individuo mas cercano fue de 294.80, (cuadro 9)

Al ser transformados los datos a su forma logaritmica se tiene que esta técnica sigue siendo la menos precisa en la especie hojasén con una desviación de 0.48, seguida de una desviación de 0.463 para la gobernadora, la otra técnica reporto una desviación de 0.462 para el individuo mas cercano (cuadro 10)

Cuadro 10. Desviación estándar obtenida al ser transformados los datos originales de cada técnica a su forma logaritmica para ser empleados como medida de precisión

Técnica	Gobernadora	Hojasen
Individuo mas cercano	0.44	0.462

Punto central del cuadrante	0.463	0.48
-----------------------------	-------	------

Rapidez:

Se tiene que este parámetro es de suma importancia para que se lleven acabo las aplicaciones de las distintas técnicas en el campo, debido a las características y condiciones en que se llevan acabo los muestreos en las áreas de pastizal, se requiere de que la técnica que se utilice sea una técnica que se pueda aplicar rápida y fácilmente para asi evitar el cansancio en el muestreador y asi evitar con esto un posible falseo de los datos, en el cuadro 11 se muestran los tiempos promedios ocupados por las distintas técnicas al ser aplicadas en una unidad de muestra en el campo, y que son el resultado de obtener una media de un numero de estaciones de muestreo en cada técnica como se menciona en el capitulo de materiales y métodos, al analizar estos resultados se tiene que la técnica mas rápida y mas fácil de aplicar en muestreos de pastizales es la técnica del individuo mas cercano con un tiempo de 15 segundos, seguida de la técnica de punto central del cuadrante con 50 segundos siendo esta la técnica que mas tiempo consume en su aplicación

Cuadro 11. Tiempo empleado en cada una de las dos técnicas de muestreo de vegetación, estudiadas en el Rancho "El Limbo" en el municipio de Saltillo

Técnica	Tiempo(segundos)
---------	------------------

Individuo mas cercano	15
punto central del cuadrante	50

RESUMEN

El estudio de este problema, forma parte de una línea de investigación de Inventario y Evaluación del Pastizal, en donde se analiza el comportamiento de diversas técnicas de distancia para el muestreo de vegetación en comunidades vegetativas donde predominan en algunas: arbustivas y en otras las gramíneas. Para este caso se considera el estudio del problema general, análisis de una parte del componente vegetacional arbustivo en y se plantea como problema específico determinación de la densidad de las especies arbustivas: gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*) en una comunidad de *Larrea-Flourensia-Parthenium* en el Municipio de Saltillo en el estado de Coahuila

Por lo que se planteó como objetivo; el determinar cual de las dos técnicas IMC y PCC, es más eficiente en función a tener un menor CV y DS y asimismo una mayor rapidez, se obtienen mejores resultados al estudiar la densidad de las especies arbustivas: gobernadora y hojásén en una comunidad de *Larrea-Fourensia-Parthenium* planteándose como hipótesis que de acuerdo a las características intrínsecas de las dos técnicas laque más óptimos resultados de eficiencia tendrá será Punto Central del Cuadrante por ello en función al objetivo planteado si se cumplió este, lo cual se corrobora por los resultados obtenidos, soportado también por medio de la hipótesis la cual no se confirmó ya que los resultados son: la técnica mas exacta fue el individuo mas cercano en la especie hojásén con un 46.78 % de subestimación,

el punto central del cuadrante resultó ser la técnica menos exacta con un 90.6 % de subestimación en la especie gobernadora; en cuanto al parámetro de precisión la técnica mas precisa resulto ser el individuo mas cercano con una desviación estándar de 0.44 en la especie gobernadora y la técnica menos precisa fue el punto central del cuadrante con desviación de 0.48 en el hojásén; en cuanto a la rapidez la técnica mas rápida fue el individuo mas cercano con un tiempo promedio de 15 segundos y el punto central del cuadrante fue la técnica menos rápida con 50 segundos promedio

Asimismo en atención a los resultados obtenidos como parte del problema planteado se sugiere darle seguimiento a este tipo de investigación en donde se considere la correlación existente en cuanto a técnica VS características arquitectónicas del ecosistema

La investigación se realizó en el Predio nominado “El Olvido” ubicado por la carretera Saltillo-Concepción del Oro Zacatecas en el kilometro 35, tres kilómetros adelante del entronque a Derramadero Coahuila. Altitud de 1914 msnm, coordenadas geográficas de Latitud Norte y Longitud Oeste. Las características de; suelo, vegetación, clima, fauna y flora del predio son mencionadas por (Rodríguez, 1997)

Las técnicas planteadas como problema son: Individuo Más Cercano (VMC) y Punto del Cuadrante Central (PCC), cuyas características son la medición de la densidad por medio de la variable distancia entre plantas de las especies arbustivas: gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*) en una comunidad de *Larrea-Flourensia-Parthenium*

Los aspectos económicos que circundan este estudio, son el apoyo que ofrece al productor a través de la aplicación de éstas técnicas lo cual repercute en un mejor monitoreo del factor vegetación en el estrato arbustivo de la empresa ganadera

CONCLUSIONES;Error! Marcador no definido.

- 1.- La técnica de muestreo para especies arbustivas la mas exacta resultó ser individuo mas cercano en la especie arbustiva hojasén con un 46.78 % de subestimación, siendo la técnica menos exacta la del punto central del cuadrante en la especie arbustiva gobernadora con un 90.6 % de subestimación
- 2.- La técnica mas precisa fue el individuo mas cercano en la especie arbustiva gobernadora 0.44, siendo la menos precisa el punto central del cuadrante con 0.48 en la especie arbustiva hojasén
- 3.- La técnica mas rápida fue el individuo mas cercano con 15 segundos promedio en su aplicación, la técnica menos rápida fue el punto central del cuadrante con 50 segundos promedio de aplicación
- 4.- Por lo mencionado la técnica de muestreo mas eficiente resultó ser individuo más cercano, ya que se obtuvo la mejor exactitud, precisión y tiempo
- 5.- De acuerdo a la hipótesis planteada, ésta no se cumplió

LITERATURA CITADA ¡Error! Marcador no definido.

- Batcheler, C.L. 1975. Estimation of density from a sample of joint point and nearest-neighbor distances. *Ecology* 52(4): 703-709.
- Beasom, S. L., and H.H. Haucke. 1975. A Comparison of Four Distance Sampling Techniques in South Texas Live Oak Motes. *J. Range Manage.* 28(2): 142-144
- Becker, D.A. and J.J. Crockett. 1973. Evaluation of Sampling Techniques on a Tall-Grass Prairie. *Journal of Range Management* 26(1): 61-65
- Bonham, C. 1989. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley & Sons USA 338 pp
- Brawn-Blanquet, J. 1932. *Plant Sociology* (translate by H.S. Conrad and G.D. Fuller). McGraw-Hill Book Co., New York. 439 p
- 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., J.T. Curtis., and B.W. Hale. 1953. Some Sampling Characteristics of a Population of Randomly Dispersed Individuals. *Ecology* 34: 741-757
- Cottam, G., and J.T. Curtis. 1956. The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology* 37(3): 451-460
- Daubenmire, R.F. 1968. *Plant Communities: A textbook of plant synecology*. Harper and Row, New York. 300 p
- Dix, R.L. 1961. An Application of the Point-Centered Quarter Method to the Sampling of Grassland Vegetation. *J. Range Management* 14: 63-69
- Dixon, W.J. and F.J. Massey. 1957. *Introduction to Statistical Analysis*, 2nd ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Font Quer, P. 1965. *Diccionario de Botanica*. Editorial Labor S.A. México D.F. 1244 p

- Frías, H.J.T. 1986. Comparación de métodos de distancia para estimar densidad de arbustivas en pastizales . En: Gutierrez, C. J. (De.) Manejo de Pastizales. Memorias del 2º Congreso de Nacional de Manejo de Pastizales. Dpto. Recursos Naturales Renovables. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coahuila México. p. 126-130
- Krebs, C.J. 1972. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, Publishers.
- Lara, B. M. 1992. Comparación de métodos de distancia para estimar densidad de arbustivas en areas de pastizal. Tesis Licenciatura. Escuela de Agronomía y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guanajuato. 52 pp.
- 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
- Lyndsey, A.A., J.D. Barton., and S.R. Miles. 1958. 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. J Range Management 21: 16-20
- Melgoza, C.A., M. Esqueda, C. y M. Royo M. 1987. Comparación de métodos sin parcela para la determinación de densidad de tres especies de pastizal. Resúmenes 3er Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. INIFAP-SARH. CONACYT. Durango, Dgo
- Mendoza, J.M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia de la UAAAN. Departamento de agrometeorología. Buenavista, Saltillo
- Morisita, M. 1954. Estimation of population density by spacing method. Mem. Fac. Sci. Kyushu University State. Ecology 35:187-197
- Morris, M.J. 1962. Some Statistical Problems in Measuring Herbage Production and Utilization. Symposium on Techniques and Methods of Measuring Understory Vegetation. Tifton, GA, 1958. Publication of USDA Forest Service, pp 139-145
- Muller-Dombois, D., and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons. New York.

- Odum, E.P. 1959. *Fundamentals of Ecology*. 2nd. Edition. W.B. Saunders Colorado USA. 546 pp
- Oldemeyer, J.L. 1980. Comparison of 9 methods for estimating density of shrubs and sampling in Alaska. Short communication. *J. Wildlife Management* 44(3): 662-667
- Pieper, R.D. 1978. *Measurement Techniques for Herbaceous and Shrubby Vegetation*. New México State University Bookstore. New Mexico USA
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons. New York USA
- Raunkiaer, C. 1934. *The Life - Forms of Plants and Statistical Plant Geograpy*. The collected papers of C. Raunkiaer, translated in to English by H.G. Carter, A.G. Fansley, and Miss Fausboll, Clarendon, Oxford, 632 pp.
- Real Academia Española (RAE). 1984. *Diccionario de la Lengua Española*. Vigésima Edición. Editorial Espasa-Calpe, S.A. Madrid España
- Risser, P.G., and P.H. Zedler. 1968. An Evaluation of the Grassland Quarter Method. *Ecology* 49(5): 1006-1009
- Rodríguez, R.A.F. 1997. Determinación de Densidad en Arbustivas con Técnicas de Muestreo de Distancia en un Pastizal Semiárido. Ponencia III Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales. UANL. Facultad de Ciencias Forestales. Linares Nuevo León. Noviembre de 1997
- Rzedowsky, J. 1981. Matorral Xerófilo en: *Vegetación de México*. Editorial LIMUSA México D.F. pag. 237-26
- Strickler, G.S. and F.W. Stearns. 1963. The determination of plant density in: *Range Research Methods*. USDA Forest Service. Misc. Pub. No. 940. p. 30-40
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Mac Millan, Collier-MacMillan Ltd., London, 162 pp.