

11621  
13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ESTIMACION DEL RENDIMIENTO FORRAJERO,  
COMPOSICION BOTANICA Y PORCENTAJE DE  
COBERTURA EN UNA PRADERA DE CLIMA TEMPLADO  
EMPLEANDO DIFERENTES METODOS DE MUESTREO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

RAQUEL EUGENIA CAMPOS ESPEJEL

ASESOR: MVZ. MPA. LUCAS MELGAREJO VELAZQUEZ  
COASESOR: MVZ. EPA. YOLANDA CASTAÑEDA NIETO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2000

1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ESTADO DE QUERÉTARO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Estimación del rendimiento forrajero, composición botánica y porcentaje de  
cobertura en una pradera de clima templado empleando diferentes métodos  
de muestreo.

que presenta la pasante: Raquel Eugenia Campos Espejel  
 con número de cuenta: 9753770-8 para obtener el título de :  
Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de abril de 2003

PRESIDENTE MVZ. Lucas C. Melgarejo Velázquez

VOCAL MVZ. Jesús Guevara Vivero

SECRETARIO MVZ. Yolanda del S. C. Pérez Ruz

PRIMER SUPLENTE M.A. Antonio Cómez Alcántara

SEGUNDO SUPLENTE MVZ. Carlos Raúl Romero Basurto

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**Dedico este trabajo a mi madre quien siempre me ha dado todo su apoyo y su cariño y a mi padre de quien también he recibido su apoyo y consejos.**

**A la Dra. Ana Karenina quien ha llenado mi vida de alegría.**

**A toda mi familia que estuvo apoyando a mi madre en el momento más difícil de su vida.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## **RECONOCIMIENTOS**

**Mi profundo agradecimiento para todos los profesores que laboran en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y que contribuyeron de diversas maneras para mi formación profesional, muy especialmente al MVZ. Lucas Melgarejo Velázquez quien ha sido uno de los pilares más sólidos para alcanzar esta meta.**

**A todos los que laboran en el Rancho "Cuatro Milpas" y que amablemente me ayudaron.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## INDICE

I.	RESUMEN .....	6
II.	INTRODUCCIÓN .....	7
III.	MARCO TEÓRICO .....	8
IV.	OBJETIVOS .....	14
V.	MATERIAL Y MÉTODO .....	15
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
VII.	CONCLUSIONES .....	23
VIII.	APÉNDICE .....	24
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	42

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## I. RESUMEN

El trabajo se realizó en el C.E.I.E.P.B.C. Rancho Cuatro Milpas de la FMVZ, UNAM, a 2450 msnm, entre el 19° 43' latitud norte y 99°14' longitud oeste, 15.4°C, 630.3 mm de ppa, clima Cb(wo) (w)(i' ). Los objetivos fueron la determinación del rendimiento de forraje (Materia seca y húmeda), la composición botánica y porcentaje de cobertura de una pradera mixta de 10 hectáreas, con mezclas de Orchard (*Dactylis glomerata*), Festuca alta (*Festuca arundinacea*), Rye grass perenne (*Lolium perenne*), Trébol blanco (*Trifolium repens*) y Alfalfa (*Medicago sativa*), y algunas especies invasivas; donde el suelo es profundo, de migajón arcilloso y con riego; Se dividió en 4 bloques de 2.5 has cada uno. Para aleatorizar los tratamientos cada bloque se subdividió en 100 cuadrículas donde los tratamientos se distribuyeron al azar de la siguiente forma: a) Disco Medidor (DM), correlacionando rendimiento con los cm de altura del forraje; b) Doble comparativo (DC) y c) Cuadrado de Corte (CC) de 0.25, 0.50, 1.0 m<sup>2</sup>. Se usó un modelo experimental de bloques completamente aleatorio. Para la producción de Materia Seca (MS), se analizó con ANDEVA y Tukey, la cobertura y composición botánica se reportan como porcentajes. Los resultados fueron: DM, DC y CC 0.25, 0.5, 1.0 m<sup>2</sup> fueron en MS: 2.19, 1.99, 2.54, 1.93 y 2.12 ton/ha respectivamente. Los porcentajes de cobertura promedios encontrados para estos tratamientos fueron 68, 64, 75, 59 y 61 % respectivamente, con una diferencia de 16 % entre el valor más alto con el más bajo. En la composición botánica se observó que los pastos introducidos ocupaban el 43.33, 55, 48.49, 47.21 y 56.95 % con un rango de 13.62 % entre el valor más alto y el más bajo. Las leguminosas con 30, 35, 38.13, 37.01 y 37.12 % con un rango respectivo de 8.13 %. En las plantas invasivas en su conjunto fue de 26.67, 10, 13.38, 15.78 y 5.93 % con un respectivo de rango de 20.74 % respectivamente para los tratamientos en estudio. Se concluyó que para el rendimientos hubo diferencias estadísticas significativas entre el CC 0.25m<sup>2</sup> con los demás tratamientos y para la cobertura hubo diferencias de 16 % y para composición botánica de 8.13 hasta 20.74 % respectivamente entre los tratamientos.

## II. INTRODUCCIÓN

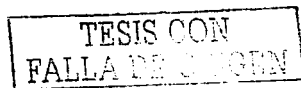
Los altos costos de producción animal por confinamiento, obligan a establecer sistemas de producción a menor precio y buenos niveles de producción basándose en forrajes de alta calidad.

En conocimiento de la dinámica y proporción de crecimiento de las gramíneas y/o leguminosas que crecen en las praderas, a través del año, es esencial para la planeación de un eficiente sistema planta-animal. Esta información, aunada a los requerimientos nutricionales de los animales, permitirá programar, eficientemente, el plan de manejo que se adapte mejor al rancho y en consecuencia obtener las mayores ganancias económicas por animal y unidad de superficie. (6, 8)

La producción animal basada en sistemas de pastoreo depende de recursos como el suelo, clima, poblaciones de plantas, animales, y principalmente del manejo que se haga de ellos iniciando con la toma de decisiones sobre cuando, como y cuanto pastorear, esto involucra estimar el rendimiento de la pradera y la composición botánica de la misma. (6, 1, 9, 16)

Conocer el total de forraje disponible de una pradera implicaría cortar todo el forraje, lo que resulta impráctico y costoso, por lo que es necesario recurrir al muestreo, haciendo posible con ello la estimación de la producción forrajera y composición botánica en una pradera. (1,9)

Se han desarrollado diversos métodos de muestreo en praderas con la finalidad de obtener muestras representativas de la cantidad y composición botánica existente en esta. En el presente trabajo se evaluaron tres tipos de muestreo con la finalidad de conocer si existen diferencias entre ellos.





