
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



ESTIMACION DE LA FRECUENCIA Y DENSIDAD DE
ESPECIES BAJO DIFERENTES DISEÑOS DE
MUESTREO Y TAMAÑOS DE CUADRANTE,
EN PASTIZAL AMACOLLADO.

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O A G R O N O M O
P R E S E N T A N
FRANCISCO DE LA FUENTE AGUILAR
LUIS ALFONSO SPENCE GUZMAN
RICARDO ANTONIO MUÑOZ MEDINA
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. ENERO DE 1996.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COMITE DE TITULACION
 OEA77002/96
 OSU83002/96
 OEA82002/96

SOLICITUD Y DICTAMEN


SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
P R E S E N T E

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento interno de la División de Ciencias Agronómicas, hemos reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicitamos su autorización para realizar nuestro TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

ESTIMACION DE LA FRECUENCIA Y DENSIDAD DE ESPECIES BAJO DIFERENTES DISEÑOS DE MUESTREO Y TAMAÑOS DE CUADRANTE, EN PASTIZAL AMACOLLADO.

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
 MODALIDAD: COLECTIVA

NOMBRE DE LOS SOLICITANTES	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
FRANCISCO DE LA FUENTE AGUILAR	722000358	72-77	EXT. AGRICOLA	
LUIS ALFONSO SPENCE GUZMAN	078117818	78-83	SUELOS	_____
RICARDO ANTONIO MUÑOZ MEDINA	077098429	77-82	EXT. AGRICOLA	_____

Fecha de solicitud: Enero 2 de 1996

DICTAMEN

APROBADO () NO APROBADO ()

DIRECTOR: M.C. HUGO MORENO GARCIA
 ASESOR: M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
 ASESOR: ING. J. JESUS ALVAREZ GONZALEZ


 M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. HUGO MORENO GARCIA
 DIRECTOR

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
 ASESOR

ING. J. JESUS ALVAREZ GONZALEZ
 ASESOR

Vo. Bo. Pte. del Comité

Fecha: Enero 11 de 1996

CONTENIDO

Agradecimientos y dedicatorias	i
Resumen	ii
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS E HIPOTESIS	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Características de la vegetación	4
3.1.1 Frecuencia	4
3.1.2 Densidad	6
3.2 Diseños de muestreo	8
3.3 Técnicas de cuadrante para el muestreo de la vegetación	15
4. MATERIALES Y METODOS	21
4.1 Características del área de estudio	21
4.2 Metodología	24
4.2.1 Selección de especies clave	24
4.2.2 Factores bajo estudio	26
4.2.3 Muestreo en el sitio de estudio	26
4.2.4 Variables evaluadas	27
4.2.5 Análisis estadístico de la información	27
5. RESULTADOS Y DISCUSION	29
5.1 Muestreo preliminar	29
5.2 Estimación de frecuencia	31
5.2.1 Efecto del diseño de muestreo	32
5.2.2 Efecto del tamaño de cuadrante	33
5.3 Estimación de densidad	34
5.3.1 Efecto del diseño de muestreo	35
5.3.2 Efecto del tamaño de cuadrante	36
6. CONCLUSIONES	38
7. LITERATURA CITADA	39

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Los que participamos en este trabajo expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, en particular a la EX-ESCUELA DE AGRICULTURA (ACTUALMENTE DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS), por habernos brindado la oportunidad de adquirir una formación profesional.

De igual manera dedicamos este trabajo a los ganaderos de las regiones áridas y semiáridas que prácticamente entregan su vida en esta actividad.

FRANCISCO DE LA FUENTE AGUILAR
LUIS ALFONSO SPENCE GUZMAN
RICARDO ANTONIO MUÑOZ MEDINA

RESUMEN

En las regiones áridas y semiáridas de nuestro país los pastizales constituyen la principal fuente de alimento para los animales, dentro de los tipos de pastizales los denominados amacollados adquieren gran importancia por la extensión que ocupan. Para llevar a cabo un manejo racional de este recurso es necesario contar con técnicas de muestreo que permitan estimar las características de la vegetación.

Estas técnicas deberán ser de fácil aplicación y que permitan obtener información con grados aceptables de precisión y confiabilidad, para que se pueda generalizar su uso; por lo que la realización de este trabajo tiene como objetivo la comparación de dos de los principales diseños de muestreo (aleatorio y sistemático) y diferente tamaño de cuadrante en el muestreo de especies en áreas de pastizal amacollado.

Los resultados obtenidos muestran que para la característica frecuencia de aparición, las diferencias entre diseños de muestreo y tamaños de cuadrante solamente se aprecian a nivel de especie y sobre todo en las que se consideran como especies clave.

En cuanto a la densidad no se observa un efecto significativo del diseño de muestreo a nivel de especie y de comunidad, en cambio el tamaño de cuadrante sí muestra tales efectos, pero solo cuando se estima esta característica a nivel de la comunidad.

1. INTRODUCCION

En los sistemas de producción animal que se explotan en la Región Norte del país, bajo condiciones de pastoreo, las comunidades de pastizales constituyen la principal fuente de alimento para el ganado bovino y especies de la fauna silvestre. Dentro de los tipos de comunidades de pastizales el amacollado arborescente adquiere singular importancia, ya sea por la superficie territorial que ocupa, como por la calidad de las especies que, desde el punto de vista del valor nutritivo, lo constituyen.

Esta importancia ha generado la necesidad de realizar toda una serie de estudios, donde el investigador esta interesado en determinar los efectos, de cierto tipo de factores involucrados en el comportamiento y desarrollo de dichas especies. Bajo este enfoque, es frecuente la realización de investigaciones sobre temas relacionados con aspectos de: inventario, tendencia, utilización, sucesión, resiembras, quemas, control de arbustivas, sistemas de pastoreo, capacidad de carga, etc.

Un denominador común a toda esta serie de estudios, es la evaluación cuantitativa y/o cualitativa de las características de la vegetación (producción de forraje, cubierta aérea, cubierta basal, densidad, frecuencia, altura de planta, etc.), ya que esta son,

precisamente, las alternativas para evaluar los factores que el investigador está interesado en estudiar, y así posteriormente, llevados en forma integral, realizar un manejo racional del recurso pastizal.

Aunado a ese grado de generalización, existe otra fuente de herramientas metodológicas, caso específico del diseño de muestreo estadístico, y de la determinación del tamaño de muestra [en función del parámetro que se desea estimar], y que en la mayoría de los casos no es aplicada con la rigurosidad deseada, lo que de manera directa, repercute en los resultados obtenidos, ya sea en términos de variación estadística, niveles de precisión o grado de confiabilidad en las conclusiones.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Los planteamientos expresados anteriormente, permitieron conducir una serie de investigaciones, en áreas de pastizal amacollado arborescente de la Región Centro Oeste del Estado de Chihuahua, para evaluar las características de la vegetación: frecuencia y densidad, en función de diferentes diseños de muestreo estadístico y tamaños de cuadrante.

1o. Comparar los diseños de muestreo estadístico (aleatorio y sistemático), en la estimación de la frecuencia, densidad y producción de forraje.

2o. Comparación de diferentes tamaños de cuadrantes para la estimación de la frecuencia, densidad y producción de forraje.

Toda esta relación de objetivos tienen su soporte en el planteamiento de las siguientes hipótesis:

La naturaleza de ciertas características de la vegetación pueden ocasionar la aplicación de metodologías totalmente diferentes en los periodos seco y de crecimiento en las especies.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Características de la vegetación.

