

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN CIENCIA ANIMAL**



Determinación de Densidad de Mariola (*Parthenium incanum*) y zacate tres barbas (*Bouteloua trifida*) con la Técnica de Muestreo de Vegetación, Individuo más Cercano (IMC) y Punto Central del Cuadrante (PCC) en el Municipio Saltillo Coahuila

**POR:**

**MATILDE ORTIZ AQUINO**

**TESIS**

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO DEL 2011**

## Dedicatoria y agradecimientos

A mis padres:

Con mucho amor y agradecimiento infinito  
Por haberme dado la vida el amor y todo  
lo que ha estado de su parte mil gracias.

A mis hermanas y hermano:

Gracias a todos por el apoyo en especial  
A Emilia y Martha por haberme apoyado  
cuando más necesitaba

A mi esposo:

Esteban por todo el amor, cariño y comprensión  
Por compartir los momentos más importantes  
y felices con migo gracias por todo

A mis hijos:

Evelyn Nayely y Esteban  
porque con ustedes he comprendido el gran valor  
de todas las cosas.

Al doctor Álvaro F. Rodríguez Rivera

Por su apoyo incondicional para realizar este trabajo  
Que sin usted no hubiera sido posible.

Para concluir a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Por haberme cobijado durante toda mi estancia a todos muchas  
Gracias

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONCEPTO	Página
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
Objetivo General .....	3
Hipótesis .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
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 más cercano.....	15
Punto central del cuadrante.....	17

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
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
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
Exactitud .....	32
Precisión .....	35
Rapidez .....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	39
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	40

## RESUMEN

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 25°11'15" de latitud norte y 101° 06'15" de longitud oeste.

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 zacate tres barbas (*Bouteloua trifida*) en una comunidad de *Larrea-Flourensia-Parthenium*

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: mariola (*Parthenium incanum*) y hojásén (*Flourensia cernua*) en una comunidad de *Larrea-Flourensia- Parthenium* en el Municipio 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: mariola 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 zacate tres barbas 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 mariola; 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 mariola y la técnica menos precisa fue el punto central del cuadrante con desviación de 0.48 en el zacate tres barbas; 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

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

**PALABRAS CLAVE:** Densidad, Técnicas de muestreo, Técnica de distancia, arbustivas, gramíneas.

## INTRODUCCIÓN

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 hojaseñ 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 más 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 más 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 más cercano, vecino más 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 la especie arbustiva; gobernadora (*Larrea tridentata*) y zacate tres barbas (*Bouteloua trifida*)

### **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 estándar (DS) y asimismo con mayor rapidez, se obtienen mejores resultados al estudiar la densidad de la especie arbustiva gobernadora (*Larrea tridentata*) y zacate tres

barbas (*Bouteloua trifida*) 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

### 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 sola 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 numero 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 numero de individuos en la totalidad del área y la densidad especifica ( esta misma es conceptuada como densidad ecológica o asimismo de manera económica), que viene siendo el numero 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 más 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). (Brown, 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 auto ecológicos y de "historia del pastizal". 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 varia de acuerdo a las características de la especie que se este 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, Stricler 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 término frecuencia se utilizó por primera ocasión por Raunkier (1934), quien la definió como el número de veces que podemos encontrar una especie en un área determinada. También ha sido definido como la relación



existente entre el número de muestreos realizados y el número de unidades de dichos muestreos en las que una especie se haya 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 número 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 número 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 término de cobertura y el término densidad, esto porque en un principio el término 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 término de densidad fue definido por (Carpenter, 1939, citado por Bonham, 1989), tal como es usado actualmente refiriéndose a la proporción entre el número 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 número 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 a 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 cálculo 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 más lentos y menos precisos que aquellos (Melgoza y col.,1987)

### **Técnicas sin parcela**

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

- a).- Técnica del Individuo Más Cercano
- b).- Técnica del Vecino Más 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 descritas 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 las técnicas de a)individuo más cercano b) punto central del cuadrante dado que estas son las técnicas que en la presente investigación han sido comparadas y estudiadas

#### **Individuo más 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 cálculo 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 más cercano**

Esta técnica fue propuesta 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 acabo un gran numero de muestreos para que los resultados puedan ser confiables