### III. MARCO TEÓRICO

Dentro de los métodos de muestreo para determinar rendimiento forrajero, se encuentran los siguientes: a) directos o destructivos, b) indirectos o no destructivos, y c) el doble comparativo que es una combinación de ambos.

a) **Directo o destructivo** donde es necesario cortar el forraje de las unidades de muestreo, es decir, se corta una área conocida delimitada por un marco, llamado cuadrado o cuadrante de corte, sin embargo es un procedimiento lento, y el número ideal de muestras se vuelve impracticable. El uso de marcos de muestreo grandes, reduce considerablemente los errores, sin embargo la introducción de criterios económicos obliga a definir rangos en cuanto al área de la muestra. Trabajos en este sentido indican que la utilización de marcos de entre  $0.25\text{m}^2$  y  $1.5\text{m}^2$  son suficientemente eficientes. Algunos autores mencionan que para que las muestras sean representativas es preferible utilizar un mínimo de 30 muestras por área de muestreo, recomendándose que el tamaño del cuadrante usado sea de  $0.25\text{m}^2$ . (1, 4, 9, 12, 14, 16)

C.K. Mc Donald, encontró que la variación dentro de potreros era independiente de la intensidad de muestreo y se relacionaban exclusivamente con el número de muestras por unidad de área. Estas pruebas indican que un número mayor a 100 cuadrados en el área de muestreo, no representa aumento significativo de la confiabilidad de los resultados, independientemente del tamaño del potrero. Sin embargo encontró diferencias significativas entre potreros al tomar menos de 30 muestras. (16)

b) **Indirectos o no destructivos**, donde se hacen estimaciones visuales de variables que están relacionadas estrechamente con el rendimiento del forraje sin necesidad de cortar la pradera; tales como: altura del forraje (cm), proporción de suelo cubierto por la vegetación (%) y densidad de plantas (plantas /  $\text{m}^2$ ). (1, 8, 9)

Dentro de estos métodos se encuentra el del **Disco Medidor**, que consiste en un disco de aluminio de calibre y diámetro variable que debe ejercer una presión de 3 a 5 Kg /  $\text{m}^2$ . En el centro del disco tiene adherido un tubo guía de fierro de 20 cm de longitud, por el que pasa un tubo de aluminio de 1.8 m, graduado en centímetros. Para medir la altura se desliza el disco hacia arriba, hasta una altura de 1 m y se deja caer libremente sobre el

pasto, registrándose la lectura; para este tipo de muestreo se recomiendan 40 a 50 mediciones por hectárea. (1, 8, 9)

**c) Doble comparativo (doble muestreo o estimación de rendimiento comparativo):** Este método fue desarrollado por Hydock y Shaw (1975) es una combinación de los muestreos directos e indirectos; Se basa en tomar muchas muestras con poca precisión, pero aceptable, antes que pocas muestras con alta precisión. Primero deben situarse en el área de muestreo 5 marcos de referencia que han sido preseleccionados, para proporcionar una escala del rango de rendimientos probables que se encontrarán en toda el área a muestrear, es decir, representan diferentes niveles de disponibilidad de forraje; La mayor disponibilidad de forraje, corresponderá al marco cinco y la menor al uno; el marco tres representará la disponibilidad media entre los marcos uno y cinco, y siguiendo el mismo principio el marco dos se ubica en la disponibilidad media entre uno y tres, y el marco cuatro entre el tres y cinco, denominando estos cinco puntos como muestras reales, después que el personal esté suficientemente entrenado visualmente en la escala de marcos establecida, se comenzará el muestreo del área estableciendo una comparación visual, entre a la disponibilidad de forraje del sitio elegido al azar y los cinco marcos de referencia fijados, denominando a estos como muestras visuales. Aún cuando no hay una regla fija sobre cuantas observaciones visuales se harán en cada potrero, es frecuente trabajar con 80 y 100 muestras visuales por hectárea. Para finalizar, el forraje de los marcos de referencia o muestras reales es cortado, pesado y secado para estimar la materia seca disponible. Este método se basa en clasificaciones prefijadas de acuerdo a la escala de referencia, utilizando el ajuste de una ecuación de regresión lineal simple entre la disponibilidad de forraje de las muestras reales y la frecuencia de las muestras visuales en el potrero a partir del muestreo efectuado. (1, 4, 6, 8, 9, 13, 16, 19)

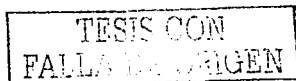
En todos los casos las muestras deben ser tomadas de diferentes zonas del terreno tratando de que estas no queden alineadas, ya que muchas veces la formación geológica o morfológica de un terreno sigue patrones de bandas y la composición del suelo o de su declive influyen para que haya diferencias en el desarrollo del forraje. La manera ideal de muestrear un potrero es en forma radial partiendo del centro, el cual se puede marcar por un poste, radialmente a distancias proporcionales a las dimensiones del potrero

registrando la cantidad de forraje que se obtuvo. El corte de la muestra se debe hacer desde el punto de vista de la alimentación animal es decir a la altura que es arrancado por los animales en pastoreas, por lo general se acostumbra cortar a 5 cm del suelo sin importar para que tipo de estudio se trate, a menos que de antemano en el diseño experimental se determine la altura del corte. (1, 2, 9, 10, 14, 15)

Posteriormente cuando se obtienen varios kilos, conviene cuartearla (reducirla dividiéndola en 4 partes iguales) homogenizándola previamente. Esta operación hay que hacerla rápidamente, con el objeto de que la muestra no pierda humedad ni sufra deterioro. Cuando la muestra se ha subdividido hasta tener 1 kg de materia fresca, se guarda en una bolsa de papel para su traslado al laboratorio y determinar el grado de humedad que contenga nuestro forraje, y así determinar la el rendimiento de forraje en Materia Seca. Cuando la muestra está contaminada por tierra por tierra o basura, hay que tratar de eliminar los contaminantes, sacudiéndola o limpiando las partes sucias, para no esta evaluando tierra en lugar de Forraje. (14, 15)

**Método de muestreo para composición botánica:** Para calcular la composición botánica, el método más exacto y utilizado es el de la "Separación manual" de los componentes recolectados en un cuadrante. Este procedimiento es laborioso y difícil de aplicar en gran escala o en praderas mixtas, y su exactitud es baja si no se toman un número adecuado de muestras. Sin embargo existen procedimientos de estimación visual no destructivos, como el método RPS (Rango de Peso Seco), que nos proporciona la composición botánica de manera rápida y efectiva. (1, 9, 16, 18)