3.1.1 Frecuencia.

Este concepto es definido como una expresión estadística de la presencia o ausencia de individuos en una serie de submuestras; este parámetro da una idea de la distribución de las especies en un área, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Fierro y col. 1980).

De igual manera Matteucci y Colma (1982) indican que la frecuencia es la probabilidad de encontrar dicho atributo, en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece, en relación con el número de unidades muestrales totales.

Estos mismos autores señalan que puede estimarse a partir de la presencia de las partes aéreas de las plantas en la unidad muestral, o a partir del enraizamiento de la

planta en la misma.

Del Rio (1983) menciona que la frecuencia indica distribución de las plantas, y se refiere a la presencia o ausencia de estas en los diferentes puntos de muestreo. Esta medida indica la presencia relativa de una cierta especie dentro del pastizal, y es la relación entre el número total de muestras, sin interesar el número de individuos que aparecen en la muestra.

Es señalado también que la frecuencia de ocurrencia, significa el número de veces en que se encuentra una especie cuando se camina por el sitio, normalmente es expresada como el porcentaje del número relativo de veces que esta especie aparece con respecto a las demás (Stearns, 1958).

Por su parte Cook y Stubbendieck (1986) asumen que la frecuencia es una característica fácil de medir con solo un "si" ó un "no", es decir si está o no presente en un cuadrante. El muestreo de frecuencia combina densidad y distribución.

En relación a los usos prácticos que involucra la estimación de esta característica, se menciona el de estudiar la homogeneidad de las comunidades vegetales en base a la Ley de Frecuencias de Raunkiaer, para comparar la importancia de una o más especies en varias comunidades, así como su utilización con otras características vegetativas para formar índices (Pérez, 1987).

Dentro de la literatura se encuentra que esta característica vegetativa puede ser estimada a partir de una diversidad de técnicas, pudiéndose utilizar aquellas que utilizan áreas, caso específico de los cuadrantes; técnicas que utilizan puntos, como la línea y marco de puntos respectivamente; de igual manera se puede estimar a partir de técnicas que utilizan líneas como el método clásico de Canfield (Canfield, 1941).

3.1.2 Densidad.

Del Rio (1983) define la densidad como el número de plantas o individuos por unidad de superficie, y como una extensión este concepto plantea el de densidad relativa como el número de individuos de una especie, expresada como un porcentaje del total de los ejemplares de todas las especies.

Fierro y col. (1980) mencionan que para algunos casos este parámetro por si solo no es descriptivo, pues habra especies que a pesar de presentar la misma densidad, no tendran la misma importancia dentro de la comunidad. Desde un enfoque ecológico Duvall y Blair (1963) indican que la densidad denota comunmente el número de plantas ó plantas específicas por unidad de superficie.

Por otra parte Strickler y Stearns (1963) expresan que la densidad como una medida cuantitativa de la población ha sido usada por muchos años para estudiar la

vegetación y respuesta de la población al cambio de plantas en su medio ambiente. Con un enfoque más general Pérez (1987) establece que los usos prácticos involucrados con la estimación de esta característica son: utilizada para las evaluaciones de resiembras, efectos del fuego, control químico y cambios en la sucesión vegetal.

Matteucci y Colma (1982) consideran que la densidad se estima a partir del conteo de individuos en un área dada, sin embargo si se emplean los datos para hacer comparaciones entre comunidades, utilizando métodos estadísticos, es conveniente obtener varias estimaciones de la densidad en cada comunidad.

Desde otro punto de vista Pieper (1973) plantea que el término densidad y cobertura presentan cierto grado de confusión en la literatura ecológica y de pastizales, por lo que este autor restringe el concepto, como el número de plantas por unidad de área.

Con respecto a las metodologías seguidas para estimar densidad, existe un fuerte consenso de que básicamente se obtiene a través de técnicas de cuadrante y mediante técnicas que utilizan distancia (Strickler y Stearns, 1963), [Pieper, 1973), (Cook y Stubbendieck, 1986).

Se puede indicar que en la primera de estas técnicas, el tamaño de cuadrante es de vital importancia y está en función del tipo vegetativo que se está evaluando, además

de la confusión que se puede presentar al momento de la estimación, cuando se decide si la planta está o no dentro del cuadrante, caso concreto de las especies de crecimiento rizomatoso.

Con relación los métodos que utilizan distancias los que se indican son: pares al azar, planta más cercana, planta vecina más cercana, cuadrante de punto central y el método de Vandering (Pieper, 1973).

3.2 Diseños de muestreo.

La vegetación es el factor más utilizado para clasificar e identificar los diversos ecosistemas terrestres, siendo el componente más importante de la mayoría de los ecosistemas. El interés que ha demostrado el hombre hacia la vegetación, ha ocasionado un gran número de estudios e investigaciones de sus múltiples facetas y en una gran diversidad de conceptos y metodologías.

La importancia de muestrear una comunidad de plantas para obtener la máxima cantidad de información de un conjunto de muestras es ampliamente enfatizado por muchos autores. Sin embargo es necesario contemplar una serie de aspectos que son importantes, sobre todo en función de que se emiten conclusiones basadas en una muestra sencilla y si el procedimiento de muestreo es incorrecto, entonces las conclusiones derivadas deben ser inválidas (Kershaw, 1980).

Mannetje (1978) menciona que la aplicación del muestreo en el estudio de la vegetación se realiza por tres principales propósitos: a) describir el estado de la vegetación en términos de sus características principales, b) observar los cambios que ocasionan las prácticas de manejo y c) para determinar la habilidad de la vegetación para proveer alimento para los herbívoros.

Desde el punto de vista estadístico. la vegetación consiste en una población de plantas. El objetivo de la medición de la población consiste en obtener información que nos permita describir con confianza algunas de sus características más importantes. En este sentido la población debe definirse de tal manera ^{que} las muestras puedan tomarse de la población específica y no de otra; de esta manera la muestra se conforma por un número determinado de unidades de muestreo, que cumplen con requisitos tales como: obtenerse sin sesgo, representativa de la población y de tamaño suficiente como para asegurarse que la variación de la población queda reflejada en la muestra (FAO-INTA, 1986).

Otro factor que contribuye al gran número de métodos empleados en la diversidad y complejidad de los tipos de vegetación con que es necesario trabajar. Pocas veces un método o técnica utilizado para muestrear la escasa cubierta vegetal de un desierto es adecuado para muestrear la vegetación exuberante de una selva.

Inclusive mencionan Wayne y Stubbendieck (1986) que en ningún campo de la investigación se encontrará una población tan compleja para su estimación que en las relacionadas con los pastizales, ya que sobre un simple metro cuadrado de suelo se pueden encontrar especies de diferentes géneros y especies, además que las estimaciones requieren de características tales como: volumen o peso de forraje, cantidad utilizada o disponible, cubierta, densidad, altura, dato específico de crecimiento, etc. Fundamentalmente el propósito de una muestra es estimar el resultado que pudiera ser obtenido de cada unidad de la población medida.

Smeins y Douglas (1978) indican que los métodos usados para evaluación de poblaciones de plantas y animales dependen de muchas variables; por ejemplo: objetivos de la investigación, composición y estructura de la comunidad bajo investigación, características analíticas a ser medidas, grado de confiabilidad y precisión deseada, así como el tiempo, dinero y mano de obra disponible. Estas consideraciones se deben contemplar para definir el mejor método para una particular situación.