Batcheler y col. (1975), realizo un estudio en el cual comparo 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 pies<sup>2</sup> cada una, obteniéndose cien intersecciones en las cuales se llevaron acabo los muestreos, donde los resultados obtenidos indicaron que la técnica de la distancia al punto corregido resulto ser la mejor para determinar la densidad; la técnica del ángulo en orden resulto ser la técnica que mas tiempo consume y da estimaciones regulares de densidad; y las técnicas de individuo mas 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 este es la técnica de punto a planta mas 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 acabo 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 mas 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 más cercano, vecino más 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 más 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 árboles, 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  $\pm 104$  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) realizó 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 a cabo 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**

### **Descripción del área de estudio**

#### **Ubicación del área de estudio**

El presente trabajo fue efectuado en el Rancho "El Limbo" ubicado en el municipio de Saltillo Coahuila en el Km 35 de la carretera Saltillo-Concepción del Oro Zacatecas. Contando este con una altura aproximada de 1914 msnm y cuya localización geográfica es de 25°11'15" de latitud norte y 101° 06'15" de longitud oeste (Castillo, 1996; Quiroz, 1997)

#### **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

### **Uso del predio**

El predio ha sido utilizado para apacentamiento de distintas especies de ganado domestico; bovino, equino y caprino. Asimismo especies de fauna silvestre algunos de ellos son; coyote, conejo, liebre, insecto, roedores, aves, reptiles y otros

### **Superficie**

El predio cuenta con una superficie total de 190 has

### **Tipo de vegetación**

La vegetación existente en el predio existe es del tipo matorral xerófilo, las principales especies arbustivas: gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseén (*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; semicalido muy extremo, con lluvias de verano y sequía corta en época de lluvia (canícula); con una precipitación invernal entre 5 y 10% del total anual. La evapotranspiración promedio es variante en el transcurso del año, teniendo la más baja en el mes de Enero 2.680 mm y la más alta en los meses de Junio-Julio 20.0091-17.743 mm. (Mendoza, 1983). Los registros realizados por el servicio meteorológico de la UAAAN nos indican que durante los últimos 6 años la precipitación pluvial promedio ha sido de 427 mm cuya distribución mayor se da en los meses de mayo a septiembre

## **Metodología**

El total de la superficie del área de estudio es de 190 Ha. Dentro de este 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 las dos especies en estudio (Mariola y hojasén). Al realizar el censo se utilizaron etiquetas de dos distintos colores para

distinguir las plantas. Asimismo se subdividió en diez áreas de 10 x 50 metros para un mejor conteo. Posterior a esto se procedió a la aplicación de las dos técnicas para muestreo de vegetación; Vecino más Cercano (VMC), Punto del cuadrante central (PCC)

### **Aplicación de las Técnicas**

#### **Vecino más Cercano**

Para llevar a cabo esta técnica se requirió un procedimiento similar a los anteriores, en el cual se seleccionaban 10 líneas y en cada línea se marcaron 60 puntos, un registro total de 600 puntos, los cuales eran marcados a cada 25 pasos. En éste, igual que en el anterior también se utilizó una varilla de 3/8" para marcar los puntos la cual se clavaba cada 25 pasos. Después se procedía a medir la distancia de la varilla al tallo de la segunda planta más cercana a este, en cada una de las especies. En esta el tiempo se registro de igual forma desde que se clavaba la varilla hasta que se hacía la medición, de la varilla a la planta, sacándose una media de los tiempos registrados

### Fórmulas para la estimación de la densidad:

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

$$AM = (1.67 \times DM)^2$$

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

### Pares aleatorios

La referencia para llevar a cabo la medición de distancias en este método fue similar a las utilizadas en las técnicas anteriores, donde se aplicaron 10 líneas y a cada 25 pasos se hacía un punto de muestreo, marcándose 60 puntos por línea, dándonos un total de 600 puntos de muestreo. En esta técnica el procedimiento consistió en seleccionar a la planta más cercana (A), sobre el punto y con la vista dirigida a la planta A, se estableció un ángulo de exclusión de 180° y se procedía a medir la distancia entre la planta A y la planta más cercana a esta, pero colocada fuera del ángulo de exclusión. Igual que en los métodos anteriores el tiempo se midió desde que se clavaba la varilla en el suelo hasta medir la distancia a la planta más cercana, procediendo después a sacarse una media para reportarse

esta.

### **Fórmulas utilizadas en la determinación de la densidad de las especies de arbustivas**

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

$$AM = (0.8 \times DM)^2$$

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

### **Análisis estadístico de los datos de campo**

Se aplicaron las formulas antes mencionadas para cada técnica, en las tres especies arbustivas, la precisión se obtuvo a través de la desviación estándar (DS) de los registros de campo. La exactitud por medio del coeficiente de variación. La rapidez por el cronometraje 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 aplicar una transformación a logaritmos de los datos obtenidos en el campo.

## 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 la arbustiva: gobernadora y gramínea, zacate tres barbas (*Bouteloua trifida*).

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:  $SCC = \sum \sum (Y_{.j} - Y_{..})^2$

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

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

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:

Si  $F$  calculada  $>$   $F$  tablas

$$CMC / CME > F_{d1, d2, 1 - \alpha}$$

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 mariola y hojaseñ 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  $H_0$  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		
Mar.	15.551	3.84	6.63	Se rechaza Ho en las 2 sign.
ZTB	52.155	3.84	6.63	Se rechaza Ho en las 2 sign.

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 Mariola (*Parthenium incanum*) a través del programa estadístico de la UANL para las técnicas de Individuo mas cercano y Punto central del cuadrante

Fuentes V	GI	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 hojaseén en la cual como se menciona anteriormente las fuentes de variación 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 mariola (*Parthenium incanum*), asimismo 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 zacate tres barbas (*Bouteloua trifida*) 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	GI	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, asimismo se observa en cuanto a la densidad absoluta por especie que la Mariola fue la

especie con mayor numero de individuos con 750 plantas y el zacate tres barbas (ZTB) fue la especie con menor numero de individuos con 270 plantas, estos resultados serán utilizados como medio de comparación para los rubros de exactitud, precisión y rapidez, como se dijo anteriormente

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

Especie	Número de plantas
Mariola	750
Hojasén	270
Total	1020

## Exactitud

### Mariola

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 más 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 mariola y zacate tres barbas (ZTB)

Especie	Censo	IMC	PCC
Mariola	750	143.71	70.55
ZTB	270	143.71	70.55

### Zacate tres barbas

Esta especie como se mencionó anteriormente fue la de menor población con 270 plantas, representándonos un 26.47 % de la población total real, en esta especie la técnica más 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 más 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 sobreestimación) para las especies de Mariola y Hojasén

Espece	IMC	PCC
Mariola	80.84 %	90.6 %
ZTB	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 sobre estimación).

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:

### **Vecino más 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 hojásén, la desviación para la otra técnica fue de 319.93 para el punto central del cuadrante (cuadro 9)



En cuanto a la transformación logarítmica 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	Mariola	Zacate tres barbas
VMC	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 mariola, la desviación para la técnica del individuo mas cercano fue de 294.80, (cuadro 9)

Al ser transformados los datos a su forma logarítmica se tiene que esta técnica sigue siendo la menos precisa en la especie ZTB con una desviación de 0.48, seguida de una desviación de 0.463 para la mariola, 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 logarítmica para ser empleados como medida de precisión

Técnica	Mariola	Hojasén
Vecino mas cercano	0.44	0.462
Punto central/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 así evitar el cansancio en el muestreador y por consecuencia 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 número de estaciones de muestreo en cada técnica como se menciona en el capítulo de materiales y métodos, al analizar estos resultados se tiene que la técnica más rápida y más fácil de aplicar en muestreos de pastizales es la técnica del individuo más cercano con un tiempo de 15 segundos, seguida de la técnica de punto central del cuadrante con 50 segundos siendo esta la técnica que más 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)
Vecino más cercano	15
punto central del cuadrante	50

## CONCLUSIONES

- 1.- La técnica de muestreo para especies arbustivas la mas exacta resultó ser individuo mas cercano en la gramínea zacate tres barbas con un 46.78 % de subestimación, siendo la técnica menos exacta la del punto central del cuadrante en la arbustiva mariola con un 90.6 % de subestimación
- 2.- La técnica más precisa fue individuo mas cercano en la arbustiva mariola 0.44, siendo la menos precisa el punto central del cuadrante con 0.48 en la gramínea zacate tres barbas
- 3.- La técnica mas rápida fue individuo más cercano con 15 segundos promedio en su aplicación, la técnica menos rápida fue punto central del cuadrante con 50 segundos promedio de aplicación
- 4.- La técnica de muestreo más eficiente fue individuo más cercano, debido a que se obtuvo la mejor exactitud, precisión y tiempo
- 5.- La hipótesis planteada, no se cumplió

## LITERATURA CITADA

- Batcheler, C.L. 1975. Estimation of density from a sample of joint point and nearest-neighborn 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: Gutiérrez, 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 áreas 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 Agro Meteorología. 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 Geography. 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. Pág. 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.