Fue desarrollado por Mannetje y Haydock (1963). Se sitúa de forma aleatoria en la pradera un cuadrado y un observador toma en consideración todas las especies presentes y estima cuales especies ocupan el primer, segundo y tercer lugares en términos de peso seco. Si no se pueden apreciar diferencias en rango, el observador deberá situar el primer y segundo lugar, segundo y tercero, o primero, segundo y tercero de igual forma para dos o tres especies. Este procedimiento se repite entre 50 y 100 veces para tener un conjunto de datos de ese pastizal. Los datos se procesan para obtener la proporción de cuadrados en los cuales cada especie se presenta en primer, segundo o tercer lugar estas proporciones se multiplican por los factores 70.19, 21.08, 8.73, respectivamente y se suman para ofrecer la



proporción de la especie en términos de peso seco. El tamaño del cuadrado que se utilizará no es un problema crítico, siempre y cuando sea lo suficientemente grande para asegurar que se incluyan en él al menos tres especies en la mayoría de las posiciones. Cuando no se llenan los tres rangos en uno o varios marcos, los cálculos se deben ejecutar en cantidad en vez de en proporción de marcos. Entonces los factores anteriormente planteados se transforman en 8.04, 2.41, y 1, y se utilizan para multiplicar la cantidad de los lugares primero, segundo y tercero, respectivamente, para cada especie. Los productos así obtenidos se suman para ofrecer un valor para las especies. Estos cálculos se llevan a cabo para todas las especies en le conjunto, y cuando los valores se expresen como un porcentaje de la suma de todos los valores, es cuando se obtiene la proporción dela especie en términos de peso seco. Para que el método pueda ser utilizado, el pasto debe contener al menos tres especies. En una mezcla compleja es muy probable que las componentes menores nunca alcancen un rango, por lo tanto, no recibirán un valor. Sin embargo, su presencia se indica en el listado de especies encontradas en cada marco, y se pueden caracterizar como "presentes" o trazas en la tabulación final. Por otro lado, puede ser suficiente agrupar las especies que se encuentran o presentan poco y resumirlas como un solo conjunto para su estimación, por ejemplo: "hierbas", "otros pastos", especies misceláneas". Si una componente ocupa el primer rango en todos los marcos, automáticamente por este método su porcentaje de materia seca es de 70.2. Por lo tanto, éste es el valor máximo que puede tomar. Teóricamente, es posible también que algunas especies ocupen siempre en cada marco el segundo o tercer lugar, debido a lo cuál recibirán automáticamente 21.1 o 8.7; sin embargo en la práctica, esto último no es probable que ocurra debido a la variación natural en la distribución delas especies. (19)

La ventaja de estimar rangos en vez de pesos es que en observador tiene solo que decidir si hay un peso mayor de una especie que de otra. Esta estimación tiene una base más objetiva que la de su peso real. No obstante la estimación de rangos no es tan simple como parece, debido a lo cual es necesario un entrenamiento. Las dificultades surgen debido a grandes diferencias en los contenidos de materia seca entre especies, y en diferencias en hábitos de crecimiento. (19)

**Método para medir el porcentaje de Cobertura:** La cobertura se debe registrar en porcentaje por m<sup>2</sup>. Durante el establecimiento se mide a las 4, 8 y 12 semanas después de la siembra, durante la producción se mide de acuerdo con los periodos predeterminados de crecimiento (3, 6,9 y 12 semanas) en las épocas de máxima y mínima precipitación. Para medir la cobertura se usa un marco de madera o metálico, y una piola o cordel que se pasa por todos los ganchos o clavos laterales del marco para formar un cuadrículado (fig. 1). El marco cuadrículado se coloca sobre las dos hileras centrales (fig. 2). La cobertura se estima según la porción aparente en que el pasto cubra cada área de la red (0.2 x 0.2 m); su valor se anota en un papel previamente cuadrículado que represente el marco cuadrículado con el cordel. Posteriormente se suman estos valores por parcela y el total se multiplica por 4 - porque la suma de las 25 fracciones de la red se multiplica por 4 debido a que  $100/25 = 4$  - para obtener el valor en porcentaje. El valor que se registra debe redondearse a la cifra entera más próxima (fig. 3). Durante el establecimiento la idea general es obtener la información más real y representativa de lo que ocurre en las dos hileras centrales de la parcela. Con tal fin, el marco de evaluación se coloca al azar o selectivamente, según sea el grado de uniformidad de la cobertura a lo largo de la parcela (4 m<sup>2</sup>). La información para evaluarla producción debe representar la cobertura del área que corresponda al corte (3, 6, 9 y 12 semanas de crecimiento). Después de medir la cobertura con el marco cuadrículado se quita la cuerda y se procede al corte respectivo. (17)

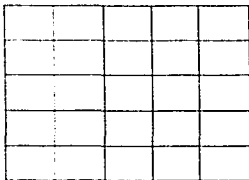


Figura 1. Marco de 1X1 m con divisiones cada 0.20 m para medir la cobertura.

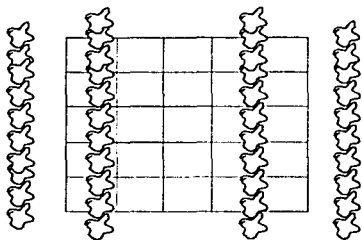


Figura 2. Colocación del marco para evaluación de cobertura

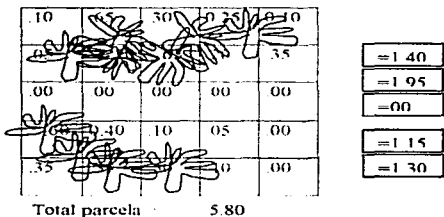


Figura 3. Ejemplo del uso del marco en la evaluación de cobertura

#### **IV. OBJETIVOS**

1. Determinación del rendimiento forrajero, de una pradera mixta en un clima templado empleando 5 métodos de muestreo.
2. Determinación de la composición botánica de una pradera mixta de clima templado empleando 5 métodos de muestreo.
3. Determinación del Porcentaje de Cobertura de una pradera mixta en un clima templado empleando 5 métodos de muestreo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Bovina y Caprina (C.E.I.E.P.B.C Rancho Cuatro Milpas), cuenta con una extensión de 37 hectáreas cultivables con riego, la mayoría implantadas con praderas tecnificadas, localizándose a 2450 msnm, entre el 19° 43' Latitud norte y 99°14' longitud oeste, con una temperatura promedio anual de 15.4°C, una precipitación pluvial promedio de 630.3 mm anuales, clasificada según Enriqueta García (1988) como un clima templado tipo Cb(wo) (w)(i').(2) Utilizando para ello un predio de 10 hectáreas, con praderas de más de dos años de implantación, suelo profundo, clasificado como migajón arcilloso, que cuenta con riego rodado, y de aspersión, y con una composición botánica variable de mezclas de las siguientes gramíneas: pasto orchard (*Dactylis glomerata*), festuca alta (*Festuca arundinacea*), rye grass perenne (*Lolium perenne*) y leguminosas: trébol blanco (*Trifolium repens*) y alfalfa (*Medicago sativa*), y algunas especies invasivas del género *Rumex*, *Amaranto*, *Bromus* etc.