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por ello hay que realizar muestreos de la misma y estimar el valor de los parámetros de la población. Aunque fuera posible localizar y medir todas las unidades de la población, en cuyo caso se obtendría el valor del parámetro y no su estimación, la observación obtenida no sería útil ni más significativa que la derivada de un muestreo adecuado.

En todo muestreo hay que realizar una serie de etapas o pasos para poder adoptar decisiones referentes a la selección de alternativas posibles. Los pasos son: a) selección de la zona de estudio, b) determinación del método para situar las unidades de muestreo, c) selección del tamaño de muestra y d) determinación del tamaño y forma de la unidad de muestreo.

Eherenreich (1958) Menciona que dentro de un estudio de muestreo se debe establecer una precisión adecuada, por lo que su nivel esta en función de la intensidad del muestreo, tamaño y forma de la unidad y el diseño de muestreo apropiado. En consecuencia la calidad del diseño de muestreo es influenciado por el arreglo de la población o la forma en que el investigador desea agrupar los datos.

Pieper (1973) indica que los conceptos básicos en teoría de muestreo son: población, muestra, parámetro y estimador: y prácticamente muchas de las poblaciones en manejo de pastizales son de carácter infinito.

En términos generales son dos los principales tipos de muestreo: aleatorio y sistemático. Comparaciones entre estos favorecen al sistemático en términos de rapidez y libre de errores en la apreciación personal (sesgo), aunque sus resultados no pueden ser sujetos formalmente a un análisis estadístico.

Otra fuente indica que son tres procedimientos de muestreo: aleatorio, sistemático y estratificado. En el muestreo al azar, cada unidad de muestreo tiene igual probabilidad de ser seleccionada, sin embargo este método en praderas naturales, es lento, costoso y difícil de aplicar (ubicar las unidades de muestreo). Estratificado: constituye un intento deliberado por disminuir el error y la variación. Los sitios constituyen estratificaciones naturales. Las unidades de muestreo dentro de cada zona estratificada se hacen al azar. El uso de fotografías aéreas para la identificación de las estratificaciones se hace altamente recomendable, en tanto para el sistemático; las ubicaciones de las unidades de muestreo se eligen de acuerdo a algún modelo predeterminado (FAO-INTA, 1986).

El muestreo aleatorio consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar. Para este diseño se puede indicar que si un tamaño "n" es seleccionado de una población de tamaño "N" de tal manera que cada muestra posible de tamaño n, tiene la misma probabilidad de ser seleccionada, el procedimiento de muestreo se denomina muestreo irrestricto aleatorio; a la muestra así obtenida se le llama muestra irrestricta aleatoria (Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1987).

Este diseño de muestreo presenta varios inconvenientes, en zonas heterogéneas el error de muestreo es considerable; algunas porciones de la zona pueden ser subrepresentadas, otras pueden caer en sitios inaccesibles, o muy deteriorados o muy heterogéneos. Esto limita su utilización en áreas extensas. Es adecuado para superficies pequeñas y cuando se desea tener información global acerca de las variables consideradas,

ya que con esta técnica no se pueden detectar variaciones dentro de la zona de estudio, ya que todos los datos se promedian (Matteucci y Colma, 1982).

El diseño de muestreo simple aleatorio es un método satisfactorio cuando la población no es muy variable, ya que de otra forma si el conocimiento de la variabilidad indica que ciertos segmentos de la población presentan diferentes respuestas que las demás, uno de los demás diseños puede ser más eficiente (Eherenreich, 1958).

El muestreo sistemático consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio, permite detectar variaciones espaciales de la comunidad, sin embargo no se puede obtener una estimación exacta de la precisión de la media de la variable considerada, y al comparar dos poblaciones tampoco se puede evaluar la significación de las diferencias entre las medias.

Este modelo es preferido no sólo por que permite detectar variaciones, sino por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón especial de los individuos da una mejor estimación que el muestreo aleatorio.

El muestreo sistemático usualmente significa un plan de selección de las observaciones muestrales, de tal forma que una descripción del sistema de selección más la selección, al azar o de otra forma, de la observación inicial predetermina la selección

de todas las demás observaciones; de tal forma que si una muestra obtenida al seleccionar aleatoriamente un elemento de los primeros k elementos en el marco y después cada k -ésimo elemento, se denomina muestra sistemática de 1 en k (Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1987).

El muestreo estratificado consiste en subdividir la población en unidades, estratos o compartimentos homogéneos conforme a un criterio vegetacional (especies dominantes, fisonomía, etc.), geográfico, topográfico, etc. Luego se muestra cada estrato separadamente, utilizando el simple aleatorio o sistemático (Sukhatme y Sukhatme, 1970).

Este diseño se utiliza en zonas extensas heterogeneas. Con esta técnica se disminuye la variabilidad con respecto a los otros diseños de muestreo. En los últimos años se recurre a la fotointerpretación para estratificar la zona de estudio, lo que permite subdividirla en unidades homogéneas en cuanto a relieve, topografía y estructura de la población.

Sobre este mismo diseño de muestreo Wayne y Stubbendieck, 1986, señalan que es un método en el cual las unidades de muestreo son agrupadas en clases relativamente homogéneas. Grupos, sitios, tipos, o condiciones son conceptos que en términos genéricos son contemplados como estratos.

En el muestreo de la vegetación de pastizales los estratos pueden ser mapeados o pueden ser unidades de muestreo homogéneas dentro de unidades de mapeo complejas.

El número de unidades de muestreo seleccionados en cada estrato no tiene que ser igual. Existen diferentes expresiones para determinar el tamaño de muestra, dependiendo de la asignación utilizada (proporcional y óptima).

Con relación a los métodos de muestreo: Sistemático y Estratificado, Mueller-Dumbois y Ellenberg (1974) indican que son necesarios cuando una medida de variación es requerida. Así mismo consideran que las ventajas del sistemático y del aleatorio se combinan en el diseño denominado estratificado.

3.3 Técnicas de cuadrante para el muestreo de la vegetación.

Se han desarrollado varios métodos de muestreo para medir la vegetación, los cuales varían en tamaño y forma. Muchos investigadores opinan que franjas largas y estrechas dan una mejor idea de la vegetación existente. Esto debido al incremento en la probabilidad de encontrar más especies de plantas herbáceas de las que se podría esperar en parcelas pequeñas o más compactas, tales como cuadrados, círculos o en parcelas rectangulares; excepto tal vez en el caso de que el objetivo sea medir la producción.

El tamaño óptimo de la parcela y la forma depende de la distribución de las especies a medir. Las parcelas más grandes usualmente son mejores para vegetación dispersa y las parcelas pequeñas para vegetación densa y uniforme (FAO-INIA, 1986).

Por su parte Smein y Douglas (1978) señalan que el término cuadrante implica un área, de aquí que un cuadrante pueda tener la forma cuadrada, rectangular o circular. La forma del cuadrante es importante en relación a la facilidad de colocarlo y a la eficiencia del muestreo. Se observa que en la vegetación baja, formas circulares pueden ser colocadas muy fácilmente.

Tradicionalmente se han utilizado cuadrados, aunque ha resultado en ocasiones que con unidades rectangulares o circulares se pueden obtener datos con menores varianzas que con unidades cuadradas; sin embargo esto se relaciona con el patrón de las especies y con la forma de los manchones. Por otro lado las unidades circulares cuando no son pequeñas, su transportación no es tan fácil (Matteucci y Colma, 1982).