Llevándose a cabo la siguiente metodología:

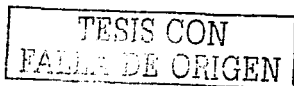
El predio de 10 hectáreas se dividió en 4 bloques de 2.5 has (I, II, III, IV) cada uno.

Con fines de aleatorización de los tratamientos cada bloque se cuadriculó, con líneas de cal, en 100 (10 X 10) partes iguales -de 250 m<sup>2</sup> cada uno- numerando cada división con trozos de cartón del 1 al 100. (Fig. 4)

En cada bloque se aplicará aleatoriamente los siguientes tratamientos: a) Disco medidor, b) Doble comparativo y 3 niveles con el cuadrado de corte con c) 0.25 m<sup>2</sup>, d) 0.50 m<sup>2</sup>, e) 1.0 m<sup>2</sup>, de la siguiente forma para cada uno:

- a) Doble comparativo o doble muestreo o estimación de rendimiento comparativo descrito por Hydock y Shaw (1975) (7,11,17). En cada bloque se determinaron los 5 puntos y en cada una de las 100 cuadrículas se tomó un punto al azar lanzando el cuadrado de 1m<sup>2</sup> para obtener 100 observaciones de cada bloque. Para obtener la producción de materia seca con el método Doble Comparativo se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación de regresión<sup>1</sup>  $y = a + b(c)$





Donde:

$$b = \frac{\sum xy - n}{\sum n^2 - (\sum n)^2}$$

$$c = \frac{fr}{c'}$$

$$c' = \frac{(fr) (\text{No. De observaciones})}{\sum fr}$$

$$a = y - b (x)$$

x = Número de marcos de referencia cortados

y = Peso del forraje verde de cada marco

fr = La frecuencia de los marcos de referencia cortados en la pradera

- b) El siguiente método fue el disco medidor. Para cada bloque se determinaron los 5 puntos que permitieron definir una escala de forraje por su altura en cm, en cada una de las 100 cuadrículas se tomó un punto al azar lanzando el cuadrado de 1m<sup>2</sup> que delimitó el área para el disco y así obtener 100 observaciones de cada bloque. Para el método con el disco medidor se hizo una correlación entre producción de materia seca obtenida de los 5 puntos de referencia y la altura del forraje.

c, d, e) Para el método destructivo o directo con los cuadros de 0.25 m<sup>2</sup>, 0.5 m<sup>2</sup> y 1 m<sup>2</sup>. De cada bloque dividido en 100 partes (de 250 m<sup>2</sup> cada uno), en forma aleatoria se obtuvieron 10 cuadrículas para el muestreo por cada cuadro de corte. Para fines de análisis estadístico cada nivel del cuadrado de corte (0.25 m<sup>2</sup>, 0.5m<sup>2</sup> y 1.00m<sup>2</sup>) se tomaron como métodos diferentes de muestreo por lo tanto como tratamientos independientes.

En cada cuadrícula se lanzó el cuadro correspondiente y donde cayó se estimó de forma visual el porcentaje de cobertura y en forma ordinal (1°, 2°, 3° y 4°) la composición botánica, el forraje de cada cuadrante fue cortado con hoz, pesado y registrado el resultado.

Para la determinación de materia seca las muestras de los métodos empleados fueron parcialmente secadas al aire extendiéndolas en un lugar fresco, a la sombra, y con buena ventilación durante 3 a 5 días y en el mismo rancho se realizó su total desecación en horno de microondas y su estimación de materia seca, por diferencia de peso. (15)

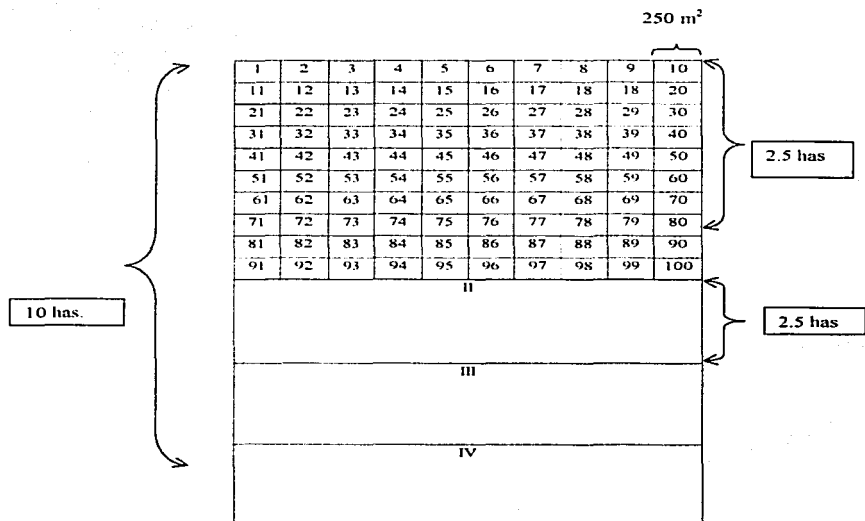
El trabajo efectuado sobre la pradera se llevó a cabo el mismo día por 4 equipos de dos personas cada uno cada equipo; cada equipo realizó el trabajo completo en un bloque. Para la capacitación días antes y previo al trabajo en cada bloque se realizó la misma labor varias veces, todos juntos y de cada tratamiento.

El modelo experimental fue en bloques completamente al azar 5X4 y para el análisis estadístico para el rendimiento se usó ANDEVA y Tukey, con el paquete estadístico SAS.(7, 11)

En el rendimiento de la pradera se recolectaron datos en base húmeda y base seca; aunque en los resultados, discusión y el análisis estadístico los cálculos se hicieron con la base seca debido a la variación en el porcentaje de humedad de los forrajes húmedos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 4 Disposición de los bloques (2.5 has) y cuadrículado de cada bloque en 100 partes de 250 m<sup>2</sup>



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Apéndice de cuadros y gráficas se reportan los datos encontrados en base seca como húmeda, y otras observaciones no incluidas en éste capítulo.

En el cuadro N° 1 se observan las toneladas de forraje expresados en base seca (BS) por hectárea de cada método de muestreo empleado para determinar el rendimiento forrajero. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), por efecto de tratamiento entre el Cuadrado de Corte de  $0.25 \text{ m}^2$  con los demás tratamientos (cuadro No. 1), donde se observan los siguientes resultados promedio reportados en base seca, para el método del Disco Medidor se obtuvo un rendimiento de 2.27 ton/ha, para el Doble Comparativo 1.99 ton/ha, para el cuadro de  $0.25 \text{ m}^2$  un rendimiento de 2.54 toneladas por hectárea, para el de  $0.5 \text{ m}^2$  1.93 ton/ha, para el de  $1 \text{ m}^2$ , 2.12 ton/ha. Por la diferencia que se obtuvo entre el cuadro de corte de  $0.25 \text{ m}^2$  con los otros métodos, el uso de este cuadro se recomienda usarlo con reserva hasta corroborar con nuevos estudios ya que este resultado no coincide con Senra, A y col. (1986) quien menciona que a partir del cuadro de  $0.25 \text{ m}^2$  es adecuado medir rendimiento. (14)

CUADRO No.1.- Promedios en toneladas de forraje (base seca), con los diferentes métodos de muestreo empleados.

Cuadrado de corte	Toneladas por hectárea
$0.25 \text{ m}^2$	2.54 <sub>a</sub>
$0.5 \text{ m}^2$	1.93.
$1.00 \text{ m}^2$	2.12.
Doble Comparativo	1.99.
Disco Medidor	2.19.
Promedio	2.15

Letras diferentes entre filas indican diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el cuadro N° 2, se observan los porcentajes de cobertura encontrados con los diferentes métodos de muestreo de forrajes, donde los porcentajes promedios encontrados son de 68 % para del método con Disco Medidor 64 %, para el método de Doble Comparativo, para los cuadros de corte son de 75 % para el de 0.25 m<sup>2</sup>, 59 %, para el de 0.5 m<sup>2</sup> y 61 para el de 1.0 m<sup>2</sup>. Se observa que igual que el caso del rendimiento, con el cuadro de 0.25 m<sup>2</sup>, hay una sobre-estimación lo que coincide con Toledo y Schultze-Kraft al mencionar que la cobertura se realiza en porcentaje por m<sup>2</sup> (17). Se encontró también que con el disco medidor también hay una estimación superior al de los cuadrados de Corte de 0.5 m<sup>2</sup> y 1.00 m<sup>2</sup> así como el doble comparativo; por lo tanto empleando entre el valor mayor y menor obtenido con los 5 métodos hay diferencia de 16 % (75 - 59 = 16 %)

CUADRO No. 2. - Porcentajes de cobertura por los diferentes métodos de muestreo de forraje en los cuatro bloques de la pradera Método, Bloque, promedios de % de cobertura

Métodos de muestreo	% de Cobertura
0.25 m2	75
0.5 m2	59
1.0 m2	61
Doble comparativo	64
Disco medidor	68
Promedio	65

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En el cuadro N° 3 se observan los resultados de la composición botánica de las diferentes especies encontradas. En el subtotal de la suma de porcentajes de las gramíneas (pastos), se tiene para los tratamientos CC 0.25, 0.5 y 1 m<sup>2</sup>, como del DC Y DM 48.49, 47.21, 56.95, 55 y 43.33 % respectivamente, encontrándose un rango entre el valor más alto en el DC y el más bajo en el DM de 13.62 %. Para las leguminosas los valores encontrados fueron de 38.13, 37.01, 37.12, 35 y 30 % respectivamente con rango entre el más alto en el CC 0.25 m<sup>2</sup> y el más bajo del DM de 8 %, y para las planta invasivas en su conjunto los valores fueron de 13.38, 15.78, 5.93, 10 y 26.67 % respectivamente, con un rango entre el más alto en DM y el más bajo en el DC de 16.67 %, notándose con ello que los rangos entre los diferentes tratamientos tienen variación de 8 a casi 17 % pero sin observarse tendencias por tratamiento ya que para el caso de las gramíneas el valor más alto fue para el DC y el más bajo para el DM y para las planta invasivas los valores se invierten, en el caso de las leguminosas el valor mas alto fue para el CC 0.25 m<sup>2</sup> y el más bajo para el DM, por lo tanto si hay diferencias, pero pueden deberse a efecto no de tratamiento sino otros factores no considerados, como los equipos que llevaron a cabo el muestreo, ya que debe recordarse que la cobertura se determinó visualmente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO No 3.- Porcentajes de la composición botánica para gramíneas, leguminosas y plantas invasivas en los diferentes métodos de muestreo

ESPECIE	Tratamiento				
	CC 0.25m2	CC 0.5m2	CC 1.00m2	DC	DM
Gramíneas (pastos) %					
ORCHARD	27.14	21.78	30.91	23.33	26.67
RYE GRASS	9.13	6.84	13.04	11.67	13.33
FESTUCA	12.22	18.59	13.01	20.00	3.33
Subtotal %	48.49	47.21	56.95	55	43.33
Leguminosas %					
ALFALFA	28.03	23.51	26.29	20.00	23.33
T. BLANCO	10.10	12.50	10.83	15.00	6.70
Subtotal %	38.13	37.01	37.12	35	30.0
Plantas invasivas %					
BROMUS	1.79	9.17	3.43	1.67	10.00
KIKUYO	0.83	1.58	0.00	1.67	6.67
Otras	10.76	5.03	2.50	6.67	10.00
Subtotal %	13.38	15.78	5.93	10.00	26.67
Suma total %	100	100.0	100	100.0	100.00

CC - Cuadrado para corte

DC - Doble comparativo

DM - Disco medidor

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## VII. CONCLUSIÓN

Los tratamientos para estimar cantidades de materia seca con los cuadrados de Corte ( $0.25 \text{ m}^2$ ,  $0.5 \text{ m}^2$ ,  $1.00 \text{ m}^2$ ), los métodos Doble Comparativo y Disco Medidor, se concluyó que si hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre el Cuadrado de Corte de  $0.25 \text{ m}^2$  con el resto de los métodos empleados para el muestreo con fines de medir producción la forrajera, por lo que el uso de este cuadro se recomienda usarlo con reserva hasta corroborar con nuevos estudios. En cuanto el porcentaje de cobertura se obtiene la misma conclusión ya que por lo reducido del tamaño de este, el forraje abarca una gran parte del área. En cuanto a la composición botánica se encontraron diferencias en gramíneas, leguminosas como en plantas invasivas sin que se observara una tendencia por efecto de tratamiento.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Apéndice - Lista de cuadros de resultados y gráficas.

CUADRO N° 4 - Gramos de peso, promedios, kg totales de muestras y por hectárea del forraje cortado en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los bloques, con el cuadro de 0.25 m<sup>2</sup>.