La consideración más importante a tener en cuenta es el efecto de borde. Por ello es más conveniente seleccionar formas con menor relación perímetro/superficie. Con rectángulos largos y delgados o cuadrados muy pequeños el error es considerable. Las unidades rectangulares tienen una ventaja: es más fácil evaluar las variables caminando en línea recta sin necesidad de desplazarse hacia los lados, e incluso es posible tomar las medidas desde fuera de la unidad, lo cual es importante cuando hay que tener las condiciones intactas dentro de la unidad para efectuar medidas posteriores.

En las técnicas de cuadrantes se indica como regla general que el cuadro de un metro cuadrado o sus submúltiplos, son un instrumento de medición que permite

cuantificar las principales características de la vegetación. El metro cuadrado es usualmente utilizado para frecuencia y producción pero tal vez es muy grande para densidad y cobertura, ya que los cuadros más pequeños están sujetos a menos errores y permiten tomar un mayor número de muestras en menor tiempo. (FAO-INIA, 1986).

Milner y Elfin, 1970 indican que el número de cuadrantes y la forma en las parcelas de corte en estudios con pastizales, está limitado por dos principios factores. La necesidad de obtener un aceptable nivel de precisión en el estudio del área y lo práctico del método de corte requerido, por lo que se debe hacer un balanceo entre estos factores.

Se sugiere que es necesario en todas las estaciones determinar tan pronto como sea posible, el número óptimo, la forma y el tamaño de la unidad de muestreo a través de una muestra preliminar antes del inicio del estudio principal.

Por su parte Smein y Douglas (1978) consideran que el número de cuadrantes adecuados en un estudio de muestreo, dependerá de la comunidad muestreada y la cantidad de variación encontrada. Se sugiere 30 cuadrantes para usarse en cada stand de vegetación.

En forma similar Milner y Elfin (1970) explican que el número total de unidades de muestreo depende del grado de precisión requerido y consideraciones económicas. Para muchos propósitos un error del 10 % de la media es un stand aceptable, Ahora bien el

número variará en función de la variabilidad, utilizándose expresiones de cálculo ampliamente conocidas.

De igual manera se menciona que el tamaño del cuadrante generalmente es determinado en base al tamaño y densidad de las plantas que se van a muestrear. Los cuadrantes pueden ser largos y contener un número significativo de individuos, pero también pequeños donde los individuos pueden ser medidos, contados y separados sin confusión.

Medidas sugeridas son de 100 m en bosques templados, 4 m en arbustos, de un metro cuadrado en herbs y menos de un metro en algunos tipos de pastizales (Smein y Douglas, 1978).

Una fuente mayor de error en las medidas de producción son los problemas de límite de las parcelas o de decidir qué está dentro de la parcela y qué no lo está; este error aumenta a medida que el perímetro de la parcela se incrementa, estando el perímetro al mínimo en las parcelas circulares y aumenta con la longitud de las parcelas rectangulares (INIA-FAO, 1986).

Con respecto a las técnicas de muestreo de cuadrantes que se utilizan en el análisis de la vegetación, Smein y Douglas (1978) mencionan que un número de técnicas están disponibles para obtener información cuantitativa acerca de la estructura y composición

de las comunidades terrestres de plantas. Es la técnica aplicada mas ampliamente, y puede ser adaptada para su uso en los principales tipos de comunidades de plantas .

Los detalles del procedimiento de muestreo con cuadrantes, incluye el tamaño, número, forma y arreglo de las parcelas muestrales; aspectos que deben ser detrrminados para los tipos particulares de comunidad y muestrear sobre la base del tipo de información deseada. Es uno de los más ampliamente utilizados; es ordinariamente un área cuadrada o de tamaño conocido llamado cuadrante. Es un método versatil, pero es muy consumidor de tiempo.

En forma específica Van Dyne, Vogel y Fisser (1963) realizaron una investigación para evaluar la influencia del tamaño y forma del lote sobre la estimación de la producción de vegetación en agostaderos de zacate Poa en Montana. Valores menos variables por unidad de área se observaron con lotes circulares. Lotes grandes presentaron estimaciones más uniformes que los pequeños. La distribución de las especies influyo en la estimación del rendimiento, lo que indica que diferentes especies o grupos de especies requieren diferente forma, tamaño y número de lotes para estimaciones igualmente eficientes.

De igual forma Wight (1967) en una superficie de 60 x 60 realizó cortes de un pie cuadrado, conformando formas y tamaños diferentes de unidad de muestreo, y observó un efecto importante sobre la eficiencia, indicando además que los coeficientes de

variación decrecen en la medida que se incrementa el tamaño de la unidad de muestreo, siendo de manera particular el caso de las unidades pequeñas las que de forma rectangular presentan coeficientes de variación más reducidos.

En estudios en que se estiman variables diferentes, también se puede utilizar tamaños distintos adecuados a las características de cada una de ellas, en particular al tipo de distribución estadística.

Para un número dado de unidades muestrales, la precisión puede ser aumentada engrandeciendo el lote, pero como es necesario excluir el pastoreo cuando menos estacionalmente, es indispensable que los lotes sean lo suficientemente pequeños para ubicarlos dentro de la exclusión (Van Dyne, Vogel y Fisser, 1963).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Características del área de estudio.

El presente trabajo se llevo a cabo en el Rancho Teseachic; propiedad de la Universidad de Chihuahua, mismo que está ubicado entre los paralelos $29^{\circ} 03'$ y $29^{\circ} 17'$ de latitud Norte, así como entre los $107^{\circ} 21'$ y $107^{\circ} 31'$ respectivamente de longitud Oeste. Está localizado a 15 Km. de la Colonia Soto Maynes en el municipio de Namiquipa, Chih.

Dentro de la superficie que comprende este rancho se localizan altitudes que varían desde 1900 a 2400 m.s.n.m., así como una topografía que se caracteriza por profundos cañones y arroyos. También se localizan mesas o mesetas entre los cañones y valles; la localización geográfica dentro del Estado de Chihuahua se presenta en la figura 1.