N° de muestra	BLOQUE							
	I		II		III		IV	
	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)
1	627.0	129.43	282	46.77	376	75.68	380	85.09
2	251.0	39.93	282	55.44	286	64.94	207	70.57
3	357.0	60.40	337	51.61	214	60.80	230	67.38
4	234.0	31.77	470	76.42	258	72.62	196	74.07
5	289.0	46.34	266	59.17	241	64.42	313	77.84
6	87.0	20.85	424	80.57	230	81.93	208	55.11
7	202.0	32.00	462	73.50	193	63.64	302	78.18
8	216.0	33.44	364	85.33	175	51.23	354	90.57
9	253.0	23.56	224	55.11	234	73.24	272	84.92
10	331.0	72.68	190	46.36	221	67.01	246	66.11
Promedios	284.7	49.03	320.1	63.03	220.7	67.61	270.8	74.98
kg totales (2.5 m <sup>2</sup> )	2.85	0.5 <sup>a</sup>	3.2	0.6 <sup>a</sup>	2.2	0.6 <sup>a</sup>	2.7	0.7 <sup>b</sup>
kg en 1 ha	11,380	1,900	12,804	2,521	9,808	2,704	10,832	2,999

BH - base húmeda  
BS - base seca

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 5 - Porcentaje de cobertura con el cuadrado de corte de 0.25 m<sup>2</sup>  
para 10 muestreos.

	BLOQUES			
	I	II	III	IV
N° de muestreos	%Cober	%Cober	%Cober	%Cober
1	70	80	100	90
2	50	85	90	80
3	80	50	65	70
4	60	80	70	60
5	80	90	80	85
6	60	100	90	55
7	60	90	70	75
8	80	95	75	100
9	50	75	70	80
10	40	45	75	90
Promedio	63	78.5	78.5	78.5

TESIS CON  
 FALLAS ORCEN

CUADRO N° 6 - Gramos de peso, promedios, kg totales de muestras y por hectárea del forraje  
cortado en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los bloques, con el cuadro de 0.5 m<sup>2</sup>.

Muestra	BLOQUE							
	I		II		III		IV	
	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)
1	222	43.19	614	123.79	264	70.15	641	134.40
2	262	65.77	502	110.77	368	71.67	388	97.93
3	392	146.38	342	73.73	311	80.04	377	106.69
4	335	77.52	538	106.76	140	45.69	640	85.34
5	409	116.74	414	87.76	260	69.80	648	148.53
6	262	40.32	478	96.92	296	105.56	392	112.07
7	808	182.95	529	109.80	194	55.02	241	84.72
8	154	31.06	410	75	299	79.23	509	134.07
9	315	94.76	556	112.56	547	168.21	322	91.24
10	338	66.00	419	96.25	444	139.59	688	142.74
Promedios	349.7	86.46	480.2	99.33	312.3	88.49	484.6	113.77
kg totales (5 m <sup>2</sup> )	3.49	0.8	4.80	0.9	3.12	0.8	4.80	1.1
kg por hectárea	6,994	1,729	9,604	1,986	6,246	1,769	9,692	2,275

BH - base húmeda

BS - base seca

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO Nº 7- Cuadrado de corte con área de 0.5 m<sup>2</sup>, número de muestras con porcentajes de cobertura de los Bloques I, II, III, IV.

Muestra	BLOQUES			
	I	II	III	IV
	% de Cobertura			
1	50	70	40	80
2	40	65	50	70
3	60	40	60	80
4	40	65	60	75
5	80	60	70	70
6	40	70	50	50
7	80	70	80	50
8	40	85	60	50
9	60	60	80	45
10	50	80	50	60
Promedio	55	58.5	60	63

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 8 - Gramos de peso, promedios, kg totales de muestras y por hectárea del forraje cortado

en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los bloques, con el cuadro de 1 m<sup>2</sup>.

Muestra	BLOQUE							
	I		II		III		IV	
	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)	BH (g)	BS (g)
1	788	260.4	1408	340.78	701	172.14	1021	250.96
2	490	141.6	769	159.23	742	221.84	1365	303.19
3	307	81.76	986	297.30	919	180.79	761	227.02
4	1362	320	1130	173.04	528	152.69	912	209.28
5	540	141.37	2008	390.79	527	99.18	548	232.01
6	335	74.88	1472	233.11	408	130.19	981	276.52
7	444	94.16	993	212.11	344	105.86	1483	340.29
8	1028	236.16	1079	244.84	797	205.26	716	196.53
9	360	89.18	361	85.33	912	268.91	1084	236.69
10	420	105.66	1035	250	236	74.3	1163	282.86
Promedios	607.4	154.52	1124.1	238.65	611.4	161.11	1003.4	232.33
kg totales (10 m <sup>2</sup> )	6.07	1.5	11.24	2.3	6.11	2.2	10.03	2.3
kg por hectárea	6,074	1,545	11,241	2,386	6,114	2,279	10,034	2,323

BS - base seca

BH - base húmeda.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 9- Cuadrado de corte con área de 1.0 m<sup>2</sup>, número de muestras con porcentajes

de cobertura de los Bloques I, II, III, IV.

	BLOQUES			
	I	II	III	IV
Muestra	% Cobertura			
1	70	55	65	90
2	50	50	50	95
3	50	50	70	40
4	70	60	50	70
5	55	65	50	85
6	55	60	45	80
7	45	60	55	75
8	75	65	70	75
9	40	50	50	80
10	40	60	40	75
Promedio	55	57.5	54.5	75

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 10 - Gramos de peso. promedios, kg totales de muestras y por hectárea del forraje cortado en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los bloques, con el método de muestreo de doble comparativo.

Muestra	BLOQUE											
	I			II			III			IV		
	BH (g)	BS (g)	frec	BH (g)	BS (g)	frec	BH (g)	BS (g)	frec	BH (g)	BS (g)	frec
1	105	35	19	709	192.86	5	170	53.17	28	702	167.83	9
2	337	69.78	52	758	192.35	34	575	147.93	49	1213	380.14	45
3	590	149.17	24	1169	293.28	45	608	209.79	14	1025	315.11	25
4	302	85.22	5	1432	319.93	13	1533	387.31	9	896	240.30	15
5	1242	344.03	0	1900	488.28	3	1571	348.65	0	1461	365.74	6
Promedios	515.2	136.64		1193.6	297.34		891.4	229.37		1059	275.84	
kg totales (1 m <sup>2</sup> )	324.6	243.12		1117.2	317.6		530.4	164.9		767.8	316.9	
kg por hectárea	3,246	2,431		11,172	3,176		5,304	1,649		7,678	3,169	

BS - base seca  
 BH - Base húmeda  
 Frec - frecuencia

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 11- Doble Comparativo, número de muestras con porcentajes de cobertura de los Bloques I, II, III, IV.

	BLOQUES			
	I	II	III	IV
Muestra	% de cobertura			
1	20	90	40	20
2	70	85	60	70
3	80	80	60	80
4	80	70	70	80
5	95	60	75	95
Promedio	69	77	61	50

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



CUADRO N° 12 -- Gramos de peso, promedios, kg totales de muestras y por hectárea del forraje cortado en base húmeda (BH) y base seca (BS) en los bloques, con el método de muestreo del disco medidor.

Muestra	BLOQUE											
	I			II			III			IV		
Altura (cm)	BH (g)	BS (g)	Altura (cm)	BH (g)	BS (g)	Altura (cm)	BH (g)	BS (g)	Altura (cm)	BH (g)	BS (g)	
1	2	696	35	8	709	192.86	6	170	53.17	3	702	167.83
2	3.75	993	74.89	9.5	758	192.35	8	575	147.93	5	1213	380.14
3	4.5	1251	491.67	14.5	1169	293.28	9	608	209.79	7	1025	315.11
4	7.5	1804	91.91	17	1432	319.93	17	1533	387.31	10.5	896	240.30
5	10.5	1048	66	21	1900	488.28	25	1571	348.65	21	1461	365.7
Promedios	5.65	1158.4	151.89	14	1193.6	297.34	13	891.4	229.37	9.3	1059	275.84
kg totales (100 m <sup>2</sup> )		133.3	16.83		107.87	27.00		52.86	15.50		104.06	28.47
Kg por hectárea		13,332	1683		10,787	2,700		5,286	1,550		10,406	2,847

BS - base seca  
BH - Base húmeda

TITULO CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO N° 13- Disco medidor, número de muestras con porcentajes de cobertura de los

Bloques I, II, III, IV.

	BLOQUES			
	I	II	III	IV
Muestra	% de cobertura			
1	20	60	40	20
2	70	80	60	70
3	80	75	60	80
4	80	90	70	80
5	95	60	75	95
Promedio %	69	73	61	69

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO No. 14 Promedios en toneladas de forraje por hectárea en  
base húmeda y base secas de cada método de muestreo en los cuatro bloques.

METODO	Ton BH / ha	Ton BS / ha
Cuadrado de Corte		
0.25 m <sup>2</sup>	11.22	2.54
0.5 m <sup>2</sup>	8.13	1.93
1.00 m <sup>2</sup>	8.36	2.12
Doble Comparativo	6.84	1.99
Disco Medidor	9.94	2.19

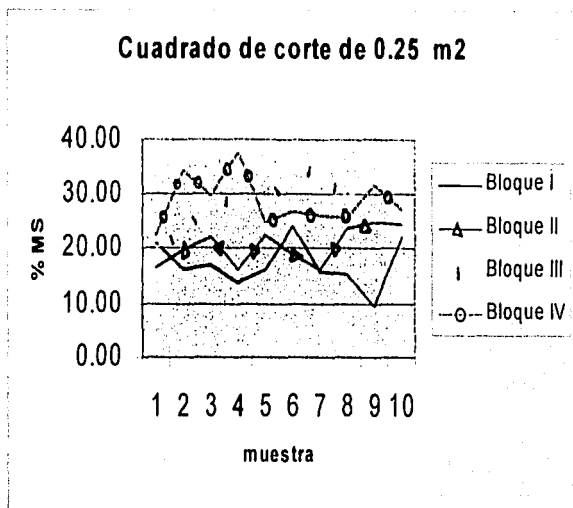
BH - base húmeda

BS - base seca

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Gráfica No. 1.- Variaciones de porcentaje de materia seca en los bloques

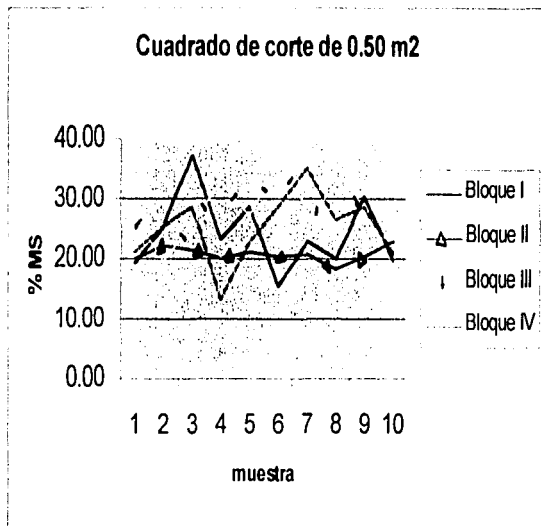
I, II, III y IV con el Cuadrado de Corte de 0.25m<sup>2</sup>.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN  
NO EXISTE

Gráfica No. 2. Variaciones de porcentaje de materia seca en los bloques

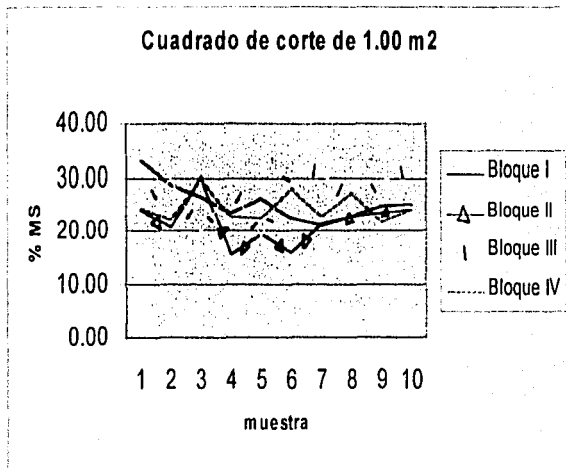
I, II, III y IV con el Cuadrado de Corte de 0.5m<sup>2</sup>.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Gráfica No. 3. Variaciones de porcentaje de materia seca en los bloques

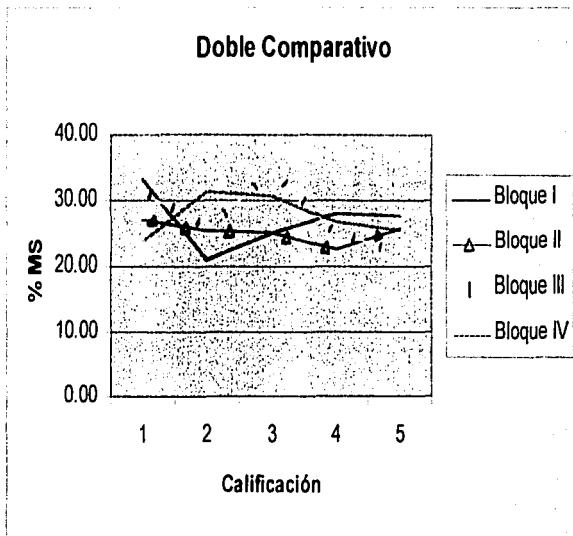
I, II, III y IV con el Cuadrado de Corte de 1.00 m<sup>2</sup>.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