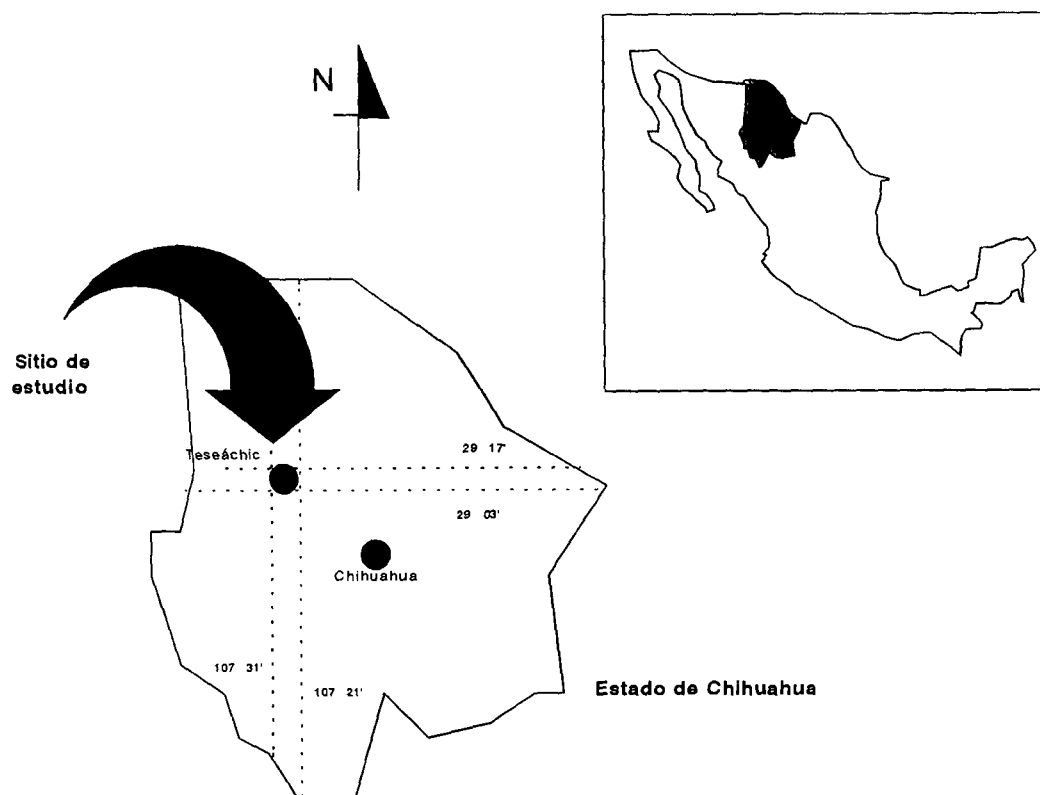


Figura 1. Localización geográfica del sitio de estudio.

El clima del área de estudio se clasifica como BS kw Información captada en la estación climatologica de esta área, se reporta un promedio en la precipitación media anual de 482.4 mm. la cual se caracteriza por una distribución irregular durante el año, ocurriendo hasta un 67.5 % (325.5 mm) del total en el periodo de Verano y el resto (66.1, 48.3 y 8.8 mm) durante el Otoño, Primavera e Invierno respectivamente. La temperatura media anual es de 14.4 °C, con un promedio máximo de 22.9 y un mínimo de 5.6 °C respectivamente. El mes más caliente es Junio con una media máxima de 30.9 C y el mes más frio Enero con un promedio mínimo de -0.6 °C (INEGI, 1989).

En esta área se localiza una amplia gama de suelos, encontrándose en los pastizales abiertos, suelos de tipo obscuro, los cuales se expanden y se contraen de acuerdo a las condiciones de humedad; donde se localizan los pastizales abiertos se encuentran suelos de color café grisáceo, con un horizonte del subsuelo bastante compacto; esta formado por sílice, fierro y concentraciones de manganeso, así mismo presenta una baja retención de humedad y un gran medio de infiltración.

La superficie utilizada para esta investigación es un área que se ha mantenido excluida al pastoreo desde 1983; utilizándose para ello un cerco de alambre de púas de cuatro hilos. Esta exclusión es prácticamente una representación clásica de este tipo de pastizal, en función sobre todo en las características de vegetación, suelo y topografía.

La vegetación en el sitio está constituida por los tres estratos: herbáceo, arbustivo y arboreo. Para el primero de ellos las principales especies son *Schizachirium cirratus* y *Mhulembergia emersleyi*; generos de *Mimosa* y *Cercocarpus* son los de estrato arbustivo y varias especies de *Quercus* (*emoryi*, *grisea* y *arizónica* para el arbóreo (Pérez, 1971).

Con respecto a la topografía se encuentran pendientes hasta del 30 %, ya que el área donde se localiza este sitio constituye el punto medio entre los pastizales abiertos de zonas planas o de topografía ondulada y los tipos vegetativos de montaña donde el género *Pinnus* es el dominante. La exposición del sitio es noroeste.

Desde el punto de vista edafológico se consideran característicos los afloramientos rocosos, donde se aprecia lo poco profundo del primer horizonte y el alto contenido de arena en su textura (49 %). Dentro del aspecto productivo se han reportado 499.5 k/ha. de forraje, de los cuales la mayor proporción es debida a las especies de gramíneas (486 kilogramos/hectárea).

4.2 Metodología

4.2.1 Selección de especies clave.

Un muestreo preliminar se llevó a cabo durante el mes de Marzo de 1989. para la definición, la selección y ubicación de las unidades de muestreo, el área excluida fue cuadrículada, marcando con estacas las intersecciones a 10 metros de equidistancia. Para el caso del estrato herbáceo el área quedó conformada, como se indica en la figura 2.

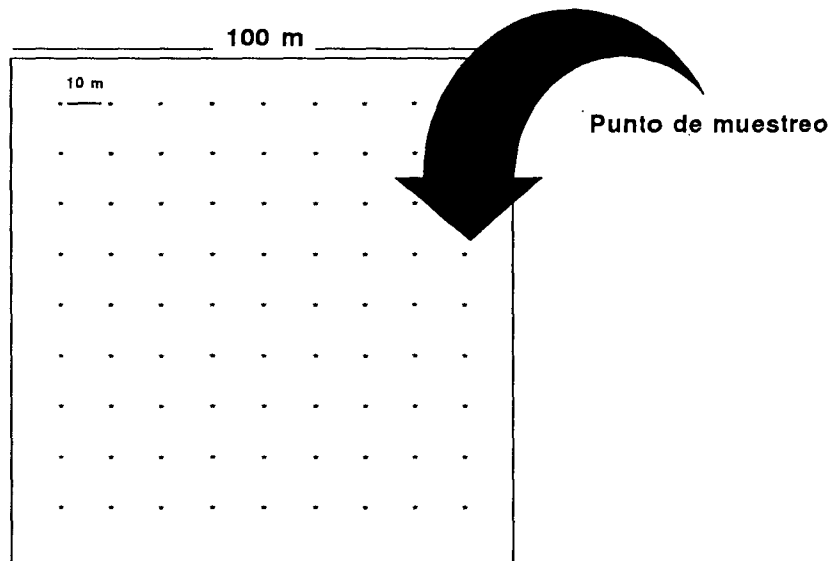


Figura 2. Esquema utilizado en el muestreo preliminar.

En la estimación de la Frecuencia y Densidad se muestreó la vegetación del estrato herbáceo, bajo un Diseño Irrestringido Aleatorio (Cochran, 1984) utilizando unidades de un metro cuadrado y registrando el número de plantas de cada especie observada. Los cuadrantes se ubicaron a 1.5 m. de cada intersección y los criterios para la selección de las especies clave están soportados en tres aspectos fundamentales: a) investigaciones realizadas anteriormente en esta región de estudio; b) valores estimados de frecuencia y densidad y c) la información existente sobre la importancia de las especies desde el punto de vista de la utilización ganadera. Esta fase de estudio se condujo durante la primera semana del mes de julio para las evaluaciones para la Densidad y Frecuencia

4.2.2 Factores bajo estudio.

Esta fase de estudio se condujo durante la primera semana del mes de julio para las evaluaciones para la densidad y frecuencia; en este renglón los factores contemplados en el estudio son: el Diseño de Muestreo y el Tamaño de Cuadrante

4.2.3 Muestreo en el sitio de estudio.

Un total de 150 observaciones se realizaron sobre la vegetación, para estimar los valores de Densidad y Frecuencia. correspondiendo 75 para cada Diseño de Muestreo (Aleatorio y Sistemático) y de estos, 25 con cada uno de los tamaños de cuadrantes evaluados (0.75, 1.00 y 1.50 m²) respectivamente.

Los cuadrantes se ubicaron a 1.50 m. de la intersección seleccionada en el esquema inicial y colocados en forma anidada. Se registraron los valores de la frecuencia, número de plantas de cada una de las especies clave, así como el tiempo de muestreo empleado para cada unidad observada. La distribución de las nuestras dentro del sitio, se presenta en la figura 3.

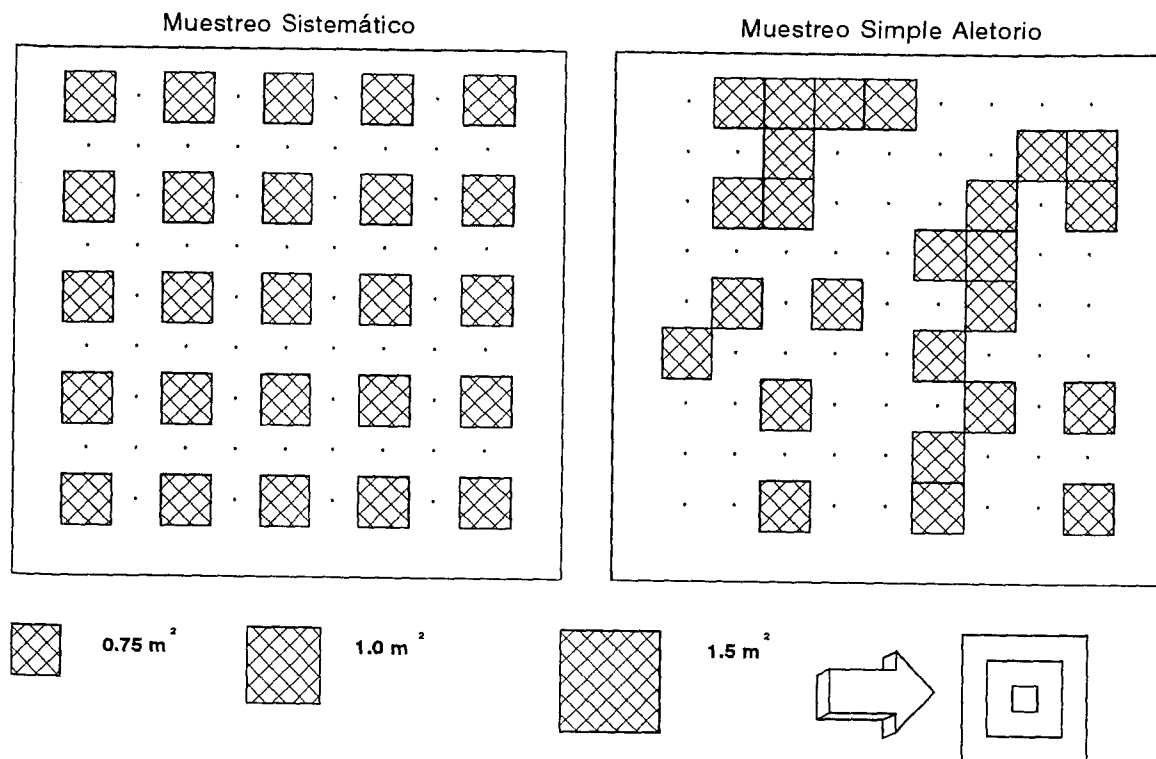


Figura 3. Distribución de los cuadrantes para estimar densidad y frecuencia en el estrato herbáceo del pastizal amacollado, bajo diferentes factores de estudio.

4.2.4 Variables evaluadas.

Las características estimadas en relación con los diferentes factores bajo estudio permitieron la evaluación de las siguientes variables: frecuencia (%) y densidad (plantas/m²)

4.2.5 Análisis estadístico de la información.

Los valores observados en la densidad y frecuencia en la fase de muestreo preliminar fueron analizados mediante procedimientos de estadística descriptiva (Steel y Torrie, 1986). En la estimación de la densidad los resultados al evaluar los factores bajo estudio fueron analizados mediante procedimientos de análisis de varianza, con modelos

de experimentos factoriales (2 x 3), aplicandose posteriormente la prueba de Duncan para aquellos factores que presentaron diferencias significativas en el analisis de varianza . Los resultados correspondientes al porcentaje de frecuencia fueron analizados mediante pruebas de Ji cuadrada (Steel y Torrie, 1986).

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Muestreo preliminar.

El muestreo de la vegetación realizado en forma inicial durante el mes de Marzo de 1989, permitió la selección de las especies clave, a las cuales se hace referencia toda la serie de resultados obtenidos en este estudio. Este agrupamiento está constituido, para el estrato herbáceo, por las especies *Muhlenbergia emersleyi*, *Aristida schiediana*, *Schizachirium cirratum* y *Elionurus barbiculmis*

El argumento de selección es soportado en los valores de frecuencia y densidad estimados en esta fase inicial, así como los resultados obtenidos en otras investigaciones realizadas con este tipo de comunidades.

La estimación de las características vegetativas que permitieron la selección de tales especies en la comunidad se muestra en la tabla 1, donde se indican los valores de densidad y frecuencia de las plantas de una misma especie

Tabla 1. Densidad y frecuencia en las especies clave del pastizal amacollado arborecente, en la fase de muestreo preliminar

Especies	Densidad plantas/m²	Frecuencia (%)
M. emersleyi	2.71 ab	80.84 a
A. schiediana	3.34 a	43.00 c
S. cirratum	3.42 a	61.20 b
E. barbiculmis	1.30 b	53.33

En esta tabla se puede apreciar que dentro de las especies clave seleccionadas *M. emersleyi* destaca por sus valores de frecuencia, ya que las diferencias con respecto a las demas especies son de gran significancia ($P < 0.05$).

En cuanto a los valores de densidad *E. barbiculmis* es la que presenta el menor valor (1.30 plantas/m²), el cual resulta ser estadísticamente inferior a *S. cirratum* y *A. schiediana*, las cuales presentan una densidad de 3.42 y 3.34 plantas/m² respectivamente.

5.2 Estimación de frecuencia.

Los niveles de significancia observados en la estimación de esta característica, bajo los diferentes diseños de muestreo y tamaños de cuadrante evaluados, para cada una de las especies clave del pastizal amacollado arborescente, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Niveles de significancia observados en la estimación de la frecuencia, bajo los factores de estudio.

Especies	Diseño de muestreo	Tamaño de cuadrante	DM*TC
M. emersleyi	< 0.05	< 0.05	NS
A. schiediana	< 0.05	NS	NS
S. cirratum	< 0.05	< 0.05	NS
E. barbiculmis	NS	< 0.05	NS
Otras especies	NS	NS	NS

NS = no significativo.

Estos resultados indican los niveles de significancia observados en cada una de las correspondientes tablas de contingencia. Es fácilmente apreciable la alta dependencia de los porcentajes de frecuencia estimados tanto del diseño como del tamaño de cuadrante; esta dependencia se presentó para la mayor proporción de las especies clave, como lo es el caso de *M. emersleyi* y *S. cirratum*, quienes presentaron una dependencia significativa ($P < 0.05$) de los dos factores bajo estudio; caso contrario ocurrió con el

grupo clasificado como otras especies cuyos porcentajes estimados no dependen significativamente de dichos factores.

5.2.1 Efecto del diseño de muestreo.

Los porcentajes de frecuencia estimados para cada una de las especies clave en los diseños de muestreo simple aleatorio y sistemático se presentan en la figura 3, donde se puede apreciar la sobre evaluación [a excepción de *S. cirratum*] en los valores observados con el muestreo sistemático, acentuándose sobre todo en *A. schiediana*, con diferencias de mas del 20 % y adquiriendo niveles de no significancia en *E. barbiculmis* y para otras especies.

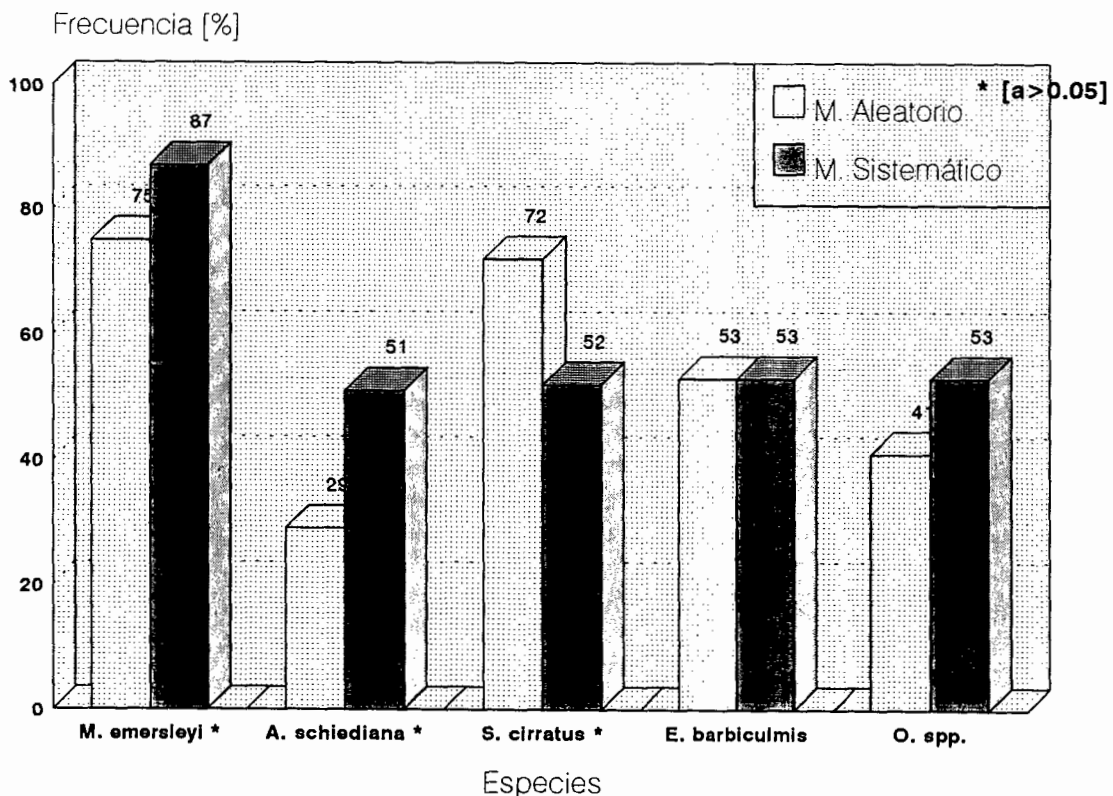


Figura 3. Frecuencia [%] en las especies del pastizal amacollado, bajo diferente diseño de muestreo.

5.2.2 Efecto del tamaño de cuadrante.

La sobre evaluación indicada anteriormente también se presentó en los resultados estimados con los diferentes tamaños de cuadrante, ya que a medida que dicho tamaño se incrementa el porcentaje de frecuencia presenta cambios sustanciales, inclusive de dependencia significativa ($P < 0.05$) en las especies de *M. emersleyi*, *S. cirratum* y *E. barbiculmis* (figura 4).

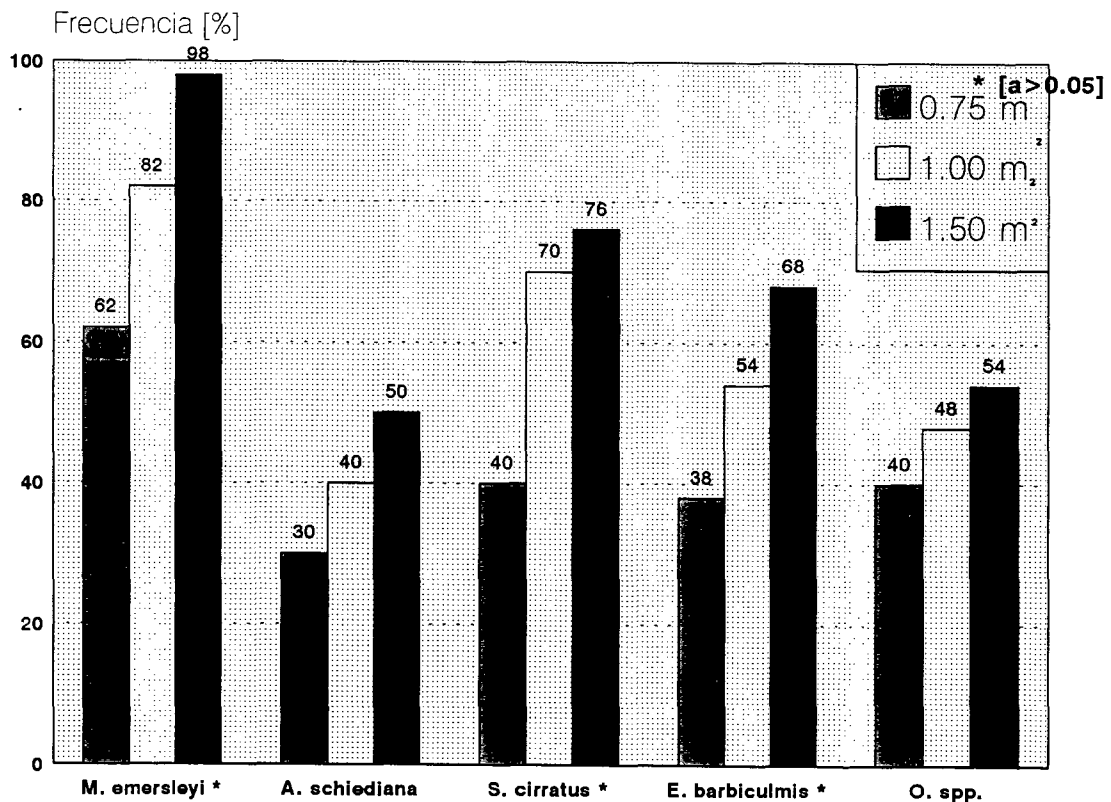


Figura 4. Frecuencia [%] en las especies del pastizal amacollado bajo diferente tamaño de cuadrante

5.3 Estimación de densidad.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para cada una de las especies clave, así como la densidad total y el tiempo utilizado por unidad de muestreo, se presentan en la tabla 3, donde se concentran exclusivamente los niveles de significancia observados para los factores bajo estudio y la interacción diseño de muestreo por tamaño de cuadrante (DM*TC).

Tabla 3. Niveles de significancia observados en la estimación de la frecuencia, bajo los factores de estudio.

Especies	Diseño de muestreo	Tamaño de cuadrante	DM*TC
M. emersleyi	NS	NS	NS
A. schiediana	<0.05	NS	NS
S. cirratum	NS	<0.05	NS
E. barbiculmis	NS	NS	NS
Total spp. clave	NS	NS	NS
Otras especies	NS	NS	NS
Densidad total	NS	<0.05	NS

NS = no significativo.

En dicha tabla se puede apreciar claramente que los valores de densidad no dependen significativamente ($P < 0.05$) de los factores estudiados, a excepción de *A. schiediana* y *S. cirratum* cuyos valores si dependen significativamente ($P < 0.05$) del diseño de muestreo y tamaño de cuadrante respectivamente.

5.3.1 Efecto del diseño de muestreo.

La no significancia en los valores de densidad total y el tiempo necesario para el muestreo de cada unidad en los diseños aleatorio simple y sistemático se reflejan en los promedios estimados, mismos que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Densidad (plantas/m²) y variabilidad en las estimaciones, bajo diferente diseño de muestreo.

Especies	Muestreo simple aleat.	Muestreo sistemático
<i>M. emersleyi</i>	2.7	2.8
<i>A. schiediana</i>	2.7 a	3.9 a
<i>S. cirratum</i>	3.6	3.4
<i>E. barbiculmis</i>	1.7	1.3
Total spp. clave.	10.7	11.4
Den. otras spp.	1.9	0.8
Densidad total	12.6	12.2
C.V.	30.8	32.0

Letras diferentes denotan significancia (Duncan < 0.05)

Se aprecia claramente la similitud en los valores de densidad total y de especies clave (plantas/m²). Aspectos similares se observan en los valores estimados en la densidad para cada especie clave al no presentar diferencias significativas por efecto del diseño de muestreo, a excepción de *A. schiediana*, donde los mayores valores se observan en el muestreo sistemático.

5.3.2 Efecto del tamaño de cuadrante.

El efecto del tamaño de cuadrante sobre los valores de la densidad total se muestran en la tabla 5, donde los valores para ambas variables se localizan entre un intervalo de 11.5 y 12.5 plantas/m².

Tabla 5. Densidad (plantas/m²) y variabilidad en las estimaciones, bajo diferente tamaño de cuadrante.

Especies	Tamaño de cuadrante (m ²)		
	0.75	1.00	1.50
M. emersleyi	2.4	2.5	2.5
A. schiediana	3.4	3.3	3.0
S. cirratum	2.7 c	3.7 a	3.2 b
E. barbiculmis	1.6	1.4	1.5
Total spp. clave.	10.1	10.9	10.2
Den. otras spp.	1.4	1.6	1.6
Densidad total	11.5	12.5	11.8
C.V.	36.4 a	31.9 b	24.7

Letras diferentes denotan significancia (Duncan P<0.05)

A nivel de cada una de las especies clave los valores de densidad, con excepción de *S. cirratum*, no difieren significativamente por efecto de los tamaños de cuadrante utilizados, aunque la tendencia indica una subevaluación en los resultados de esta característica con los menores tamaños de cuadrante.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

1. Las especies clave en el pastizal amacollado son: *Muhlenbergia emersleyi*, *Aristida schiediana*, *Schizachirium cirratum* y *Elionurus barbiculmis*.
2. Se observan diferencias significativas en las estimaciones de frecuencia por efecto del diseño de muestreo y del tamaño de cuadrante en los valores de las especies clave, donde las mayores estimaciones corresponden al muestreo sistemático así como en los cuadrantes de mayor tamaño.
3. En las estimaciones de densidad, no se observan, en términos generales, efectos significativos por los diseños de muestreo, en cambio para el tamaño de cuadrante si pero solo a nivel de la comunidad y no a nivel de especie.
4. La variabilidad en las estimaciones se reduce en la medida que se incrementa el tamaño de cuadrante.
5. No se observan diferencias en la variabilidad de las estimaciones entre los diseños de muestreo utilizados.

7. LITERATURA CITADA

Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry* 39:388-394.

Cook, C.W., and J. Stubendieck. 1986. Range research basic problems and techniques. Soc. for Range Management. USA. 317 p.

Del Rio, O.P. 1983. Fundamentos y técnicas para medir vegetación. Departamento de Zootecnia. Escuela Superior de Agricultura y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. 65 p.

Duvall, V.L., and R.M. Blair. 1962. Terminology and definitions in range resource methods. USDA, USA. 8-10.

Eherenreich, J.H. 1958. Some statistical considerations involved in sampling plant cover and composition. Proc. of. Symposium: Techniques and methods of measuring understory vegetation. Georgia, USA.

FAO-INIA. 1986. Principios de Manejo de Praderas. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.

Fierro, L.C., F. Ibarra, M.H. Martin, A. Melgoza., J.M. Peña, J.S. Sierra, y S. Soltero. 1980. Terminología y definiciones. En Manual de Métodos de Muestreo de Vegetación. INIP-SARH. 6-8.

Kershaw, K.A. 1980. Quantitative and dynamic plant ecology. (Second edition). Edward Arnold Pub. London, G.B.

Mannetje, L.T. 1978. An Introduction to grassland vegetation and its measurement. In Measurement of grassland vegetation and animal production. Bulletin 52. C.A.B. England. p 1-7.

Matteucci, S.D., y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de Biología Monográfica. No. 22. OEA. 168 p.

Milner, C. and R. Elfin H. 1970. Methods for the measurement of the primary production of grassland. Second Printing. IBP Hand book No. 6. Great Britain.

- Mueller-Dumbois, D. and H. Ellemberg. 1974.** Aims methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. USA.
- Pérez, G.A. 1971.** a vegetational survey of the teseachic Range of the University of Chihuahua. Chih., Méx. Thesis of Master of Science. New México State Uneversity. USA. 53 p.
- Pieper, R.D. 1973.** Measurement techniques for herbaceous shrubby vegetation. New Mexico State University. USA. 184 p.
- Scheaffer, R.L., W. Mendenhall, and L. Ott. 1987.** Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamerica. México, D.F. 321 p.
- Smeins, F.E. and r. Douglas S. 1978.** Fundamentals of ecology laboratory manual. Second edition. Kendall/hunt Pub. Co. Iowa, USA. 140.
- Stearns, P.W. 1958.** Floristic composition as measured by plant number, frequency of ocurrence and plant cober. In Techniques and methods of measuring understory vegetation. Tifton, Georgia. USA. 84-95.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1986.** Bioestadística; Principios y Procedimientos. Segunda edición. McGraw.Hill. México, D.F. 618 p.
- Strickler, G.S., and F.W. Stearns. 1962.** The determination of plant density. In Range Research Methods. USDA. Forest Service. Misc. Publ. No. 40. 30-39 p.
- Sukhatame, P.V., and B.V. Sukhatame. 1970.** Sampling theory of surveys with applications. Second edition. Iowa State University Press. USA. 452 p.
- Van Dyne, G.M., W.G. Vogel, and H.G. Fisser. 1963.** Influence of small plot size and shape on range herbage production estimates. Ecology. 44(4):746-759.
- Wayne, C.C. and J. Stubbendieck. 1986.** Range research: Basic problems and techniques. Society of Range Management. USA. p 215-250.
- Wigth, J.R. 1967.** The sampling unit and its effect on saltbush yield estimates. Journal of Range Management. 20(5):323-325.