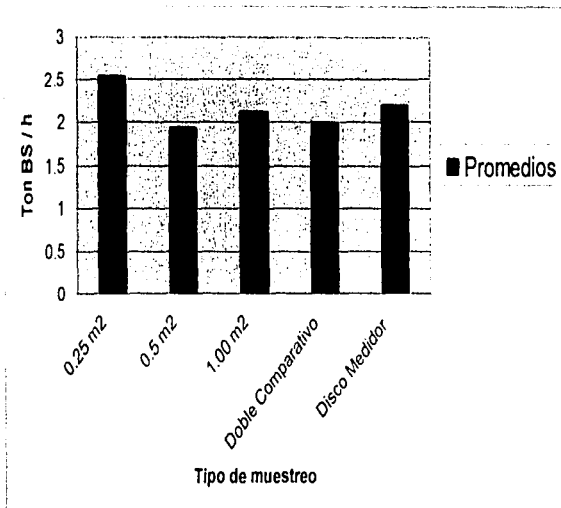
Grafica No. 4. Variaciones de porcentaje de materia seca en los bloques

I, II, III y IV con el método Doble Comparativo.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

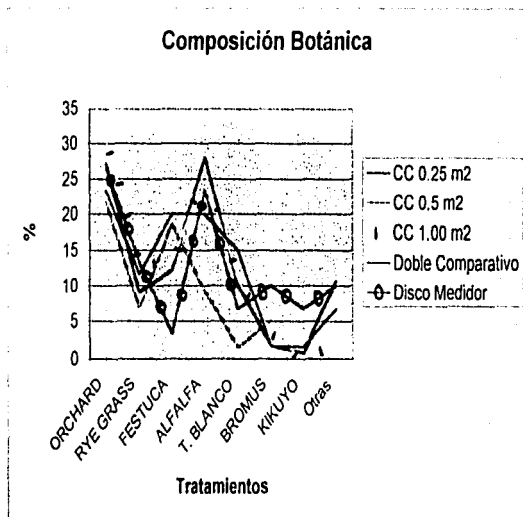
Gráfico No. 5. Promedios de los resultados en Materia Seca de los cuatro bloques en cada tipo de muestreo.



TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

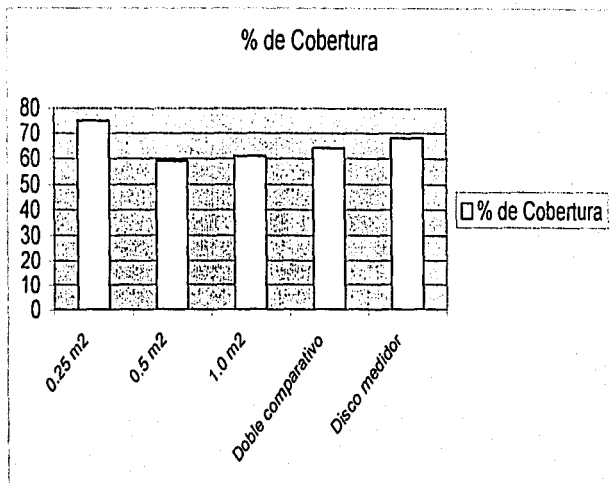


Gráfico No 6. Variaciones del porcentaje de la Composición botánica (Orchard, Rye Grass, Festuca, Alfalfa, Trébol Blanco, Bromus, Kikuyo y Otras) en cada uno de los tratamientos.



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Gráfico No 7. Variaciones del porcentaje de Cobertura en cada tratamiento



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo G. E.: 1995. Métodos de muestreo para estimar materia seca presente y su composición botánica en pasturas tropicales. Conferencia presentada en el "Taller sobre pastoreo de alta densidad" efectuado en el CEIEGT, FMVZ. UNAM del 28 al 30 de septiembre.
2. Gracia E.: 1988. Modificaciones al sistema de clasificaciones climática de Köppen. 4ª. México.
3. Hargreaves J.N.G y Kerr J. D., 1996. BOTANAL. Medidas de la Composición Botánica y Rendimiento de Pasturas en Pastoreo, Paquete de Computación; Notas para el curso CIAT, Colombia Julio 1 al 5.
4. Hargreaves J.N.G. y Kerr J. D.: 1996. BOTANAL. Medidas de la Composición Botánica y Rendimiento de Pasturas en Pastoreo, Registro de campo Directo al Computador; Notas para el curso CIAT, Colombia Julio 1 al 5.
5. Hargreaves J.N.G. Y Kerr J. D.: 1996. BOTANAL. Medidas de la Composición Botánica y Rendimiento de Pasturas en Pastoreo, Forcom; Notas para el curso CIAT, Colombia Julio 1 al 5.
6. Hernández G. A.: 1996. Planeación de la alimentación animal con base a forrajes; Memorias Curso internacional avanzado de nutrición de rumiantes; 23 al 25 de Octubre. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Asociación Mexicana de especialistas en nutrición animal.
7. Herrera, J; Lorenzana, G. 1994. Aplicaciones del SAS (Statistical Analisis System) a los métodos estadísticos. Instituto tecnológico Agropecuario de Oaxaca. México.
8. Hodgson J.: 1990. Grazing Management Science in to Practice; Long Hand Books in agriculture; Logman Scientific y Technical, Massey University New Zealand.
9. Huddleson H. F.: 1978. Técnicas de muestreo para la Medición y Pronosticación de los Rendimientos de los cultivos; Servicio de Economía, Estadística y Cooperativas. Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A.
10. Kuehl, R. 2001. Diseño de Experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2ª ed. Thomson Learning. México.

11. Mc Donald J. K.: 1996. Medidas de la Composición Botánica y Rendimiento de Pasturas en Pastoreo, Medición Registro y Procesamiento de Datos de la Pastura; Notas para el curso CIAT, Colombia del 1 al 5 Julio.
12. Mc Iroy R.J: 1987. Introducción al cultivo de los pastos tropicales; Editorial Limusa. Cuarta reimpression.
13. Ocaña Z. E.: 1996. Estimación de la disponibilidad de forraje por el método de rendimiento comparativo; Curso Pastoreo de Alta Densidad con Bovinos y Ovinos, Centro de enseñanza, investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), SUA, FMVZ, UNAM. Martínez de la Torre Veracruz, 10 al 12 de octubre.
14. Senra A. y Venereo A.: 1986. Pastos en Cuba Métodos de muestreo; Ed. Edica; Cuba.
15. Tejada de H. I. : Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal
16. Tothill J. C., Gargreaver J. N. G., Jones R. M. Y Mc Donald C. K.: 1996. BOTANAL Medidas de la Composición Botánica y Rendimiento De Pasturas en Pastoreo, Muestreo de Campo; Notas para el curso CIAT, Colombia Julio 1 al 5.
17. Toledo, J. M; Schultze-Kraft, R.; 1982. Manual para la Evaluación Agronómica; Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
18. Waite R.B. and Kerr J.D. 1996. Measuring yield of green leaf blade in pastures by visual estimation techniques; *Tropical Grassland* ; (30): 314-318
19. Programa de Computación CALRAC. 1996. Software para la alimentación de rumiantes. Cuba.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN