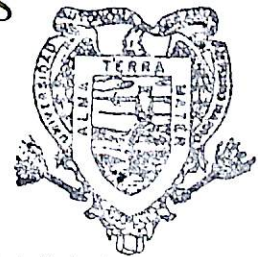


IMPACTO EN SUELO Y VEGETACION POR EFECTO  
DEL APACENTAMIENTO, UTILIZANDO EL MODELO  
HOLISTICO EN EL NORESTE DE COAHUILA

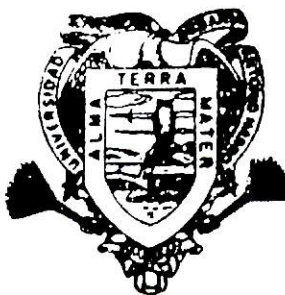
FRANCISCO JAVIER VALDES VALDES

## TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.



**Universidad Autónoma Agraria**

**"Antonio Narro"**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

JUNIO DE 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

IMPACTO EN SUELO Y VEGETACIÓN POR EFECTO DEL  
APACENTAMIENTO, UTILIZANDO EL MODELO HOLÍSTICO  
EN EL NORESTE DE COAHUILA

POR


FRANCISCO JAVIER VALDÉS VALDÉS

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y  
aprobada como requisito parcial para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES

COMITÉ PARTICULAR

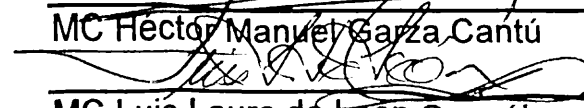
Asesor principal:

  
MSc Reginaldo De Luna Villarreal

Asesor:

  
MC Héctor Manuel Garza Cantú

Asesor:

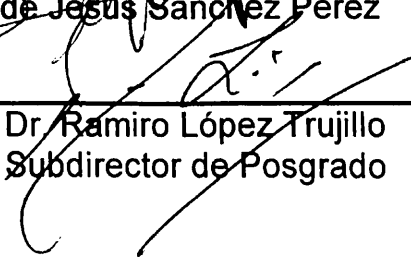
  
MC Luis Lauro de León González

Asesor:

  
MSc. Humberto Celestino González Morales

Asesor:

  
MC Félix de Jesús Sánchez Pérez

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2002

13323

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE MAESTRO EN CIENCIAS  
EN MANEJO DE PASTIZALES

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

Por haberme proporcionado un lugar entre sus hijos, entregarme las herramientas necesarias para hacer frente a la difícil situación del agro mexicano, permitirme forjar el sueño de todo profesionista y sobre todo por prepararme para ser un hombre útil a la sociedad.

A la Subdirección de Posgrado, por recibir de ellos y su plantel académico tantos conocimientos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por facilitar el estudio a través de estímulos a tantas generaciones.

A la Academia del Programa de Graduados de Recursos Naturales, a todos ellos por entregarse cada día con desinterés al fortalecimiento científico y técnico de los aspirantes

Muy especialmente al Ing. Reginaldo de Luna Villarreal, quien no solamente fungió como asesor principal con vasta experiencia y dominio, sino como un consejero durante los tiempos de estudio y fuera de ellos, por ser amigo.

Al Ing. Luis Lauro de León González, por sus útiles consejos en la elaboración del proyecto, revisión y diseñado del mismo.

Al Ing. Héctor Manuel Garza Cantú, por tantos consejos y enseñanzas que me transmitió, tanto en las aulas como en el campo.

Al Ing. Humberto C. González Morales, por su valiosa participación en el diseño y ejecución del proyecto, consejos y enseñanzas.

Al Ing. Felipe de Jesús Sánchez Pérez, que con su experiencia, transmitió la confianza para lograr el objetivo de demostrar científicamente los resultados plasmados en este proyecto.

Al cuerpo secretarial y personal de apoyo de Posgrado y Recursos Naturales, por todo su apoyo y comprensión.

## DEDICATORIA

A La Gloria Del Gran Arquitecto Del Universo

A mi padre:

Profesor Efraín Valdés Valdés (1933-2000)

Por ser mi Padre. Por predicar con el ejemplo. Por enseñarme a crear, construir y no destruir. Por amar a mi madre. Por que hiciste de tu vida un apostolado de enseñanza y nobles consejos. Por que enseñaste a tus hijos a trabajar.

*“Hay vidas que son escuelas.....”*

*Ing. Efraín Valdés Valdés  
23 de julio de 2000*

Tú eres la mía.

A mi Madre, Sra. María Isabel Valdés de Valdés, por entregarse cada día a su familia.

A mi esposa, Ing. Gloria Alicia González de Valdés, de quien tanto amor y comprensión he recibido, por tenerme tanta paciencia, sobre todo por creer en mí.

A mi hermano, Ing. Efraín Valdés Valdés, por ser mi mejor amigo y su esposa Irma Yolanda Camacho Linares.

A mis sobrinas Yolanda Guadalupe y Yazmín.

A mis compañeros de la especialidad, Elsa, Carlos, Melchor, Francisco, Jorge, Miguel, Crispina, Bernabé, Carlos, Lázaro, Enrique, Felipe y Juan.

Al Ing. José Juan Rodríguez Pérez y su esposa Cristina y su hija Crishna, por ser amigos.

A la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, por permitirme desarrollarme como profesional.

A todos mis compañeros de trabajo.

A las futuras generaciones.

## COMPENDIO

**Impacto en suelo y vegetación por efecto del apacentamiento, utilizando el modelo holístico en el noreste de Coahuila**

POR

FRANCISCO JAVIER VALDÉS VALDÉS

MAESTRÍA

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. JUNIO 2002

MSc. Reginaldo de Luna Villarreal -Asesor-

Palabras clave: Modelo holístico, apacentamiento, estación climática, distancias al agua, cobertura basal, suelo desnudo, piedra, grava, arena, gramíneas, heces, hierba anual, hierba perenne, herbáceas, arbustos, mantillo orgánico.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el impacto en el suelo y la vegetación provocado por el apacentamiento utilizando el modelo holístico, para determinar los cambios en la cobertura basal y en la vegetación.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 7 X 5, donde siete representa las estaciones climáticas que van desde diciembre de 1994 a marzo de 1995 (estación 1) al verano de 1996 (estación 7) y cinco distancias al agua 30, 350, 750, 1150 y 1500 m respectivamente (1-5). Se seleccionó el potrero 16 de la célula cuatro, donde se establecieron al azar cuatro líneas de intercepción de puntos con la metodología de Canfield de 30 m de longitud en cada distancia tomando datos cada 30 cm. Los resultados muestran diferencias significativas (95 por ciento) en la mayoría de las variables. Se observa principalmente el gran aumento de la cobertura basal en todas las estaciones y distancias. Los resultados arrojan evidencia de que el suelo desnudo se incrementó en la distancia dos en todo el estudio, sin embargo, éste se reduce conforme avanza el tiempo. Las herbáceas presentaron incrementos considerables en todas las estaciones excepto en la cuatro y en la cinco aún y cuando no se registraron precipitaciones pluviales en estas estaciones. La distancia tres, que registró los más altos porcentajes de herbáceas, se comportó con aumentos en todas las estaciones. La variable arbustos registró diferencias en lo que respecta a las distancias, más no en las estaciones, comportándose estables durante todo el estudio. La variable mantillo, presentó sus más altos valores en las estaciones cuatro y cinco, siendo la menor la siete. En lo que respecta a las distancias, la uno presentó los más altos valores y la dos con los menores por el efecto del sitio, sin embargo, las otras distancias (3, 4 y 5) presentaron valores similares a la uno, lo que indica que el ganado se distribuyó uniformemente en todo el potrero durante todo el estudio.

## ABSTRACT

**Grazing effects on soils and vegetation, using the holistic model in northeastern Coahuila.**

BY

FRANCISCO JAVIER VALDÉS VALDÉS

MASTER IN SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO, COAH., FEBRUARY 2002

MSc. Reginaldo de Luna Villarreal- Adviser

Key words: Holistic model, grazing, climatic season, distance to water, ground cover, bare soil, stone, gravel, sand, grasses, feces, annual forb, perennial forb, herbaceous, shrubs, organic litter.

The general objective of this research was to evaluate impact on soil and vegetation due to holistic model grazing, determining changes on soil surface condition and vegetation.

A completely randomized design, with 7 x 5 factorial analysis was utilized, where 7 represents the climatic season from December of 1994 to March

1995 (season 1) through 1996 summer (season 7) and 5 distances to watering point 30, 350, 750, 1150 and 1500 m respectively. It was selected the pasture No. 16 in the four cell, where were randomly established four lines of 30 m long in each distance to water. In each line were determined: shrub cover using the Canfield method and soil surface condition using the point method. The results were significantly different (95 per cent) in most of the variables. It was observed mainly a great increase in basal cover in all the seasons and water distances. Bare ground was higher in the water distance No. 2 in all the seasons, however the values decreases through the seasons. The herbaceous cover show considerable increments in all the seasons, except seasons 4 and 5 where no rain was recordered. The water distance No. 3, with the highest herbaceous percentages, had increments in all the seasons. The shrubs showed differences with respect to water distance, but not in the seasons, remaining with no changes during the study. The litter variable, had its highest values during the seasons 4 and 5, and the lowest values during the 7 season. With respect to distances, No. 1 showed the highest values and No. 2 the lowest, however, the other distances (3,4 and 5) presented similar values to No. 1; and can be established that livestock distribution was uniform in the whole pasture during the study.



## INDICE DE CONTENIDO

Índice de cuadros.....	iii
Índice de figuras.....	iv
Introducción.....	1
Revisión de Literatura.....	3
Herbivoría.....	3
Herbivoría y apacentamiento.....	4
Dinámicas herbívoro-planta.....	6
Sistemas de pastoreo.....	8
Impacto animal.....	14
Mineralización.....	14
Comportamiento del animal.....	17
Crecimiento compensatorio.....	20
Época de Apacentamiento.....	22
Disponibilidad de nutrientes.....	24
Disponibilidad de agua.....	26
Disponibilidad de luz.....	28
Influencia de la competencia.....	29
Interacción de factores.....	30
Efecto del tamaño de la planta.....	30
Tipo de tejido perdido.....	32
Materiales y Métodos.....	39
Descripción del área de estudio.....	39
Ubicación del proyecto.....	41
Suelos.....	41
Topografía.....	41
Análisis físico-químico del suelo.....	41
Clima.....	44
Temperatura y precipitación.....	45
Tipo de vegetación.....	45
Ubicación específica.....	46
Determinación de Líneas de Puntos.....	49
Levantamiento de datos.....	49
Diseño experimental.....	49
Experimento.....	52
Resultados.....	54
Suelo desnudo.....	54
Estaciones.....	54
Distancias.....	57
Herbáceas.....	62
Estaciones.....	62
Distancias.....	62
Arbustos.....	70
Estaciones.....	70
Distancias.....	73

Mantillo.....	77
Estaciones.....	77
Distancias.....	83
Discusión.....	88
Suelo desnudo.....	88
Estaciones.....	88
Distancias.....	92
Herbáceas.....	95
Estaciones.....	95
Distancias.....	95
Arbustos.....	100
Estaciones y distancias.....	100
Mantillo.....	102
Estaciones.....	102
Distancias.....	104
Conclusiones.....	107
Resumen.....	109
Literatura Citada.....	112
Apéndice.....	119

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. Tipos de tallo y su resistencia al apacentamiento.....	6
3.1. Análisis físico-químico del suelo del área de estudio, rancho Tierritas.....	44
3.2. Especies más representativas del sitio DbK51 (área de estudio) .....	46
3.3. Distancias al agua que fueron evaluadas en el área de estudio.....	51
3.4. Estaciones del año de 1995 y 1996 que se evaluaron en el estudio...	52
4.1. Análisis de varianza para la variable de respuesta suelo desnudo.....	56
4.2. Análisis de varianza para la variable de respuesta herbáceas.....	66
4.3. Análisis de varianza para la variable de respuesta arbustos.....	73
4.4. Análisis de varianza para la variable de respuesta mantillo.....	83

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
3.1. Ubicación del rancho Tierritas.....	40
3.2. Croquis del rancho Tierritas, municipio de San Juan de Sabinas, Coahuila.....	42
3.3. Ubicación específica del área de estudio y ubicación imaginaria de las líneas de puntos; pasta 16, célula cuatro, rancho Tierritas, Mpio. de San Juan de Sabinas, Coahuila.....	43
3.4. Comportamiento de la precipitación pluvial de 1995.....	47
3.5. Comportamiento de la precipitación pluvial de 1996.....	48
4.1. Comportamiento del suelo desnudo durante las estaciones evaluadas.....	55
4.2. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 2.....	57
4.3. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 1, en las estaciones evaluadas.....	58
4.4. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 5.....	59
4.5. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 4.....	60
4.6. Comportamiento del suelo desnudo en interacción con las distancias al agua en las estaciones evaluadas.....	61
4.7. Comportamiento de las estaciones 5, 2, 4 y 1 en interacción con las distancias al agua.....	63
4.8. Comportamiento de las estaciones 7, 6 y 3 en interacción con las distancias evaluadas.....	64
4.9. Comportamiento de las estaciones 1, 6 y 7 en interacción con las distancias evaluadas.....	65
4.10. Comportamiento de las herbáceas en las distancias en interacción con las estaciones evaluadas.....	67
4.11. Comportamiento de la distancia 5, durante las estaciones evaluadas.....	68
4.12. Comportamiento de las herbáceas en la distancia 1, durante las estaciones evaluadas.....	69
4.13. Comportamiento de la variable arbustos en interacción con las estaciones, en las distancias evaluadas en el estudio.....	71
4.14. Comportamiento de la variable arbustos en interacción con las distancias, durante el estudio.....	72
4.15. Comportamiento de la variable arbustos en las distancias 2, 3 y 5, durante el estudio.....	74
4.16. Comportamiento de la variable arbustos en las distancias 4 y 1.....	75
4.17. Diferencias en la variable arbustos entre las distancias 1, 2, 3 y 5....	76
4.18. Comportamiento de la variable mantillo en interacción con las estaciones, en las distancias evaluadas.....	78
4.19. Comportamiento de la variable mantillo en interacción con las distancias, en las estaciones evaluadas.....	79
4.20. Comportamiento de la estación 5 (invierno 95-96), en las distancias evaluadas.....	80

4.21. Comportamiento de la estación 7 (verano 96), en las distancias evaluadas.....	81
4.22. Diferencias entre las estaciones 1 y 6 y 1 y 7, en las distancias evaluadas.....	82
4.23. Comportamiento de la variable mantillo en la distancia 1, durante las estaciones evaluadas.....	84
4.24. Comportamiento de las distancias 4, 5 y 2, durante las estaciones evaluadas.....	85
4.25. Comportamiento de la variable mantillo en las distancias 1, 2 y 3, durante las estaciones evaluadas.....	86
4.26. Diferencias entre las distancias 2 y 3, 4 y 5, durante las estaciones evaluadas.....	87
5.1. Comportamiento de la precipitación pluvial 1995-1996.....	89
5.2. Comportamiento de la variable suelo desnudo en la cobertura basal durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias).....	91
5.3. Comportamiento de la variable suelo desnudo en la distancia 2, durante las estaciones evaluadas.....	93
5.4. Comportamiento de la variable herbáceas durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias).....	96
5.5. Comportamiento de las herbáceas durante las estaciones evaluadas (promedio de las estaciones).....	98
5.6. Comportamiento de los arbustos durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias al agua).....	101
5.7. Comportamiento del mantillo durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias al agua).....	103
5.8. Comportamiento del mantillo en las distancias al agua (promedio de las estaciones).....	105

## INTRODUCCION

Los recursos naturales representan la mayor riqueza con la que cuenta la humanidad, es vital para el hombre conservarlos en estado de utilización y aprovechamiento sustentable por la apremiante razón de que la especie humana necesita satisfacer sus necesidades primordiales que le permitan desarrollarse como sociedad; el hombre ha tomado decisiones extremistas que representan sólo la satisfacción de sus intereses, dañando gravemente a los recursos naturales, afectando al ecosistema, incluso a la biosfera.

En las últimas décadas se ha desarrollado el modelo holístico, que nace de la inquietud del investigador Allan Savory en la región árida del sur de África, observando el efecto de las manadas de animales sobre la costra superficial del suelo, permitiéndole una aireación, así como la adición de materia orgánica de origen vegetal y animal a través de heces y fertilización mineral por el efecto de la orina; este modelo a tocado las puertas de nuestros pastizales, principalmente en Coahuila, que presenta condiciones de aridez y deterioro de los pastizales bastante elevados.

El objetivo general es determinar el impacto en suelo y vegetación por efecto del apacentamiento, utilizando el modelo holístico en el noreste de Coahuila.

Objetivo específico: El impacto animal utilizado como herramienta favorece el establecimiento de nuevas plántulas de herbáceas incrementando la cobertura basal a través del pisoteo, independientemente de la época del año que se trate.

Hipótesis nula: El impacto animal usado como una herramienta no favorece el establecimiento de nuevas plántulas, independientemente de la época del año.

Objetivo específico: El impacto animal utilizado como una herramienta favorece la utilización de todas las áreas del pastizal sin importar las distancias al agua, e incrementa la cobertura basal a través del pisoteo.

Hipótesis nula: El impacto animal utilizado como una herramienta no favorece la utilización de toda las áreas del pastizal existiendo diferencias en las distancias al agua y no incrementa la cobertura basal a través del pisoteo.

## REVISION DE LITERATURA

### Herbivoría

Una de las controversias más persistentes concenientes a las poblaciones ecológicas es la hipótesis del alimento limitado, la cual propone que los herbívoros regulan la abundancia de las poblaciones vegetativas en los ecosistemas y que para la gran cantidad de herbívoros el alimento es limitado, algunos argumentan que los herbívoros son escasos con relación a la cantidad de comida y que tienen poco impacto en las poblaciones de plantas porque sus densidades son controladas por los depredadores o enemigos naturales, así como por el factor tiempo (Vallentine, 1989).

Se desea discutir con la revisión de la literatura consultada, los efectos de la herbivoría, pero enfocada a obtener un beneficio basados en principios ecológicos haciendo uso de los sistemas de apacentamiento utilizados por el hombre, particularmente, el modelo holístico desde el punto de vista del manejador de pastizales.



## Herbivoría y Apacentamiento

Consumo total o parcial de una planta por un consumidor (Vallentine, 1990).

Existen cuatro tipos de consumidores:

- Microbios parásitos de plantas.
- Microbios saprofiticos (consumen tejido muerto).
- Animales apacentadores.
- Animales que consumen plantas completas o propágulos de plantas (semillas).

Las categorías de herbívoros son las siguientes:

- Saprófagos, son detritívoros (consumen material vegetal muerto)
- Biófagos, se dividen en tres grupos que son depredadores, parásitos verdaderos y apacentadores o ramoneadores.

Los depredadores consumen plantas completas o propágulos de plantas, los parásitos son microbios patógenos de las plantas y los apacentadores son típicos, consumen sólo partes de las plantas.

El impacto de la herbivoría se puede observar desde varios puntos de vista:

- Consumo, que tiene que ver con la productividad.
- Intensidad, que está en función de la estructura química de las plantas
- Función, determinada por la interacción depredador - presa.

Para Voisin (1962) el concepto de apacentamiento prácticamente es el encuentro entre la vaca y la hierba.

Coughenour (1991) expone que la herbivoría está en función de la abundancia, la cual se puede dividir en tres áreas:

- Número de animales / unidad de área = densidad de carga.
- Número de animales / unidad de producción de forraje = presión de pastoreo.
- Número de animales/ unidad de área / unidad de tiempo = capacidad sustentadora considerando que existe una relación inversa entre la resistencia al apacentamiento y la producción de forraje.

Relación inversa: menor producción de forraje, mayor resistencia al apacentamiento. Mayor producción de forraje - menor resistencia al apacentamiento. Lo anterior se resume en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Tipos de tallo y su resistencia al apacentamiento.

TIPO DE TALLO	RESISTENCIA AL PASTOREO	CALIDAD DEL FORRAJE	CANTIDAD DE FORRAJE
Vegetativo sin caña	1	1	3
Vegetativo con caña	2	2	2
Reproductivo	3	3	1

El tallo vegetativo sin caña, produce hojas y poca caña, por lo tanto es el de mejor calidad, pero no produce grandes cantidades de forraje; entre más alto sea el número de tallos reproductivos, menor será su resistencia al apacentamiento, debido a que si éstos son removidos la planta puede morir y tendrá que echar mano de otras herramientas para perpetuarse (Coughenour , 1991).

#### Dinámicas Herbívoro - Planta.

Analizando las interacciones herbívoro-planta, se busca establecer bajo que condiciones ocurre el equilibrio de la población y qué clase de factores

afectan su estabilidad local y global. La inestabilidad puede ocurrir por una sobreexplotación de la población de plantas por los animales, los sistemas más estables desarrollan mecanismos para prevenir esa sobreexplotación, esto puede ocurrir cuando las plantas se refugian con ciertos mecanismos como: guardando reservas de carbohidratos, follaje inaccesible, banco persistente de semillas en el suelo, emigración, etcétera y consecuentemente la fecundidad (reproducción) de los animales se ve seriamente afectada por la reducción de la disponibilidad de alimentos (Crawley, 1983).

Cuando los herbívoros son mantenidos en densidades bajas por sus enemigos naturales o se mantienen poco tiempo en un sitio (como sucede cuando se le da descanso en los diferentes sistemas de pastoreo), tienen poco efecto en la condición de las plantas o bien, si el consumo ocurre sólo en un período corto, la planta tiene la oportunidad de restablecerse y sobrevivir. Por otro lado, si los herbívoros no son controlados por depredadores o enemigos naturales y su estancia en tiempo no es limitada, entonces tienen un efecto profundo sobre la condición de la vegetación (Vallentine, 1990).

Sin embargo, como las especies vegetales responden de una forma única a los regímenes de precipitación y presión de apacentamiento es recomendable que se utilice una carga animal moderada (Olson *et al.*, 1985) sin rebasar los promedios recomendados en la región, procurando que

coincidan con las fluctuaciones de la precipitación y no se obtengan efectos dañinos en la cobertura basal.

Por otro lado, se debe reconocer que existe la hierba como tal y también la vaca como ente aislado, pero sobre todo existe la vaca que come la hierba y llega incluso a hacerlo durante ocho meses del año ( Voisin, 1962).

En la planeación de transformaciones ecológicas se requiere trabajar con una unidad básica que es el ecosistema (Luna *et al.* , 1985), antes de proceder a realizar una transformación se requiere definir con la mayor precisión posible el estado inicial de dicho ecosistema y seleccionar el estado meta deseado.

### Sistemas de Pastoreo

Willms *et al.* (1990) evaluaron la respuesta de la vegetación (basados en el concepto clímax) con tiempo controlado del apacentamiento, detectando en los potreros utilizados mayor disponibilidad de fósforo y menores cantidades de materia orgánica y menores cantidades de nitrógeno, en las áreas no utilizadas encontraron mayor producción de tallos, concluyendo que cargas animal altas y altas densidades con un tiempo controlado de utilización pueden conducir a un deterioro del pastizal.

Los resultados del párrafo anterior contrastan con los obtenidos por White *et al.* (1991) cuando utilizaron nueve potreros para simular el sistema de apacentamiento corta duración (CD) comparados con un sistema continuo (SC) durante un periodo de cinco años y concluyen que cargas ligeramente altas utilizando el CD se encuentra un efecto positivo de zacates como el navajita (*Bouteloua gracilis*).

Una preocupación importante de los investigadores cuando utilizan el sistema corta duración (CD) es el patrón y grado de defoliación de las plantas, al respecto Derner *et al.* (1994) evaluaron este patrón comparando al CD con el sistema continuo (SC) utilizando seis potreros de 24 ha para ambos casos con densidades de carga que oscilaron de 0.28 a 0.49 UA/ha, los seis del CD se subdividieron en ocho para tener cuatro ciclos de rotación con un período de utilización de 3-7 días, encontrando que la altura de los zacates disminuye cuando se eleva la carga animal pero no es influenciada por el sistema de pastoreo, bajo las mismas densidades en los dos sistemas la defoliación es similar y utilizando el CD se consumen menos del 10 por ciento de los rebrotes en el ciclo de apacentamiento, así como se tiene un mayor control en la frecuencia y uniformidad de la defoliación de las plantas.

Por otro lado, dentro de un mismo sistema de pastoreo los animales tendrán preferencias sobre algunos zacates. Gillen *et al.* (1990) evaluaron el patrón de defoliación en el CD sobre *Andropogon gerardii* y *Schizachyrium*

*scoparium*, con dos, tres y cuatro ciclos de rotación en un periodo de 152 días de apacentamiento utilizando cargas animal de 1.3 y 1.8 veces más de lo recomendado para esa área, encontrando que los ciclos de rotación no se diferenciaron en el patrón de defoliación, pero al incrementarse el número de periodos de apacentamiento se reduce el porcentaje de tallos defoliados por periodo, pero se incrementa la frecuencia acumulativa de defoliación de los zacates en el ciclo completo de pastoreo (152 días), así como que el *Andropogon* sp. es más defoliado que el *Schizachyrium* sp.

Independientemente de lo anterior, el ganado tendrá sus preferencias como lo explican Cox *et al.* (1990) al encontrar que el zacate *Eragrostis lehmanniana* Ness (introducido) no es preferido por los animales aún y cuando produce tres o cuatro veces más forraje verde que los nativos.

Otro factor importante es el rendimiento o desarrollo que presentarán los animales cuando se utilizan otros sistemas de pastoreo que implican rotación. Se ha encontrado que utilizando el rotacional o el frontal en caso de praderas irrigadas, ofrecen los mismos rendimientos de ganancia diaria de peso que en el continuo, ofreciendo el frontal las mayores ventajas al poder mantener hasta 100 novillos /día /ha ( Volesky *et al.*, 1994 ), sin embargo, en regiones desérticas el factor limitante es el agua.

Se ha investigado también el consumo de nutrientes de los animales en distintos sistemas de apacentamiento, Mckown *et al.* (1991) utilizaron un hato en

465 ha con 16 potreros y 3.7 ha/vaca/año en el sistema rotacional (SR) y 248 ha con el continuo (SC), con 6.2 ha/ vaca/ año, encontrando que en el SC los consumos de proteína cruda fueron mayores que en el SR pero no son diferencias muy significativas ( $P \leq 0.001$ ), considerando que éstas diferencias se pueden atribuir más a la carga animal que al sistema de pastoreo.

Por otro lado, Heitschmidt *et al.* (1987) al evaluar la calidad de la dieta de animales en apacentamiento bajo el sistema continuo (SC) con 5.9 ha/ vaca / año y el rotacional (SR) con 3.7 ha /vaca / año, encontraron que no hay diferencia en la dinámica de las herbáceas entre sistemas; en términos generales de proteína cruda y de materia orgánica digestible siempre fue mayor para el SR que para el SC, concluyendo que las diferencias entre tratamientos principalmente se deben a la diferencia en la carga animal, contrastando estos resultados con los obtenidos por Pitts y Bryant (1987) que además de evaluar la calidad de la dieta, investigaron el comportamiento de los animales en términos de producción y la disponibilidad de forraje, utilizando para el sistema corta duración (CD) 6.6 ha / unidad animal /año y 13.3 ha/ unidad animal /año para el sistema continuo (SC). La carga animal se incrementó a los dos años en forma proporcional y encontraron que no hay diferencias significativas entre sistemas en la proteína cruda y la materia orgánica digestible en dieta ( $P \leq 0.05$ ), así como en la calidad de la dieta ni en la disponibilidad de forraje. En general cuando se ha investigado la composición de la dieta y la calidad de la misma,



las diferencias se atribuyen más a la carga animal que a los sistemas de pastoreo (Walker *et al.*, 1989; Heitschmidt *et al.*, 1987).

Algunos investigadores que basan sus experimentos en el concepto de clímax, consideran que el elevar las densidades y la carga animal contribuyen en mayor grado al deterioro de los pastizales, debido a que el porcentaje de defoliación es muy alto y se pierde materia orgánica, agua por evaporación al perderse la sombra que proporcionan los tallos y pérdida de nitrógeno (Willms *et al.*, 1990).

Por otro lado, se ha investigado la capacidad de captación de agua, Naeth *et al.* (1991) investigaron este parámetro y encontraron que el tamaño de las partículas del suelo disminuye por efecto del pisoteo de los animales, afectando así a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, factor importante para la mayor captación de agua. Así también, se ha concluido por algunos autores que el sistema corta duración (CD) afecta notablemente la composición botánica de los arbustos. Jeffries y Klopatek (1987) que evaluaron la respuesta de los arbustos, encontraron que una área que se encontraba en recuperación por 10 años con exclusión de apacentamiento, otra con apacentamiento moderado por tres años continuos y una tercera con apacentamiento fuerte por 100 años, encontraron que el área de descanso presenta más cobertura de gramíneas y arbustos que los otros sitios, pero en

ésta dominan los arbustos, concluyendo que no existen diferencias significativas entre el área reliquia y la fuertemente apacentada.

En otros aspectos, los animales apacentadores son altamente selectivos, prefiriendo las hojas verdes tiernas sobre los tallos y ramas y este fenómeno se acentúa conforme se incrementa el período de ocupación (Pierson y Scarnecchia, 1987).

Dormaar *et al.* (1989) investigaron las respuestas del suelo al sistema corta duración (CD), utilizando una carga animal alta (0.8 UA/ha) durante cuatro años en un pastizal mediano abierto, encontrando que el mantillo proveniente del pisoteo no es incorporado al suelo en forma significativa y la exposición del suelo a la erosión es mayor usando este sistema, concluyendo que el impacto animal utilizado representa una retrogresión de los pastizales.

En contraste con lo anterior Willms *et al.* (1986) realizaron un experimento similar para evaluar la producción de forraje posterior a una defoliación severa, encontrando que los tallos de los rebrotes son más cortos que los demás, pero la cantidad de estos es mayor que la de los testigos.

## Impacto Animal

### Mineralización.

Los bovinos en general excretan el 95 por ciento del Nitrógeno (N) que consumen y el ganado lechero el 75 por ciento, dependiendo de las cantidades consumidas en la dieta, la proporción de nitrógeno en la orina representa el 43 por ciento y éste se encuentra inmediatamente disponible para ser utilizado por las plantas, lo que indica que a mayores cantidades de animales presentes, mayor la cantidad de nitrógeno adicionado a la superficie del suelo (Witehead, 1970).

Gutman *et al.* (1990) evaluaron el consumo de forraje de los hatos de ganado mantenidos en dos sistemas de pastoreo, uno de ellos durante todo el año y otro por estaciones (ocho meses), observando el consumo de forraje al final de la época de crecimiento (época seca), encontrando variaciones de 2,600 a 3,800 kg/ha, concluyendo que el efecto del apacentamiento no fue significativo, esperando que esto sucederá sólo cuando exista disponibilidad de nitrógeno.

Las raíces de las plantas son los principales agentes que intervienen en el transporte de nutrientes del suelo hacia la parte superior de la planta (Savory, 1980) así estas que han obtenido beneficio de éste, le regresan material en

forma de residuos de cosecha, tallos, yemas, hojas y flores, si esto sucede rápido con la intervención de animales, aves y fauna silvestre durante varios años, este proceso será acelerado favorablemente.

Chaneton y Lavado (1986) investigaron los efectos de la exclusión del apacentamiento de un período de 12 - 16 años en la salinidad del suelo y la cantidad de nutrientes en éste, encontrando que la disponibilidad de nitrógeno (N) y carbono (C) fueron mayores en las áreas utilizadas que en las otras, el fósforo no cambió significativamente entre tratamientos ni entre años, sólo la salinidad se incrementó ligeramente en las áreas utilizadas.

Ralphs *et al.* (1990) evaluaron la respuesta de la vegetación al incrementar las cargas animal (cuatro tipos de cargas animal), las cuales oscilaron entre lo recomendado para el sistema continuo (SC) y hasta 2.5 veces de éste. El tiempo de uso se realizó en ocho potreros para simular el efecto del sistema de corta duración (CD), encontrando que la cosecha en pie de las gramíneas de porte mediano disminuyó al aumentarse la carga animal, acentuándose este efecto durante el otoño, concluyendo así que al aumentarse las cargas animal no se puede mantener la misma producción.

Brady *et al.* (1989) al evaluar el efecto del descanso prolongado (16 años) y la utilización (áreas apacentadas) sobre la respuesta de la vegetación, encontraron que si existe diferencia en la cobertura total de la vegetación,

siendo mayor en las áreas utilizadas que en las áreas de descanso, pero atribuyen estos resultados a cambios cíclicos en la vegetación.

Hart *et al.* (1993) evaluaron la densidad de carga, frecuencia e intensidad de la defoliación con dos sistemas de pastoreo (continuo y corta duración), dos tipos de carga animal (moderada, con un novillo/ 3.0 ha y severa con 1 novillo/ 2.25 ha), dos poblaciones de zacate (*Bouteloua gracilis* y *Pascopyron smithii*), concluyendo que las estrategias de apacentamiento no tuvieron efecto en la frecuencia del consumo, no existe efecto negativo en la composición botánica de las plantas y que la carga animal tiene mayor efecto potencial que los sistemas de pastoreo para afectar la defoliación y la composición botánica de las especies. Así, la desaparición de forraje por área por animal por día no es afectada por la carga animal en forma considerable, ya que no se puede determinar con exactitud si la pérdida de herbáceas o forraje es el resultado de un alto consumo de forraje por el animal o pérdida de forraje no consumible (Brummer *et al.*, 1988).

Taylor *et al.* (1993) evaluaron dos sistemas de pastoreo y su efecto en la composición botánica y la producción de forraje durante cuatro años con 14 días de uso y 84 de descanso (Alta Intensidad Baja Frecuencia), siete días de uso y 42 de descanso (corta duración; CD) con una carga animal fija (10.4 ha / UA) en un solo hato con siete potreros, concluyendo que no existe diferencia significativa en la producción primaria neta aérea entre los tratamientos, pero si

entre años, así como el CD no promovió la sucesión secundaria de zacates cortos a medianos, contrastando con el alta intensidad baja frecuencia.

### Comportamiento del Animal

Los distintos sistemas de pastoreo conducen a un cambio en el comportamiento de los animales; cuando son comparados el continuo (SC) con cualquiera de los rotacionales (SR) se observan dichos efectos. Walker y Heitschmidt (1989) realizaron esta comparación utilizando 248 ha con 5.9 ha/vaca/año para el SC, para el SR fueron de 16 potreros en una área de 465 ha con divisiones de 30 y 10 ha con 3.6 ha /vaca/año, encontrando que en los potreros de 30 ha los animales requieren menos tiempo en la búsqueda de alimento que en los de 10 ha y el SC debido a la uniformidad de los potreros y al espacio disponible para hacerlo, no se encontraron variaciones en el tiempo dedicado a descansar o rumiar. La uniformidad de los potreros que están correctamente divididos disminuye el tiempo de búsqueda de alimento por los animales y hace más uniforme el consumo, lo que se presenta con mayor frecuencia en los sistemas rotacionales intensivos como el corta duración (CD).

La utilización de los potreros por el animal es uniforme en el CD, aunque en al inicio del apacentamiento el ganado presente preferencia por al área cercana al bebedero, la cual desaparece paulatinamente, observándose al final una utilización completamente uniforme, la cual se presenta aproximadamente en el día cinco de la utilización (Irving *et al.*, 1995).

Ganskop y Rose (1992) evaluaron la frecuencia de utilización en zacates cespitosos y de porte mediano de la especie *Agropyron desertorum*, encontrando que existe una relación inversa entre el tamaño del área basal y la producción de forraje por unidad de área, concluyendo que las plantas de porte mediano (75 cm<sup>2</sup>) son más visitadas por el animal que las de porte mayor (95 cm<sup>2</sup>); la selección de forraje entre herbáceas anuales, perennes y arbustos no es significativa durante el apacentamiento, sólo disminuye un poco la presencia de arbustos en la dieta cuando el período de utilización aumenta (Kirby y Parman., 1986), sin embargo, sí existe preferencia por los rebrotes más tiernos, luego los tallos y demás partes de la planta, bajo cualquier sistema de pastoreo (Pierson y Scarnecchia., 1987).

Debido al comportamiento forrajero de los animales, éstos tienden a ser optimizadores de consumo a través de la experiencia en el apacentamiento, procurando eficientar más el consumo y aprovechamiento del forraje que consumen cuando sea menor el número de las mordidas que tengan que realizar para obtener una tasa óptima de consumo (Voisin, 1962). Este fenómeno puede ser resumido como que el consumo de forraje está en función del tamaño del forraje; a mayor tamaño de forraje, menor tamaño de la mordida; a mayor tamaño de forraje, menor el número de mordidas y a mayor tamaño de forraje, mayor la tasa de ingestión.

Considerando los puntos anteriores, resulta necesario encontrar el óptimo de utilización y esperar la mejor respuesta tanto de los animales como de la vegetación y el suelo. Hart *et al.* (1988) investigaron el efecto de la presión de apacentamiento en diferentes sistemas para observar el efecto del ganado, vegetación y utilidad económica, utilizando el sistema continuo (SC) durante toda la estación de crecimiento, el sistema rotacional diferido (RD) con cuatro potreros (tres en uso y uno en descanso a partir de septiembre y hasta la próxima estación) y el sistema corta duración (CD) con ocho potreros subdivididos en rotación. Las cargas animal se encontraron entre 19 y 81 novillos/día/ tonelada de forraje producido, encontrando que la cobertura ocupada por mantillo responde a la carga animal, pero la cobertura basal de la vegetación es afectada sólo por los años, las ganancias de peso de los animales disminuyen cuando se aumenta la carga animal, concluyendo que la mejor carga animal con relación al beneficio-costos fluctúa entre el 60 y el 80 por ciento de lo que recomienda el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos.

Así mismo, la producción primaria neta sobre la superficie del suelo es mayor en potreros que fueron utilizados con el CD que cuando se excluye la presencia de los herbívoros (Heitschmidt *et al.* , 1982a).

Belsky (1986) en su revisión sobre los efectos del apacentamiento de los herbívoros, habla de tres aspectos fundamentales, que son el crecimiento



compensatorio, curva de optimización del herbivorismo y la aptitud compensatoria.

Crecimiento Compensatorio.

¿Cómo se da la respuesta de las plantas al apacentamiento, por individuo o por población? Belsky (1986) considera:

- **sobrecompensación:** ocurre cuando el peso seco acumulado, incluyendo el que se remueve, es mayor que el peso seco de las plantas no consumidas.
- **sub compensación:** ocurre cuando el peso seco acumulado de las plantas removidas es menor que las plantas no consumidas.
- **indiferente:** Ocurre cuando los pesos secos acumulados son iguales en ambas.

En esta explicación denotaríamos que existe un óptimo de utilización en el cual los herbívoros tienen efecto positivo en la producción primaria neta (sobrecompensación), posterior a este óptimo ocurre un efecto negativo del impacto de la intensidad de utilización en la producción primaria neta (subcompensación).

A este respecto Patten (1993) en su revisión de artículos científicos, considera que la teoría de la optimización de los herbívoros y la sobrecompensación de las plantas como respuesta al apacentamiento, no son suficientes para sostener esa teoría y determinar esas respuestas en las plantas. Así mismo, Bartolome (1993) considera que el crecimiento compensatorio de las plantas puede realizarse sólo en praderas altamente productivas y con una intensidad de manejo fuerte, lo que no sucede en las regiones semiáridas como son en las que se realizó este estudio.

Price *et al.* ( 1991 ) explican en su revisión acerca de la respuesta de las plantas a la herbivoría, que existen respuestas compensatorias positivas en diferentes aspectos, tales como la variación intraespecífica de las especies expuestas a esta, así como: época de la herbivoría, disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de agua, disponibilidad de luz, influencia de la competencia, interacción de factores, tamaño de la planta, y tipo de tejido, perdido o defoliado.

Voisin (1962) hace énfasis en que cuando se piense en la vaca no se deben olvidar las necesidades de la hierba pratense y al examinar a ésta, pensar siempre en las necesidades de la vaca, ya que satisfaciendo estas necesidades se consigue un apacentamiento racional, considerando además que una planta pratense es una planta capaz de almacenar en sus raíces y en las bases de sus tallos, varias veces durante un año, las reservas suficientes que le permitan obtener un nuevo rebrote después de cada utilización.

### Época de Apacentamiento.

El tiempo y el estado fenológico de las plantas al momento de ocurrir la defoliación, es el efecto más importante que afecta la compensación. Si la defoliación (a través de la herbivoría) ocurre en períodos críticos tales como, la etapa de crecimiento (llamada de crecimiento) o durante la etapa de semillamiento, puede presentarse una muy baja compensación. La interacción del tiempo y la intensidad de apacentamiento (herbivoría) influyen el grado de compensación de las plantas; una defoliación del 67 por ciento puede ser dañina para las plantas, esto puede ocurrir principalmente si el sistema de apacentamiento utilizado no le otorga a las plantas el tiempo necesario para recuperarse y si por otro lado, los animales tienen la oportunidad de consumir el rebrote de la planta que habían consumido con anterioridad, estos preferirán consumir el rebrote de esa planta, aún teniendo a un lado una planta de la misma especie, lo cual si tendrá un profundo efecto negativo sobre esa planta debido principalmente a que no se tomó en cuenta la primera y segunda ley universal del apacentamiento propuestas por Voisin (1962), en los años cincuentas, que explican, en forma condensada los períodos de uso y recuperación óptimos del pastizal de la forma siguiente:

Primera ley: para una planta que fue alcanzada por el diente del animal, en un período de apacentamiento, se le debe proporcionar el tiempo suficiente

para que ésta alcance a cubrir su llamada de crecimiento y restablezca sus reservas nutricionales, antes de ser alcanzada nuevamente por el diente del animal (períodos de recuperación).

Segunda ley: los períodos de estancia de los animales en una área determinada, no deben prolongarse lo suficiente, como para que el diente del animal logre consumir el rebrote tierno de la planta que consumió con anterioridad (períodos de uso).

Los períodos de uso y recuperación, varían año con año y de estación a estación, debido a que las plantas presentan períodos de recuperación rápida y lenta, que se presentan generalmente en las estaciones de primavera y verano (período de recuperación rápida) y otoño e invierno (períodos de recuperación lenta), los cuales son bastante marcados para las regiones desérticas y semidesérticas (Savory, 1980).

Zhang y Romo (1995) evaluaron el impacto de una severa defoliación (71 por ciento) durante la estación de crecimiento en el zacate triguillo (*Agrpyron dasystachyum* Hook. ) y su efecto en la producción de tallos, encontrando que se obtiene una rápida recuperación dentro de la época de crecimiento aumentando su cobertura basal, siendo menor en el período de dormancia y es dañino cuando la defoliación se presenta posterior al rebrote de los nuevos tallos.

resistencia al impacto de los animales (Warren *et al.*, 1986a); independientemente de que la tasa de infiltración de agua se reduzca por efecto del apacentamiento severo aunque no significativamente (Pluhar *et al.*, 1987).

En un estudio, Shariff *et al.* (1994) evaluaron los efectos de la intensidad del apacentamiento en la mineralización de nutrientes y la descomposición del forraje no utilizado, concluyendo que la norma de apacentamiento es: toma la mitad, deja la mitad. Aún y cuando se encontró este resultado, no se observó efecto negativo al utilizar un sistema de corta duración lo cual amplía el margen de utilización de forraje sin deterioro para el suelo. Con respecto al grado de utilización del forraje disponible, existe mayor uniformidad y frecuencia en el sistema de corta duración (CD) que con el sistema continuo (Briske y Stuth., 1982).

### Disponibilidad de Agua

Existe una respuesta diferente entre las especies nativas e introducidas a los efectos de la precipitación, tanto como a los efectos climáticos (Martín *et al.*, 1995 ; Willms *et al.*, 1996).

Naeth *et al.* (1991) investigaron el impacto del apacentamiento con respecto al contenido de agua en el suelo y concluyeron que existe efecto negativo al llegar a reducir considerablemente su contenido sea cualesquiera el

sistema utilizado, acentuándose éste durante el verano cuando la evapotranspiración es muy elevada; sin embargo, este fenómeno no es tan grave cuando la vegetación en pie se incrementa promoviendo la estabilidad del suelo (Pluhar *et al.* , 1987); lo mismo sucede cuando es utilizada una tercera parte del forraje disponible en la cercanía a las áreas con ríos, siendo más notorio cuando existe uso y recuperación, no un descanso prolongado en tiempo (Bohn y Buckhouse, 1985).

Lo anterior se debe principalmente a que el efecto del pisoteo es muy fuerte pero no es prolongado en tiempo y las grandes cantidades de heces y residuos de forraje no utilizado proporcionan sombra que disminuye el efecto de la evapotranspiración. Así se considera al descanso del pastizal más importante que la intensidad de uso para lograr la estabilización hidrológica del suelo (Warren *et al.*, 1986); por otro lado, la compactación negativa del suelo se debe más a la textura de los suelos que al sistema de pastoreo utilizado, lo cual no afecta considerablemente su densidad aparente (Harven, 1983).

Si no existe una cobertura basal residual no es posible permitir la infiltración de las próximas lluvias y por lo tanto, se imposibilita que el suelo pueda llegar a su capacidad de campo (Naeth y Chanasyk, 1995) y puede ser utilizado un 25 a 30 por ciento del forraje presente a través del apacentamiento sin afectar la producción y hasta un 60 por ciento sólo se verá afectada la producción en un 10 a 12 por ciento (Milchunas *et al.*, 1994) .

Mccalla *et al.* (1984) evaluaron el efecto del apacentamiento de varios sistemas de pastoreo entre el corta duración (CD), continuo moderado (CM), continuo total (CT) y la exclusión, por un período de hasta 26 meses, sobre las tasas de infiltración y concluyeron que la exclusión presenta los más altos índices de infiltración.

### Disponibilidad de Luz

Se sabe que bajos niveles de luz en las plantas apacentadas provocan una baja compensación. Las plantas que crecieron en la luz tuvieron un efecto compensatorio mayor que las plantas que crecieron en sombra, aunque, en apariencia tienen el mismo nivel compensatorio, que las que crecen en luz.

Estos efectos se pueden deber a que este factor (luz) no se puede manipular directamente, pero sí indirectamente, a través del manejo del apacentamiento dirigido a fomentar el crecimiento de las plantas que más sean de interés por su valor o por presentar mejores características de resistencia al apacentamiento, así como una tasa alta de reposición de tejido foliar y si entre otros factores se le proporciona el tiempo suficiente para recuperarse, probablemente se reducirá la influencia de este factor tan importante (Brown y Allen, 1989).

## Influencia de la Competencia

Se ha encontrado que el efecto compensatorio de plantas invasoras es mayor en la ausencia de plantas forrajeras (cuando éstas son consumidas), que cuando las plantas forrajeras estaban presentes, es decir, que cuando se presentó el apacentamiento se le dio la oportunidad de crecer a las plantas invasoras (Blesky, 1986).

Si bien es cierto que sucede este efecto, se puede manipular la herbivoría hacia el incremento de la emergencia de nuevas especies que promuevan una mayor diversidad biológica y por ende mayor estabilidad al ecosistema, la presencia de especies no tan preferidas o invasoras no representa mayor problema cuando el principal problema en los sistemas de pastizales es la desertificación, con esto se promoverá que exista cubierta vegetal y se estarán acelerando los procesos ecológicos propios del ecosistema, tales como, biodiversidad y emergencia de nuevas plantas (Savory, 1980).

A este respecto Heitschmidt y Stuth (1991) opinan que la respuesta de las plantas a una defoliación severa o no, dependerá de los mecanismos de defensa que esta halla desarrollado para contrarrestar este efecto.



### Interacción de Factores

Los factores externos de disponibilidad de nutrientes, tiempo o época de la herbivoría y la competencia, afectan directamente el crecimiento de las plantas y la probabilidad de respuestas compensatorias, las probabilidades de sobrecompensación aumentan con el incremento en la disponibilidad de nutrientes, disminución de la competencia y un apacentamiento temprano (no en fase madura).

Los cambios en la estructura poblacional van paralelamente unidos a la disminución o aumento de la disponibilidad de recursos dentro del ecosistema; consecuentemente las plantas más resistentes al apacentamiento utilizarán una mayor proporción de los recursos disponibles (Caldwell *et al.*, 1987).

### Efecto del Tamaño de la Planta

En plantas compuestas se encontró que las de mayor tamaño tuvieron un efecto compensatorio en la reposición de las semillas (100 por ciento), cuando les fue removida la inflorescencia, con respecto de plantas de menor porte, que sólo repusieron el 50 por ciento de sus semillas perdidas en la defoliación.

Como el tamaño de la planta está relacionado con el tamaño del sistema radical, las plantas de menor tamaño pueden, por diversos factores, no tener

defensas suficientes para tener una sobrecompensación a la defoliación, por efecto de la homeostasis, debido a que las plantas muy pequeñas, su sistema radical puede morir en su totalidad si el efecto de la defoliación es muy fuerte y si la planta aún no ha desarrollado raíces adventicias o mecanismos de reproducción al momento de sufrir la defoliación y si se presentan factores climáticos adversos, como sequía prolongada; este tipo de plantas se verán más afectadas que las de mayor porte (Hatings y Turner, 1980).

Schuster (1964) realizó una interesante investigación para determinar el desarrollo de la raíz de las plantas nativas en los Estados Unidos bajo tres intensidades de utilización, concluyendo que el peso y tamaño del sistema radical de las plantas se reduce invariablemente del sistema utilizado. en general, resultaron menos afectadas las plantas de porte mediano esta reducción está más inclinada al grado de uso que reciben las especies, así mismo la subdivisión de los potreros en células más complejas incrementan significativamente el número y densidad de animales por potrero, existiendo mayor presión cerca del centro de las mismas (Walker y Heitschmidt, 1986)

Clary (1995) investigó el efecto de la defoliación, compactación del suelo y el reciclaje de nutrientes en plantas riparias (*Agrostis stolonifera* L. y *Carex* spp. L.), encontrando que las defoliaciones severas en las épocas críticas mayores al 30 por ciento de utilización pueden reducir significativamente la

producción de biomasa debido al lento reciclaje de nutrientes, así como que la compactación es muy marcada posterior a la defoliación.

Si al final del período de utilización en los potreros existe suficiente material vegetativo, este dará protección al suelo y permitirá un rápido rebrote y por lo tanto un mayor vigor en las plantas (Cassels *et al.*, 1995), sólo que si es demasiado el forraje remanente se reducen los aumentos de peso de los animales que lo utilizan; por otro lado, Bari *et al.* (1995) investigaron la cantidad de fitomasa residual necesaria para reducir la erosión en la región árida de Pakistán, encontrándose que se requieren 3, 024 kg/ha para reducirla al máximo nivel que da protección a suelo y semillas residuales.

### Tipo de Tejido Perdido

Dentro de una población de plantas, numerosos herbívoros seleccionan sus alimentos de ciertos tejidos de las plantas, lo cual tendrá repercusión en el gradiente de respuestas compensatorias, que pueden ser positivas o negativas, por ejemplo: cuando una larva de lepidóptero consume la porción central de la roseta basal de una planta bianual (*Juninea mollis.*), la planta presenta una sobrecompensación, produciendo una cantidad de semillas tres veces mayor que de costumbre, en cambio cuando es consumida la flor en el receptáculo de la cabezuela, sufre una subcompensación produciendo menor cantidad de semilla.

El ejemplo anteriormente citado se refiere a insectos, si bien dañaron a alguna planta y beneficiaron a otra en su respuesta compensatoria, en el ecosistema es más conveniente que existan grandes poblaciones de insectos, que si bien algunos serán benéficos para algunas plantas y para otras no, la selección natural equilibrará el control de los mismos organismos presentes y si a través de la herbivoría se quiere proporcionar la facilidad para que esto se lleve a cabo se tendrá que hacer uso de herramientas como el impacto animal, descanso, controlando el tiempo y la intensidad de la defoliación, fuego, etc., tomando muy en cuenta que los objetivos y las metas sean ecológicamente satisfactorias, económicamente factibles y técnicamente realizables (Savory, 1980).

El crecimiento compensatorio de las plantas puede ser un proceso ecológico importante que minimiza la reducción de la productividad primaria en proporción directa a la severidad de la defoliación, en la cual algunas especies y sistemas obtienen la adecuada combinación de las variables ambientales (Briske, 1993).

Si bien, la herbivoría refleja resultados benéficos en algunas plantas, se puede manipular al herbívoro para que resulten beneficiadas las plantas que el manejador de pastizales considere más óptimas para el sostenimiento de los niveles productivos de los animales y promover la estabilidad del ecosistema (Bartolomé, 1993).

Por otro lado, si los animales consumen material viejo seco es porque el pastizal no le ofrece otra alternativa, ya que los animales son selectivos y esto indica que el mismo animal agotó las plantas verdes, debido a que ha tenido la oportunidad de consumir los rebrotes de las plantas anteriormente consumidas, esto sucede cuando no se manipula la frecuencia, intensidad y época (tiempo) de la defoliación. La sobrevivencia de los animales depende de la calidad y la cantidad de plantas disponibles de ser consumidas (Crawley, 1983).

Una de las diferencias más importantes en los sistemas de interrelaciones depredador-presa (herbívoro - planta), es la gran importancia de los cambios en la calidad de la alimentación de los herbívoros. La composición química de los diferentes herbívoros y sus tejidos son relativamente uniformes en su composición y una alta proporción de su masa es digestible, por otro lado los tejidos de las plantas contienen grandes cantidades de sustancias indigestibles, tales como: celulosa, lignina y otros tienen además, concentraciones variables de aminoácidos, atrayentes, repelentes y químicos tóxicos (Brown y Allen, 1989).

Briske y Heitschmidt (1991) mencionan que para explicar lo anterior puede basarse en el dilema ecológico que se basa en lo siguiente:

En los sistemas pastoriles existe la inhabilidad de optimizar simultáneamente la intercepción y conversión de energía solar en energía

química por los productores primarios y la eficiencia de cosecha por los herbívoros. Este dilema tiene validez, pero no bajo ciertas condiciones de apacentamiento óptimo; cuando las plantas están realizando su llamada de crecimiento, se encuentran en el estado de mayor eficiencia de captura y conversión de la energía, si se remueve el follaje a través del apacentamiento, en ese estado fisiológico se afectará considerablemente la tasa de eficiencia de captura y conversión del próximo período de crecimiento, pero si se remueve el follaje en un período anterior a la floración, después de haber completado su llamada de crecimiento, se aprovechará al máximo la eficiencia de cosecha por los herbívoros y no se afectará la tasa de eficiencia de captura y conversión de energía del próximo período.

Los factores anteriormente mencionados pueden lograrse si, al realizar un apacentamiento el manejador tiene el conocimiento y el cuidado necesarios para lograr ese objetivo. La superficie foliar de las plantas puede manipularse indirectamente con la cantidad de área foliar remanente después de una defoliación.

La recuperación de las plantas anuales dependerá de su follaje remanente y muy poco de sus reservas de carbohidratos, por lo que se puede apacentar con intensidad, ya que no importa su estado al final del ciclo productivo por ser anual. Lo que no sucederá con la planta perenne, que interesa que al final del ciclo productivo esté en condiciones de almacenar

nutrientes, principalmente carbohidratos. Debido a que la intensidad del apacentamiento afecta la actividad enzimática, principalmente en los meses de invierno, así también la presencia de carbono es más alta en las áreas que son altamente apacentadas (Dormaar *et al.*, 1984 )

Stoddart y Smith (1943) explican que las plantas normalmente producen alimentos a una velocidad más rápida en el inicio y final de la primavera, cuando éstas tienen sus tejidos jóvenes y están activas, lo que no sucede en otras estaciones, posterior a este período la planta acumula nutrientes con la finalidad de prepararse para la próxima estación de crecimiento y estar en condiciones de reproducir a la especie (las formas de almacenar nutrientes varía con las especies, las anuales depositan sus nutrientes en la semilla y las perennes en la corona de la raíz), estos conocimientos pueden ayudar a eliminar las especies que se consideren de menor valor en el pastizal como las escobillas y otras indicadoras de disturbio y consecuentemente promover el establecimiento de otras que se consideren más valiosas, si se apacenta a las menos valiosas (indeseables) en los períodos de crecimiento rápido (cuando apenas están realizando la llamada de crecimiento) y tienen pocos nutrientes almacenados, se promoverá la disminución de la densidad de esa especie o bien su desaparición del pastizal con el paso del tiempo.

Brown y Allen (1989) consideran que los investigadores han estado realizando trabajos en distintos aspectos y el nivel en el que se hacen no es el

adecuado, algunos consideran que se debe evaluar la planta individualmente y otros a la comunidad, lo cual crea confusión. Consideran que en el nivel en el que se realizó el estudio, en ese mismo nivel deben interpretarse los resultados del mismo nivel, es decir que si se evalúa al individuo, se deben interpretar los datos sobre el individuo y no sobre toda la comunidad de plantas.

A este respecto McNaughton (1993) concluye en su revisión de artículos de herbivoría que, la investigación ecológica a tenido diferencias significativas, así como similitudes en sus resultados sobre los aspectos de sistemas de pastoreo desarrollados por el hombre y como el uso inadecuado conduce a una sobreutilización, también es considerable la evidencia de que algunas plantas se han beneficiado a través de usos moderados, así como la presencia racional del herbívoro en apacentamiento incrementa la productividad primaria.

Tohill y Dollerschell (1990) realizaron una revisión al concepto de la sociedad americana sobre el uso de las tierras públicas en los EUA, iniciando por los años 30's, cuando se consideró que el deterioro de los pastizales se debería de detener con la eliminación del apacentamiento, o bien reducir al mínimo las cargas animal en las tierras públicas, sin embargo ellos consideran en sus notas que el manejo de pastizales envuelve las interacciones de distintas herramientas tales como, el impacto animal, altas densidades de carga, periodos de uso y recuperación, etc. y la colaboración del hombre, siempre en



interacción, siendo así que la crianza de ganado para la producción de alimentos es un componente indispensable del ecosistema.

Painter y Blesky (1993) han sido tajantes en sus conclusiones sobre la teoría de la sobrecompensación y la optimización de los herbívoros, al considerar que ésta ha servido como justificante para elevar las cargas animal, así como las presiones de apacentamiento en los pastizales del norte de América. Considerando además que los científicos han tenido fallas en la interpretación de resultados y conclusiones de sus investigaciones.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del Área de Estudio

#### Ubicación del Proyecto

El presente proyecto de investigación se realizó en el predio Tierritas, que se encuentra ubicado en la colonia ganadera Venustiano Carranza, municipio de Sabinas, Coahuila, la cual se localiza hacia el norte de la ciudad de Nueva Rosita, Coah., a los 26 km transitando por la autopista Nueva Rosita-Allende de sur a norte y por el lado poniente se encuentra la entrada a dicho rancho, a la altura de la cuesta de las codornices, la representación gráfica del área de estudio se presenta en la figura 3.1.

El casco del rancho Tierritas se localiza a los 28° 07' 55" latitud norte y los 101° 03' 45" longitud este, presentando altitudes variables de 400 a 500 msnm.

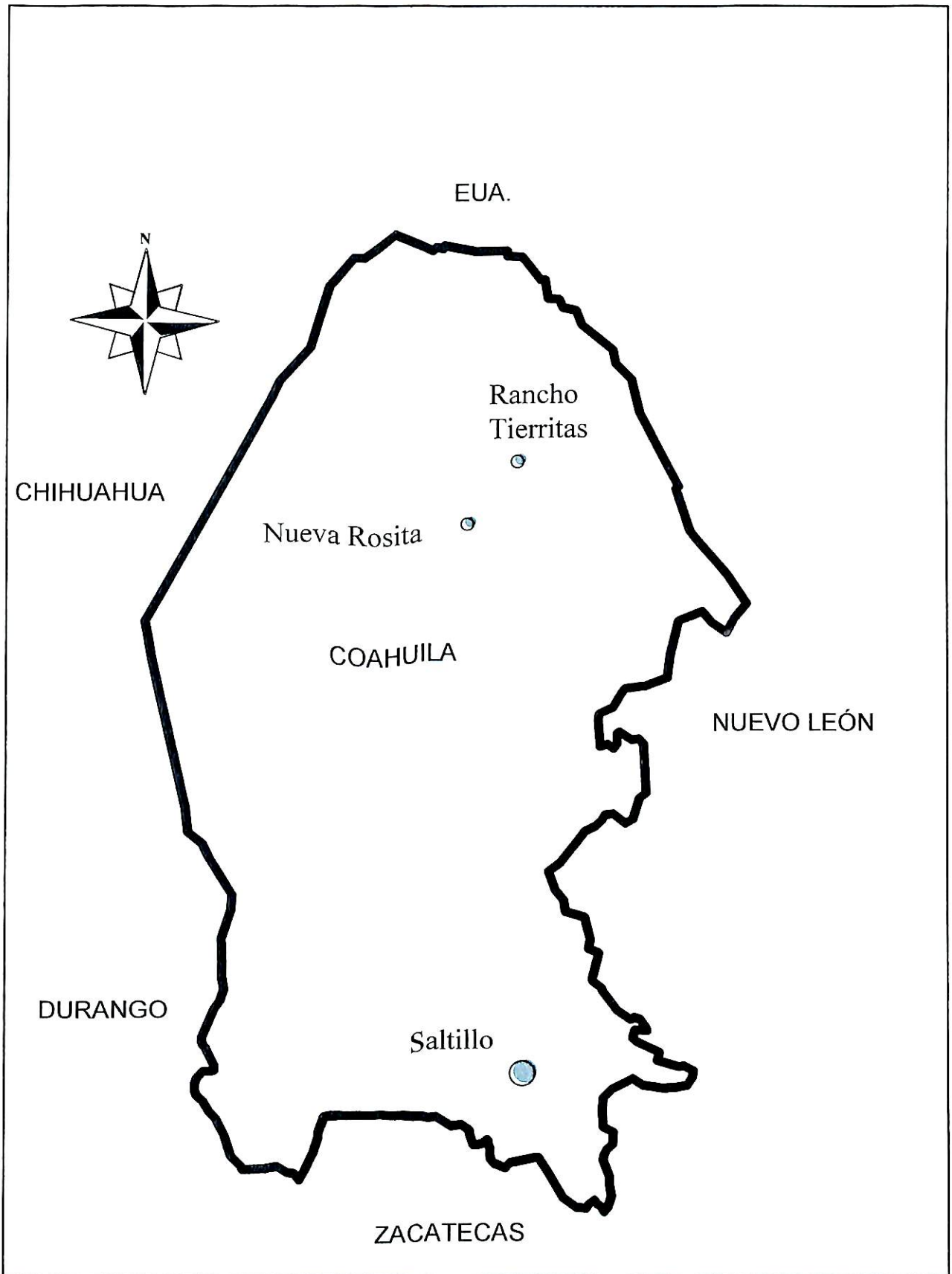


Figura 3.1. Ubicación del rancho Tierritas.

## Suelos

Los suelos se caracterizan por ser poco profundos (0 a 50 cm o más), pertenecen a las clases V y VI, estos suelos son utilizados como pastizal natural; el rancho presenta pendientes entre cero y 18 por ciento, con erosión hídrica moderada.

## Topografía

Presenta topografía ondulada o suavemente quebrada con texturas que varían de migajón arenoso, franco arenoso a franco arcilloso, con pedregosidades y rocosidades de cero a ocho por ciento. El suelo presenta un pH de 8.4, el cual es fuertemente alcalino (UNAM, 1970a ; COTECOCA, 1979).

## Análisis Físico - Químico del Suelo

En el Cuadro 3.1. se presenta el análisis físico- químico del suelo del área de estudio.

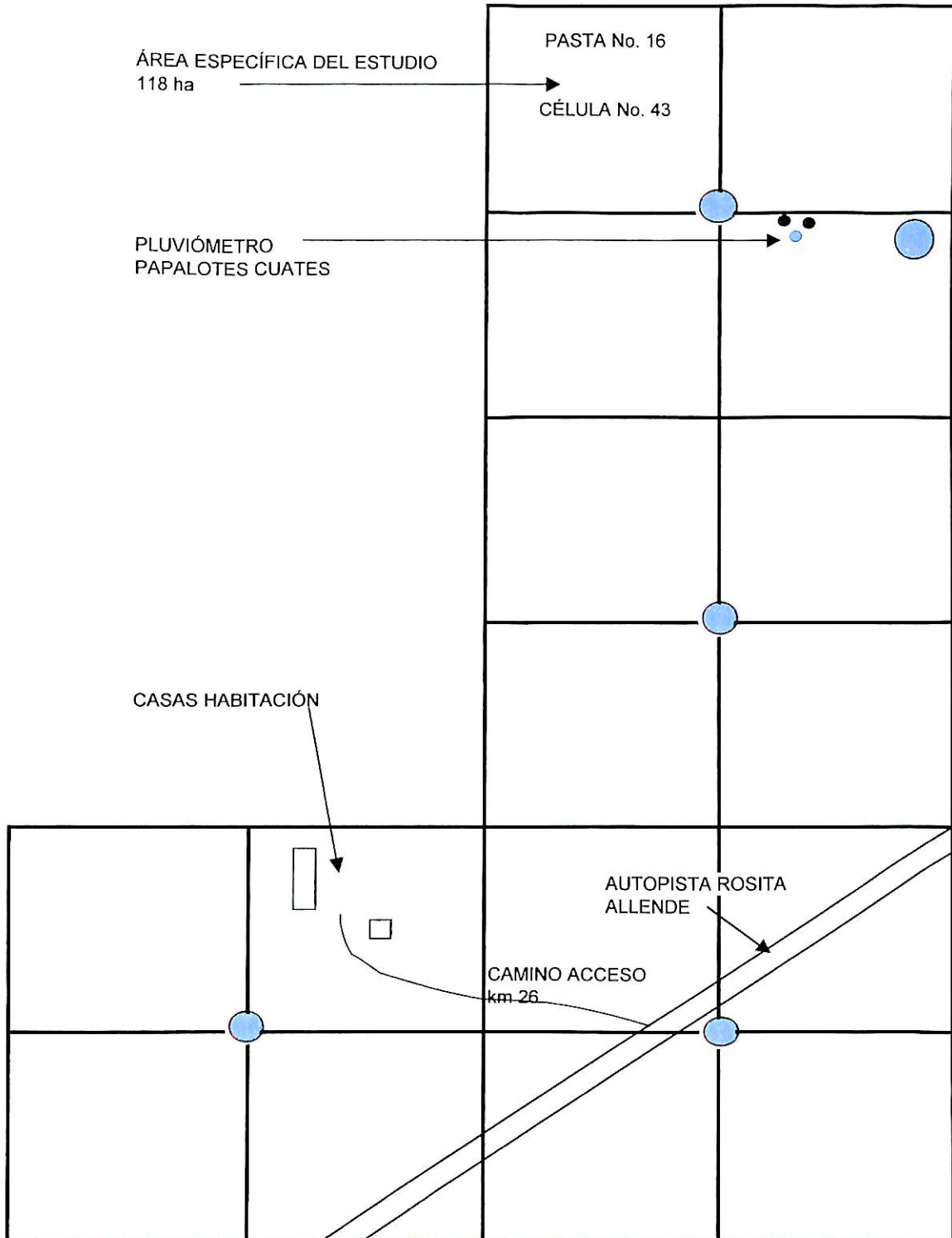


Figura 3.2. Croquis del rancho Tierritas, municipio de San Juan de Sabinas, Coahuila.

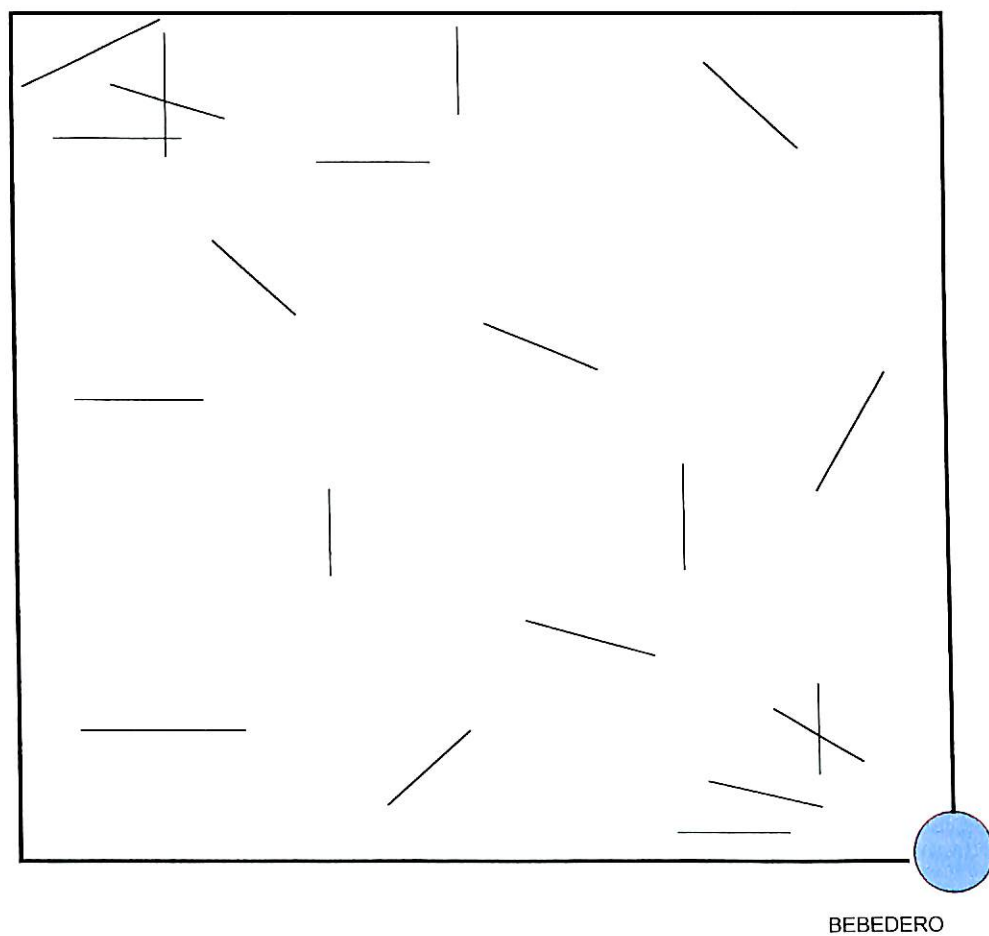


Figura 3.3. Ubicación específica del área de estudio y ubicación imaginaria de las líneas de puntos; pasta 16, célula 4 del rancho Tierritas, Mpio. de San Juan de Sabinas, Coahuila

Cuadro 3.1. Análisis físico-químico del suelo del área de estudio, rancho Tierritas.

DETERMINACION	CONTENIDO	DICTAMEN
Materia orgánica (%)	0.47	Muy pobre
Nitrógeno aprovechable kg / ha	11.28	Pobre
Fósforo aprovechable kg / ha	36.9	Mediano
Potasio intercambiable kg / ha	127.5	Muy pobre
Reacción ( pH) 1:2	8.4	Fuertemente alcalino
Carbonatos totales (%)	90.5	Muy alto
C.E. (milimhos / cm)	1.0	Suelo no salino
Textura	_____	_____
Arena (%)	74.8	Migajón arcilloso
Limo (%)	14.0	_____
Arcilla (%)	11.2	_____

### Clima

Según las modificaciones realizadas por García (1978) a la clasificación de Köeppen, la fórmula climática del área de estudio corresponde a un Bsohw' (x') (e'), el cual se describe como un clima de tipo seco semi cálido o semi árido (UNAM, 1970 a).

### Temperatura y precipitación

El área de estudio se encuentra comprendida entre las isoyetas de 400 a 500 mm, con lluvias intermedias repetidas en los meses de abril a junio y de agosto a octubre y entre las isotermas de 20 a 22° C como media anual, presenta un período libre de heladas entre los meses de marzo a octubre (UNAM, 1970 b; COTECOCA, 1979). Las precipitaciones de los años 1995 y 1996, que se presentaron en el área de estudio, fueron registradas en el lugar conocido como los Papalotes Cuates, donde se encuentra ubicado un pluviómetro, muy cercano al área de interés (aproximadamente 450 m). Los datos se presentan en las Figuras 3.3. y 3.4.

Se escogió levantar los datos de la precipitación pluvial en este lugar por su cercanía al área de estudio, otorgando este pluviómetro mayor certidumbre sobre los mismos datos; cabe mencionar que el pluviómetro oficial de la Comisión Nacional del Agua, se encuentra ubicado a varios kilómetros de distancia del área de estudio.

### Tipo de vegetación

COTECOCA (1979) determina que el área de estudio se encuentra ubicada en el sitio DbK 51, que corresponde a una vegetación de tipo matorral mediano espinoso, vegetación localizada en el noreste y este del estado de



Coahuila, las especies más representativas de este sitio se presentan en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Especies más representativas del sitio DbK51 (área de estudio)

Nombre común	Nombre científico
Guajillo	<i>Acacia berlandieri</i>
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa (torr). Cockll.</i>
Chaparro prieto	<i>Acacia rigidula benth</i>
Huizache	<i>Acacia farnesiana (l.) Willd</i>
Gatuño	<i>Acacia greggii Gray</i>
Guayacán	<i>Portieira angustifolia (Englem. ) Gray.</i>

#### Ubicación específica

Se determinó escoger la pasta número 16 del rancho debido a que presentaba las condiciones físicas adecuadas para la realización del estudio, específicamente a que dentro de su superficie (118 ha), no existen cuerpos de agua internos que atrajeran a los animales a apacentar esa área determinada, existiendo un solo bebedero; así mismo presenta sitios accidentados, valles y pendientes, comunes en los pastizales de la región y con presencia de las plantas mencionadas anteriormente.

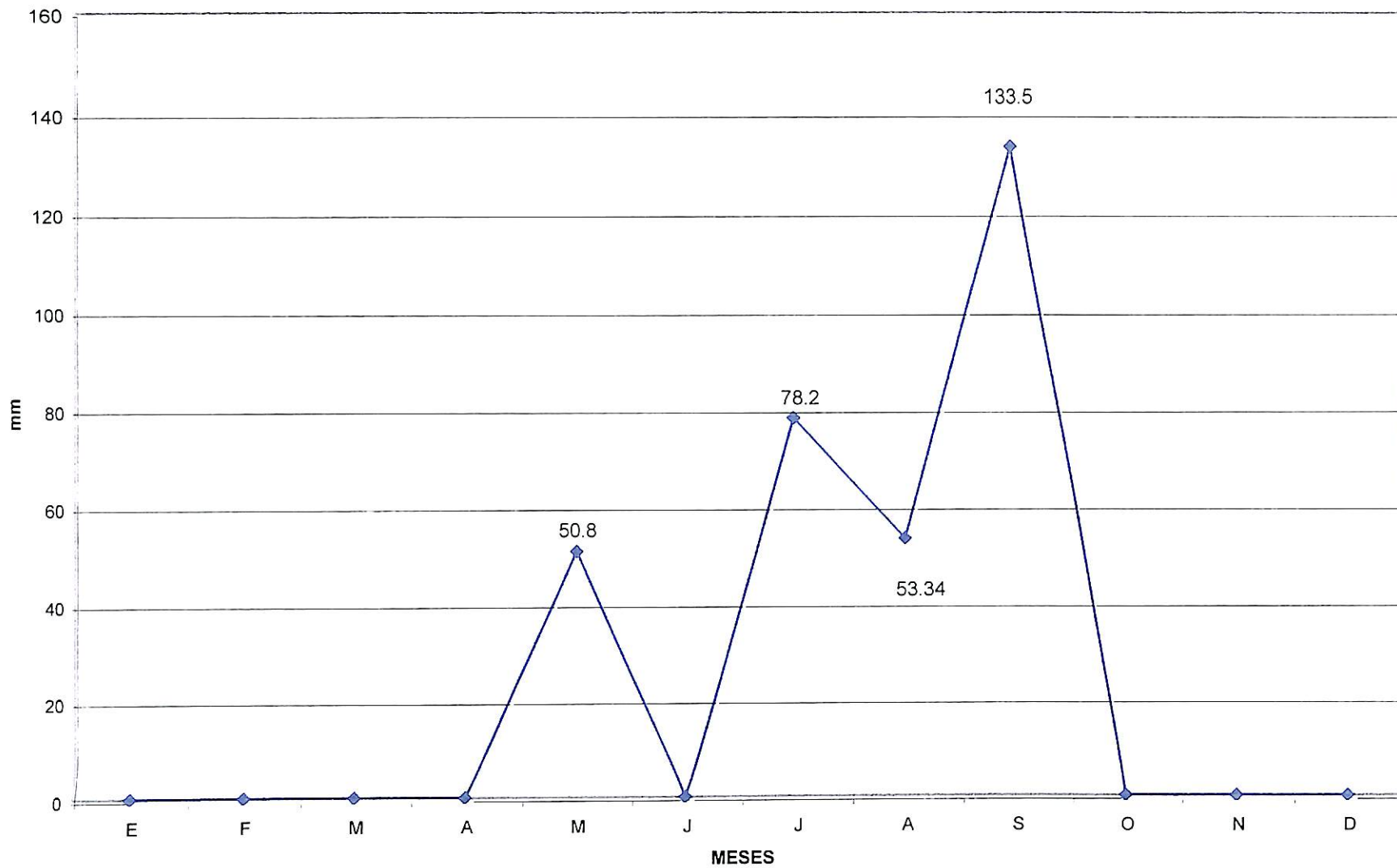


Figura 3.4. Comportamiento de la precipitación pluvial de 1995.

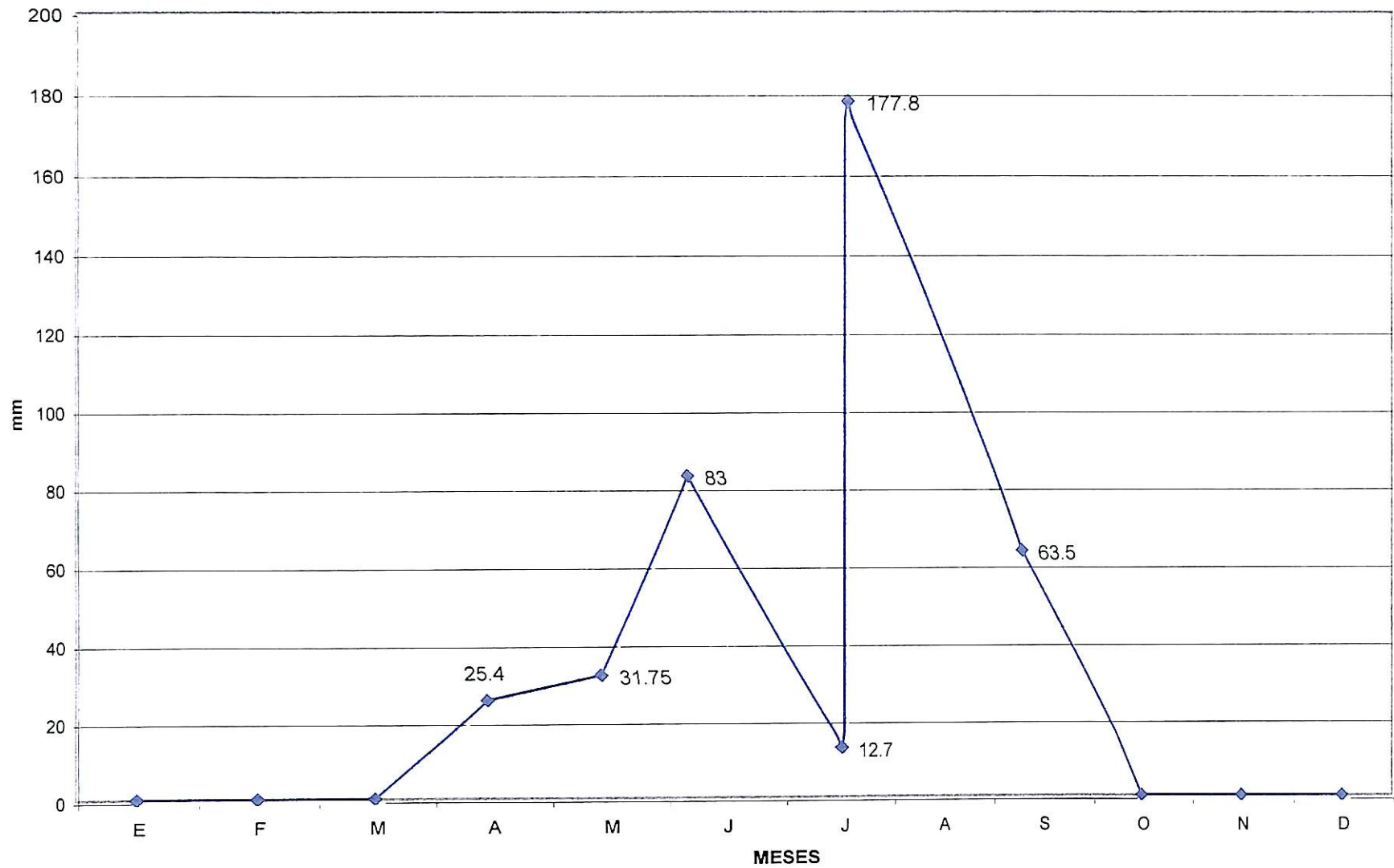


Figura 3.5. Comportamiento de la precipitación pluvial de 1996.

### Determinación de líneas de puntos

Las líneas de puntos que fueron utilizadas para este estudio se ubicaron conforme a la distancia a evaluar como se explicó en párrafos anteriores, aplicando el método de Canfield (1941), la ubicación precisa fue determinada por una persona ajena al proyecto lanzando un objeto identificable en el rango de la distancia en cuestión, una vez ubicada la misma persona escogió al azar, a través de un sorteo, el rumbo con el cual debería de orientarse la línea que podría ser norte, sur, oriente o al poniente.

### Levantamiento de datos

Una vez ubicada y orientada la línea, se tiró a la superficie del suelo la cinta métrica plástica de 30 m de longitud para tomar datos cada 30 cm de distancia, lo cual proporcionó 100 datos de cobertura basal por línea de puntos lo cual representa 400 puntos por distancia y 2000 por estación climática.

### Diseño experimental

El experimento se realizó utilizando un diseño completamente al azar (Cochran y Cox, 1965) con arreglo factorial de 5 X 7, donde cinco son las distancias al agua y siete son las estaciones del año que fueron evaluadas durante la duración del proyecto, con la finalidad de determinar

estadísticamente el efecto del apacentamiento en la cobertura basal durante las estaciones climáticas del año y las distancias al agua.

El modelo se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = M + T_i + T_j + E_{ijk}$$

con:  $i$  = Estaciones 1, 2, 3 ... 7;  $j$  = Distancias al agua: 1, 2, 3. . . 5 y la  $k$  – esima repetición

$M$  = Media general

$T_i$  = Efecto de la  $i$ –esima estación del año

$T_j$  = efecto de la  $j$  –esima distancia al agua

$E_{ij}$  = Error experimental

En los Cuadros 3.3. y 3.4. se muestran las distancias y las estaciones que fueron evaluadas, respectivamente.

Cuadro 3.3. Distancias al agua que fueron evaluadas en el área de estudio.

Distancia número	Distancia al agua (m)	Líneas comprendidas
1	30	1 – 4
2	350	5 – 8
3	750	9 – 12
4	1100	13 - 16
5	1450	17 - 0

Cabe señalar que para la realización de este estudio, solamente se escogieron por una sola vez tanto las distancias como las líneas sobre las cuales se realizó la medición de la cobertura basal, es decir que una vez que fueron establecidas se señalaron con estacas y se etiquetaron para su fácil reconocimiento y se registraron los datos sobre las mismas.

Así mismo se señala que los datos de la estación 1, corresponden a la forma de manejar el rancho antes de instalar el modelo holístico

Cuadro 3.4. Estaciones del año de 1995 y 1996 que se evaluaron en el estudio.

Estación No.	Estación del Año	Fechas comprendidas	Fecha Muestreo
1	Invierno	22 Dic 94 -21 Mar 95	16 Marzo 95
2	Primavera	22 Mar 95 - 22 Jun 95	16 Junio 95
3	Verano	22 Jun 95 - 22 Sep 95	16 Sep 95
4	Otoño	22 Sep 95 - 22 Dic 95	16 Dic 95
5	Invierno	22 Dic 95 - 21 Mar 96	16 Mar 96
6	Primavera	22 Mar 96 - 22 Jun 96	16 Jun 96
7	Verano	22 Jun 96 - 22 Sep 96	16 Sep 96

Debido a que se registraron datos con valor numérico de cero, fue necesario convertir todos los datos a su logaritmo natural.

### Experimento

Se incluyeron cuatro variables, que consideraron lo siguiente:

- Suelo desnudo, que comprende a suelo desnudo, piedra, grava y arena.
- Herbáceas, que comprendió a gramíneas, hierbas anuales y perennes.

- Arbustos y
- Mantillo orgánico, que comprende material orgánico en descomposición de origen vegetal (hojarasca) y animal (heces).



## RESULTADOS

### Suelo Desnudo

#### Estaciones

En la variable suelo desnudo se encontró diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) tanto para las estaciones como para las distancias, según los análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples con la metodología de Tuckey HSD . Las estaciones 2, 4 y 1 presentaron las mayores cantidades de suelo desnudo, como lo muestra la Figura 4.1. siendo no significativas estadísticamente. Sucediendo lo mismo con la 7, 3 y 6 , presentando estas estaciones las menores cantidades de suelo desnudo.

Como se puede observar en los valores en estos resultados, el suelo desnudo presentó en la estación 1 hasta un 43.3 por ciento y durante todo el estudio el valor más alto que se encontró fue de 46.9 por ciento (estación 2), notándose una clara disminución en las estaciones posteriores.

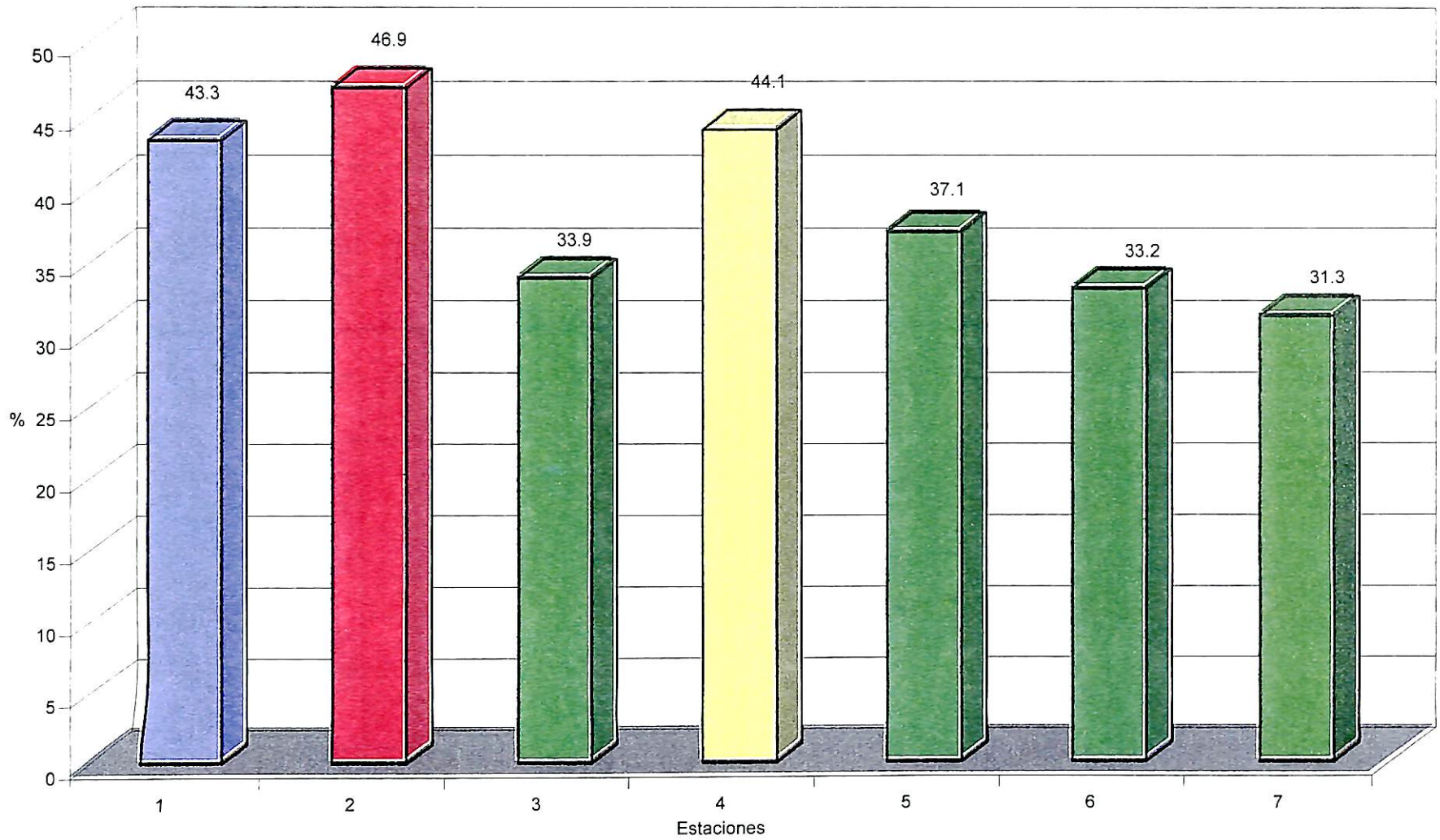


Figura 4.1. Comportamiento del suelo desnudo durante las estaciones evaluadas.

## Distancias

La distancia 2 presentó las mayores cantidades de suelo desnudo (Figura 4.2.), resultando estadísticamente homogéneas la 1, 5 y 4 (Figura 4.3.), la disminución paulatina del suelo desnudo en la distancia cinco se muestra en la Figura 4.4. y la distancia cuatro en la Figura 4.5., encontrándose en último término la distancia 3 que presentó las menores cantidades durante todo el estudio, como se muestra en la Figura 4.6.

Las mayores diferencias estadísticas se encontraron entre la 1 y 2, 1 y 3, así como la 2 y 3, 2 y 4, 2 y 5, y 3 y 4, según las pruebas Tuckey (Figura 4.6.). Los resultados del análisis de varianza de la variable en cuestión se muestran en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza para la variable de respuesta suelo desnudo.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.	N.S.
A: ESTACION	3.924618	6	0.6541030	6.794	0.0000
B: DISTANCIA	10.560897	4	2.6402242	27.425	0.0000
INTERACCION					
A X B	2.5362574	24	0.1056774	1.098	0.3595
RESIDUAL	10.108382	105	0.0962703		
TOTAL	27.130154	139			

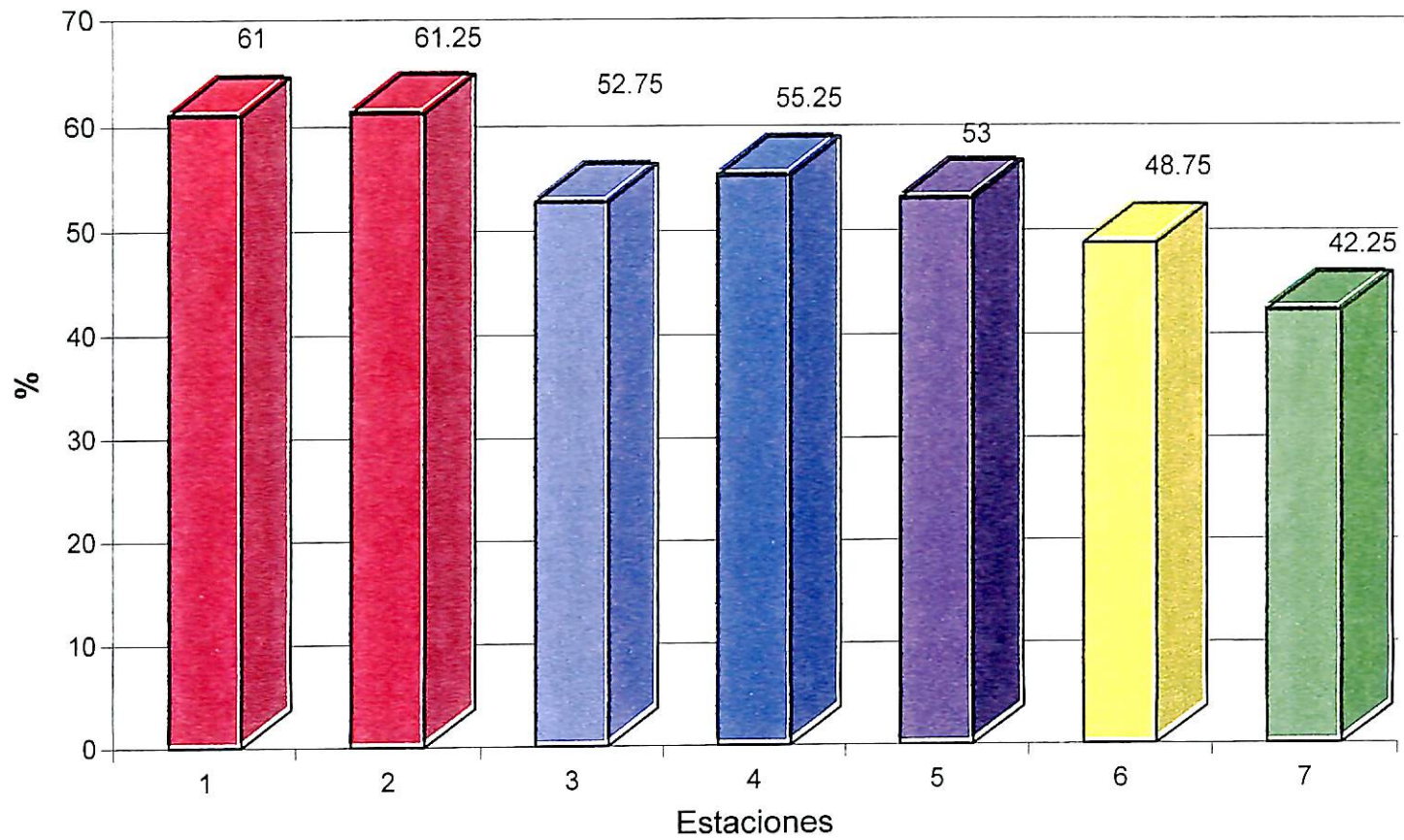


Figura 4.2. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 2.

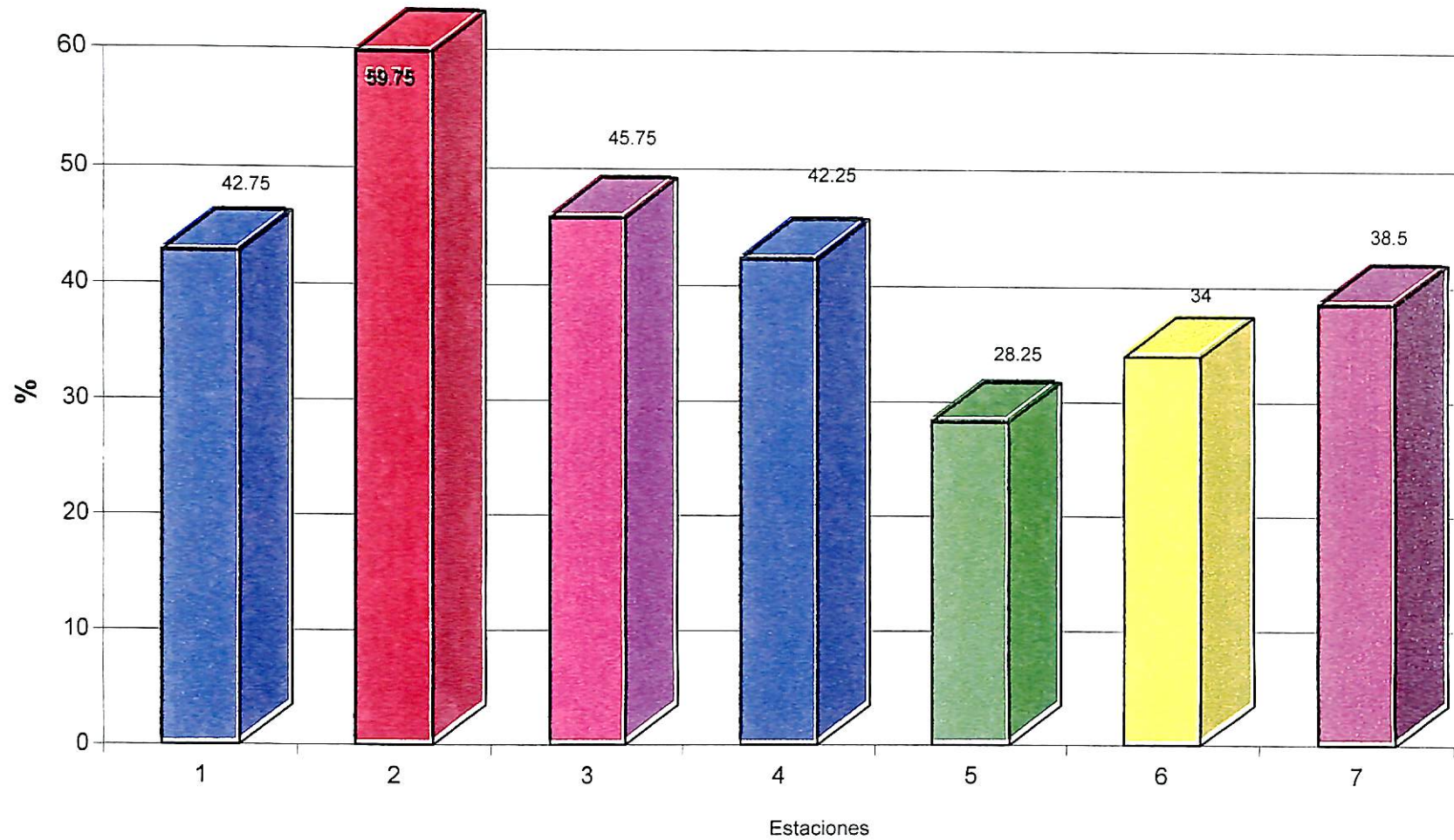


Figura 4.3. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 1, en las estaciones evaluadas.

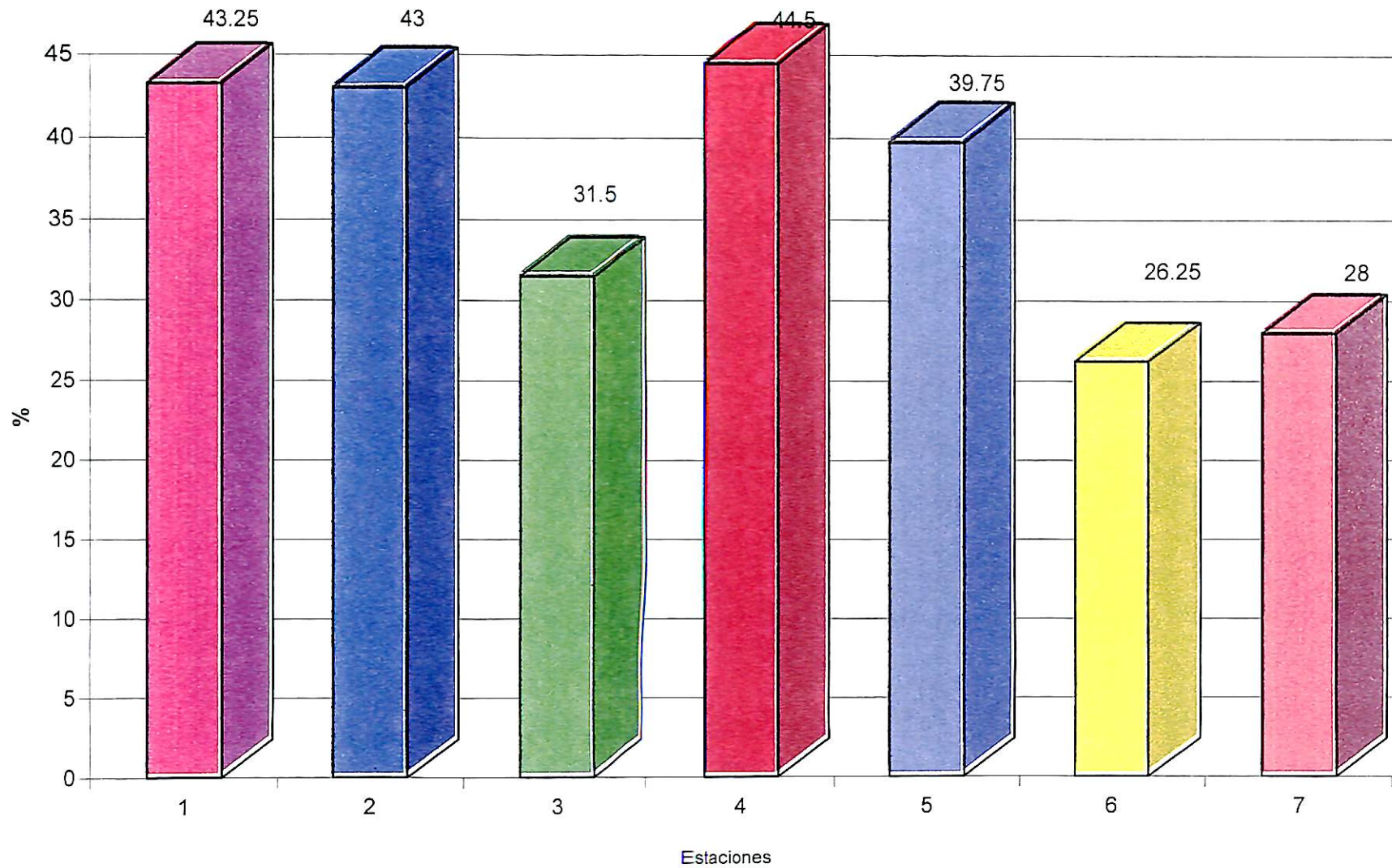


Figura 4.4. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 5.

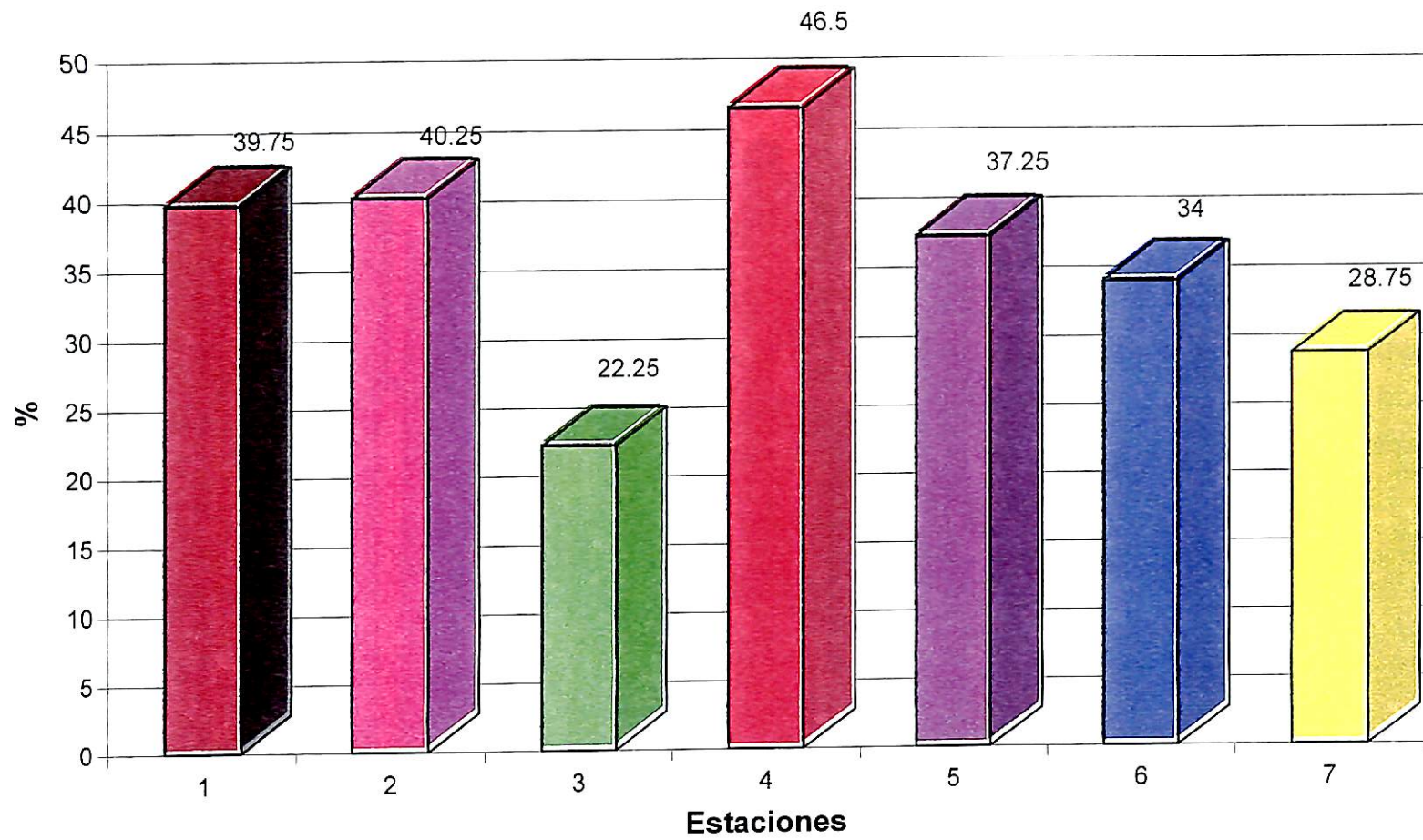


Figura 4.5. Comportamiento del suelo desnudo en la distancia 4.

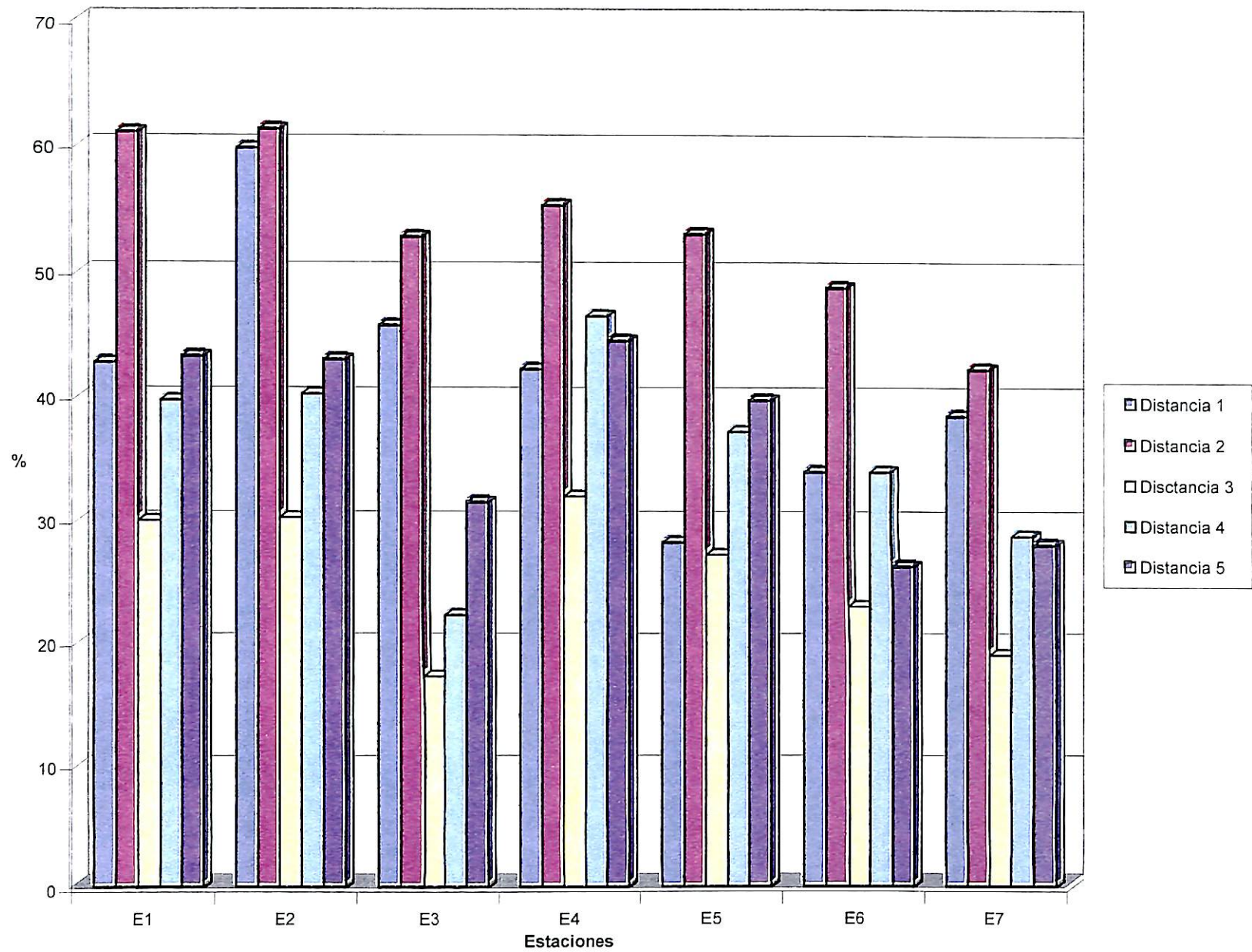


Figura 4.6. Comportamiento del suelo desnudo en interacción con las distancias al agua en las estaciones evaluadas.



## Herbáceas

### Estaciones

En la variable herbáceas se encontró diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) tanto entre estaciones como entre distancias. Las estaciones 5, 2, 4 y 1 se comportaron homogéneas entre sí, presentando las menores cantidades como lo muestra la figura 4.7. La distancia 3 presentó valores desde 34 a 38 por ciento en las estaciones mencionadas, siendo las estaciones 7, 6 y 3 las que más cantidades de herbáceas presentaron (Figura 4.8.). Se encontró la mayor diferencia según las pruebas tuckey entre la 1 y 3, 1 y 6, y 1 y 7. (Figura 4.9.).

La homogeneidad entre las estaciones 5, 2, 4 y 1 se acentúa más en la distancia 3; en la distancia 1 existe similitud en los porcentajes, aunque en cantidades menores a las de la distancia 3.

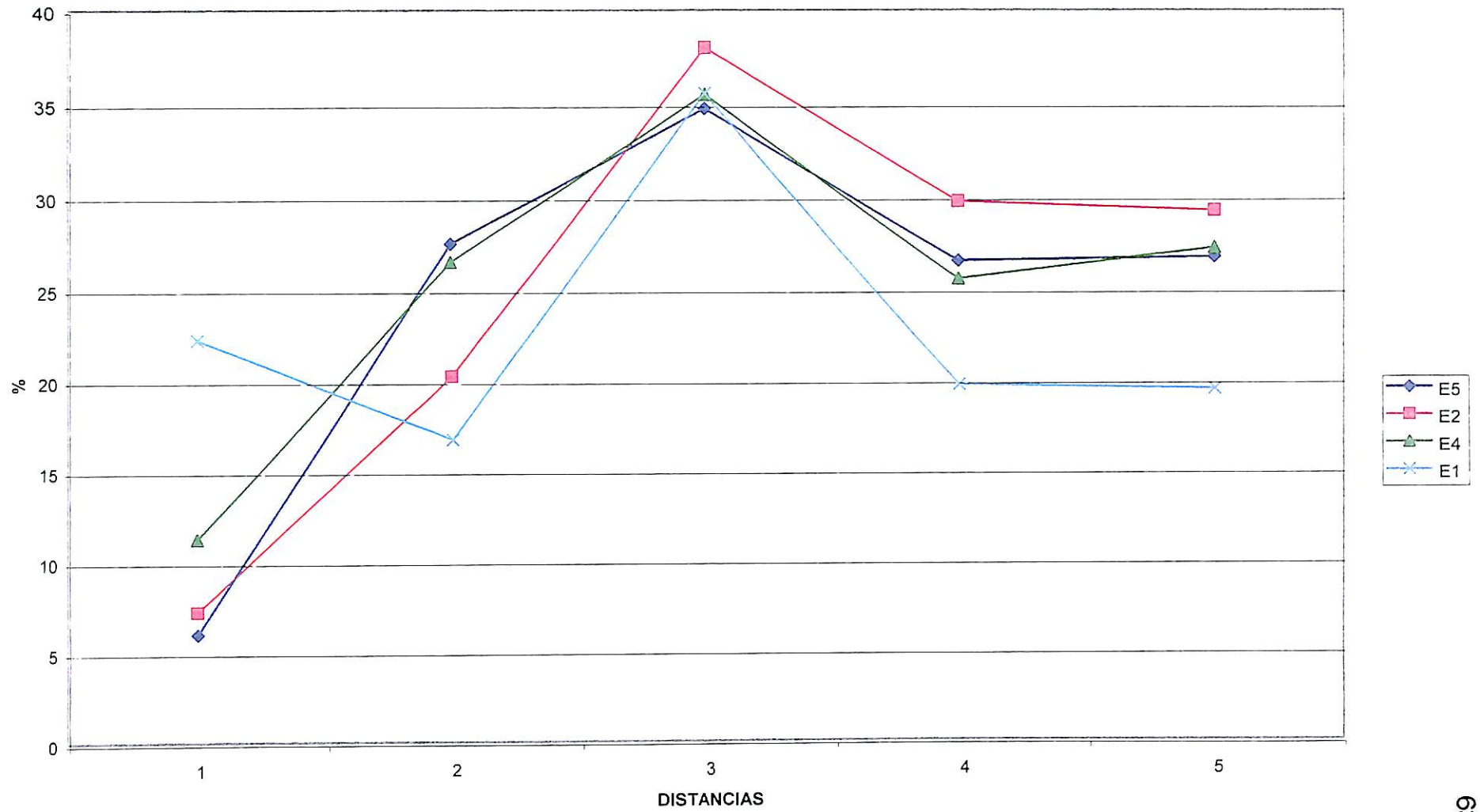


Figura 4.7. Comportamiento de las estaciones 5,2,4 y 1 en interacción con las distancias al agua.

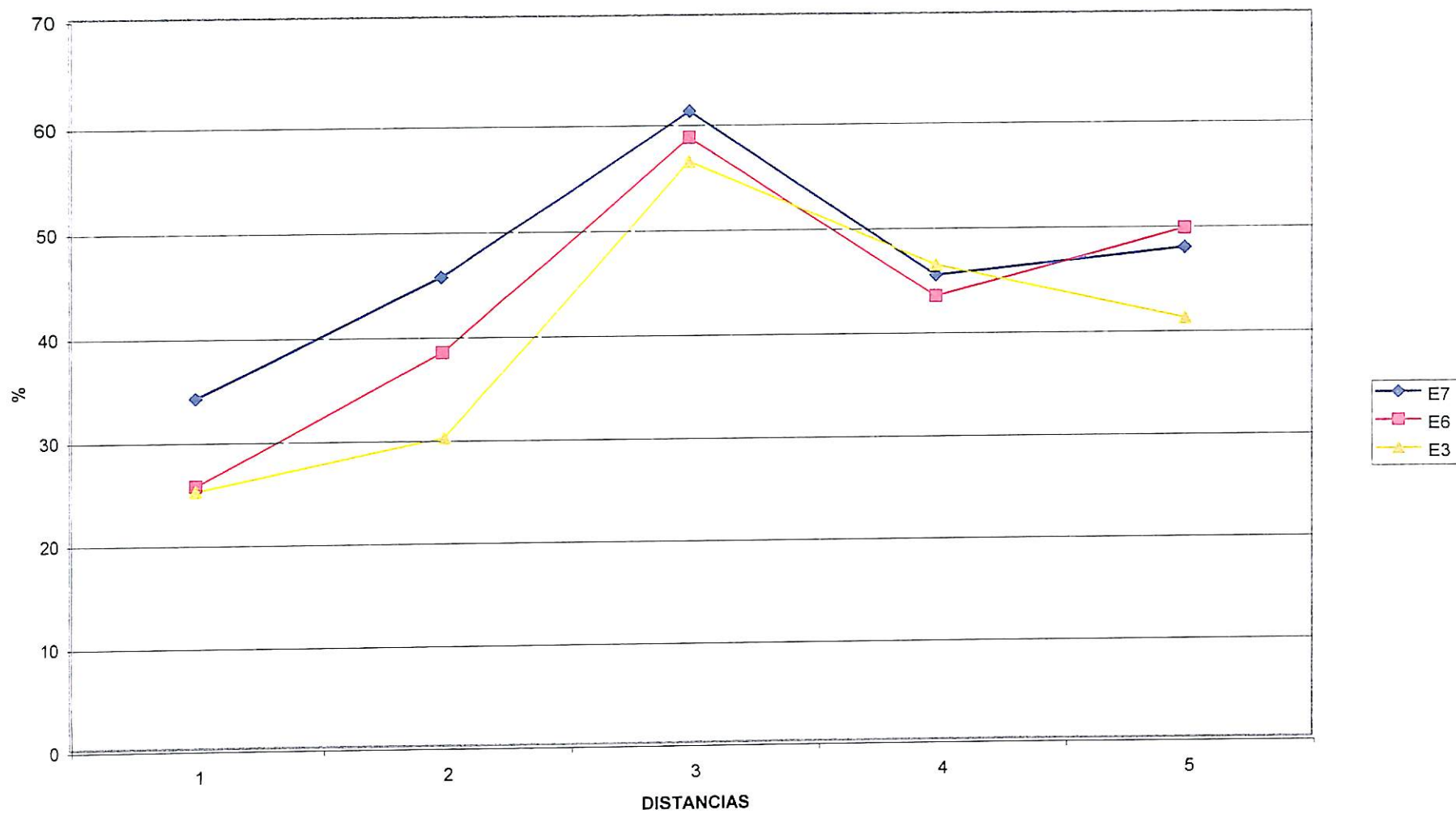


Figura 4.8. Comportamiento de las estaciones 7,6 y 3 en interacción con las distancias evaluadas.

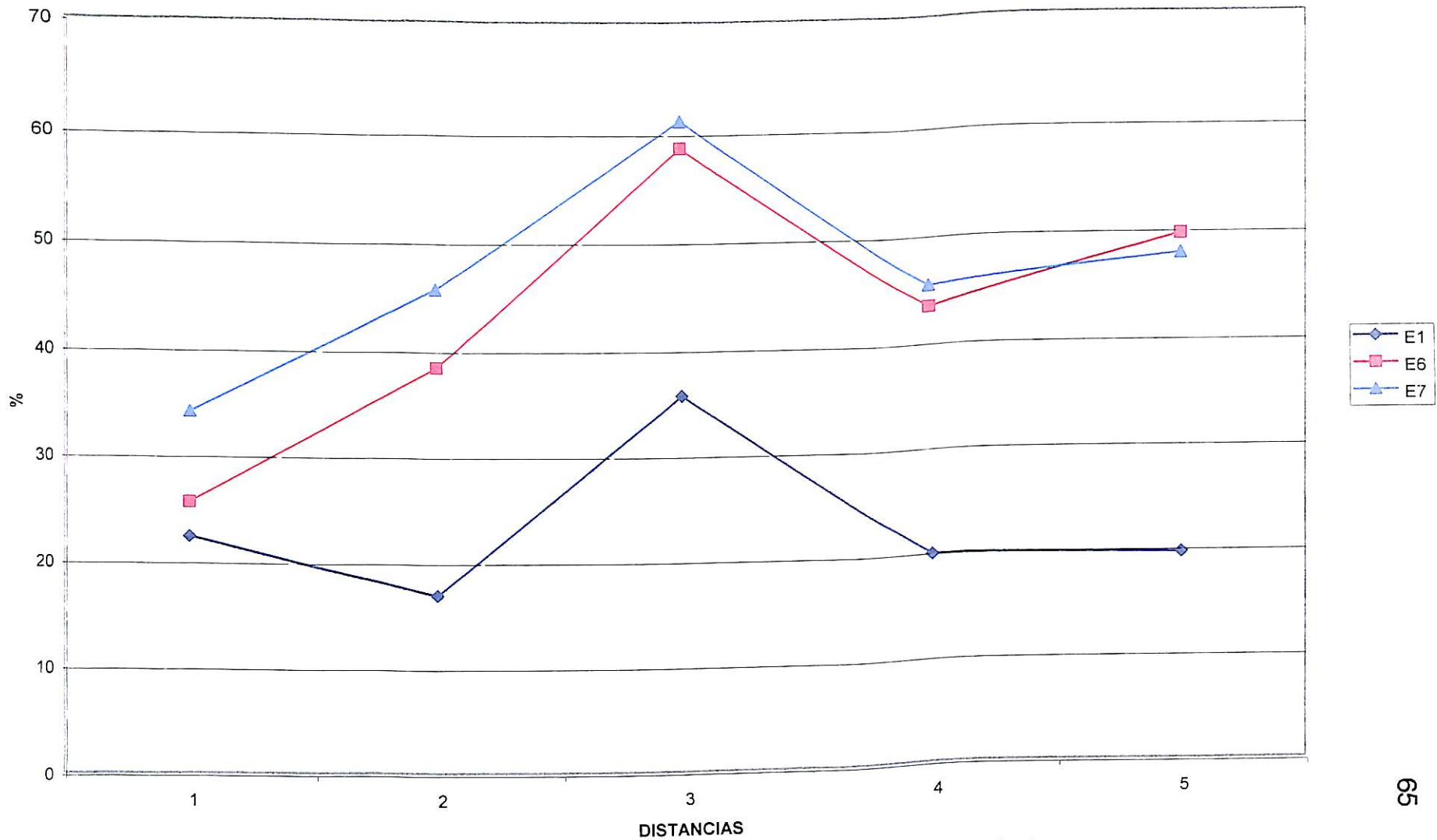


Figura 4.9. Comportamiento de las estaciones 1,6 y 7 en interacción con las distancias evaluadas.

## Distancias

En lo que respecta a las distancias la 3 fue la que presentó mayores cantidades de herbáceas (Figura 4.10.), seguida de la distancia 5 (Figuras 4.10. y 4.11.). Se comportaron homogéneamente la 2 y 4, mientras que la distancia 1 presentó las menores cantidades de herbáceas (Figura 4.12.); las mayores diferencias estadísticas se encontraron entre la 1 y el resto de ellas (Cuadro 4.2.).

Los resultados estadísticos del análisis de varianza de la variable en mención se presentan en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza para la variable de respuesta herbáceas.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. C.	N.S.
A: ESTACION	14.316466	6	2.3860777	20.482	0.0000
B: DISTANCIA	17.015615	4	4.2539036	36.515	0.0000
INTERACCION A X B	6.8613359	24	0.2858890	2.454	0.0009
RESIDUAL	12.232308	105	0.1164982		
TOTAL	50.425725	139			

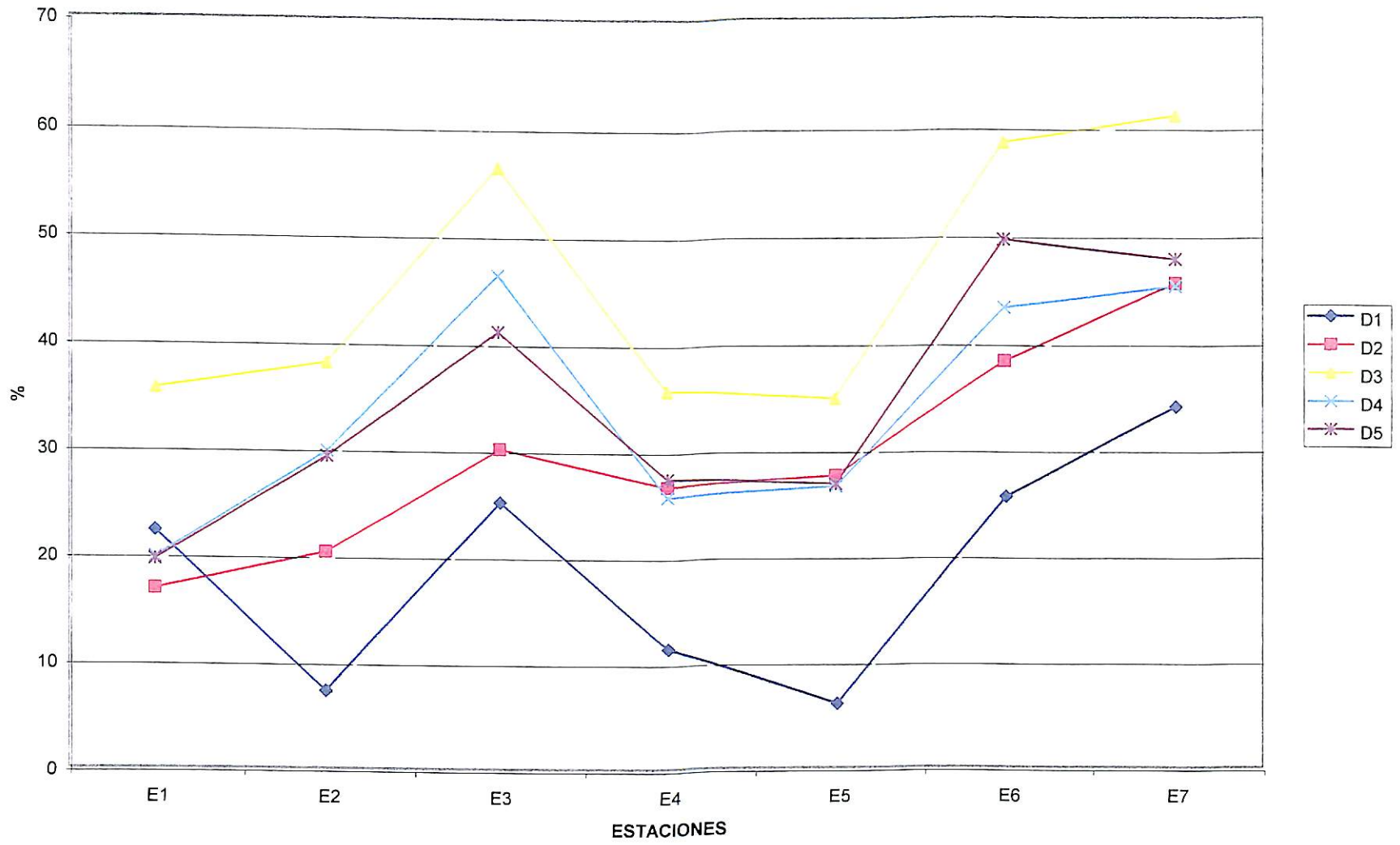


Figura 4.10. Comportamiento de las herbáceas en las distancias en interacción con las estaciones evaluadas.

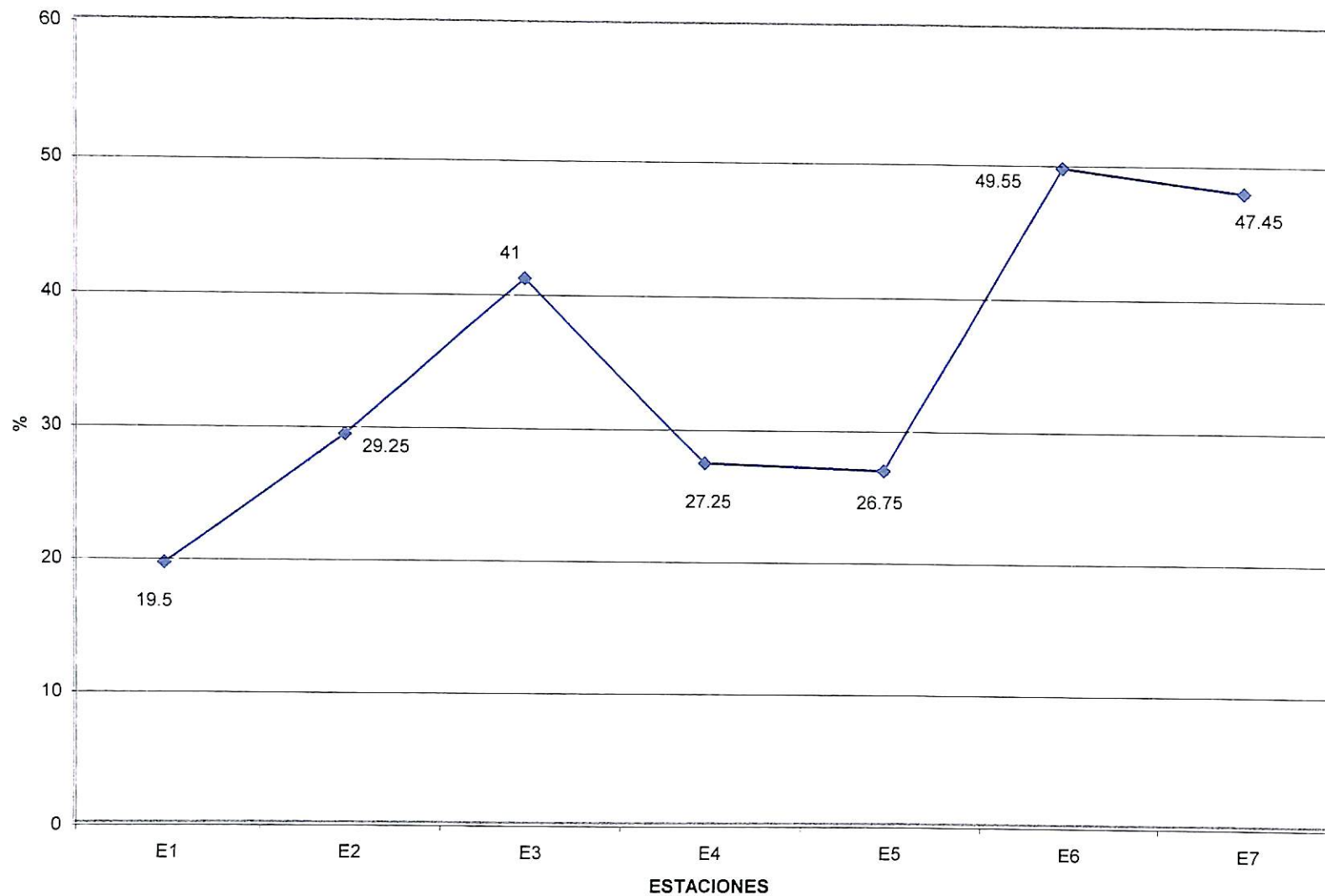


Figura 4.11. Comportamiento de la distancia 5, durante las estaciones evaluadas.

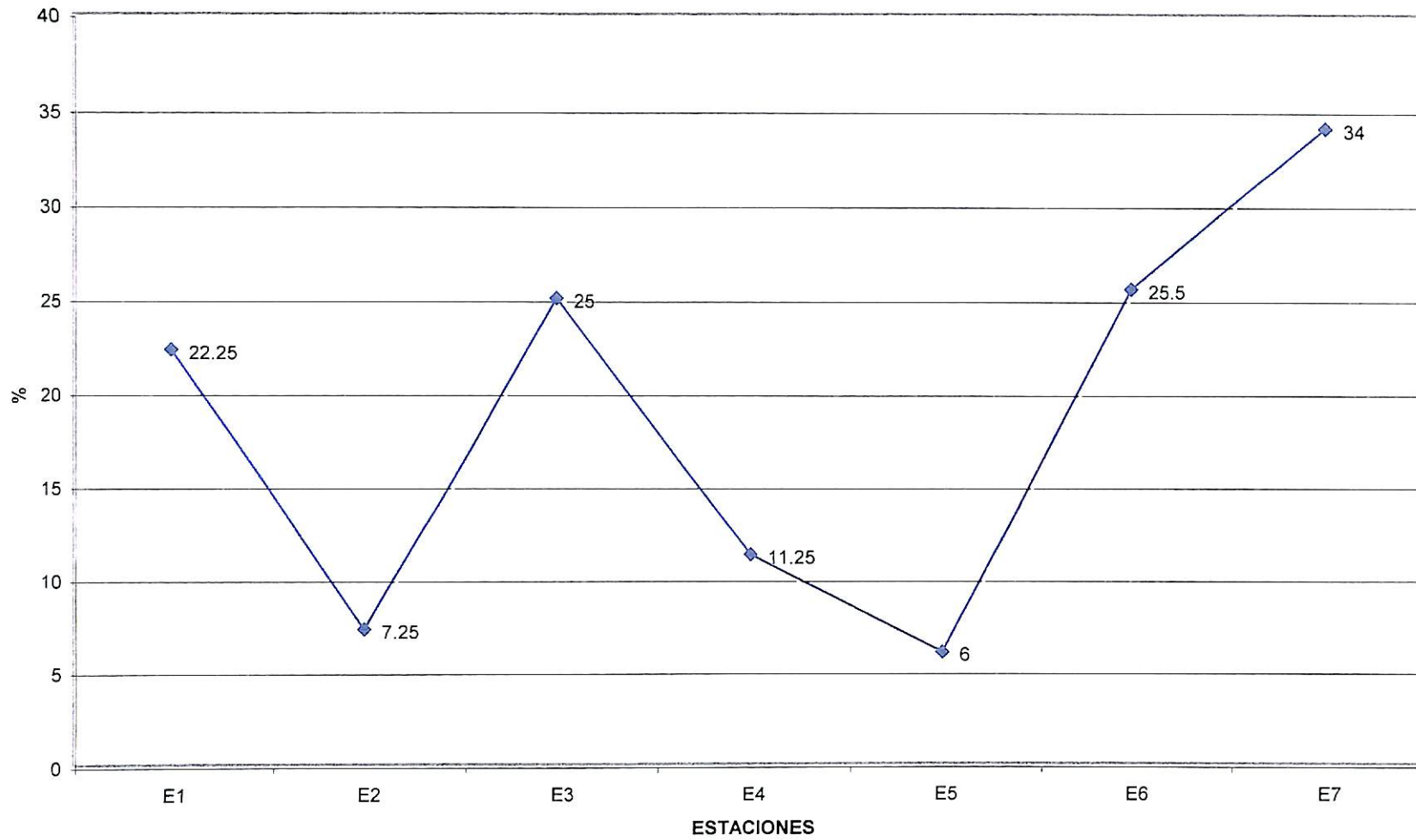


Figura 4.12. Comportamiento de las herbáceas en la distancia 1 durante las estaciones evaluadas.



## Arbustos

### Estaciones

En la variable de respuesta arbustos, se encontró diferencia altamente significativa ( $P \geq 0.01$ ) sólo para las distancias, no así para las estaciones del año. Todas las estaciones fueron homogéneas (Figura 4.13.), sin encontrar diferencias entre ellas (Cuadro 4.3.).

La ilustración de los resultados de la variable en cuestión en lo que respecta las estaciones climáticas evaluadas, se presentan para su mayor comprensión en la Figura 4.14.

En las figuras mencionadas anteriormente puede observarse que los arbustos no fueron afectados.

En todas las estaciones evaluadas, la distancia 1 presentó las mayores fluctuaciones en cuanto a esta variable.

Durante todo el estudio, la más estable fue la distancia 5.

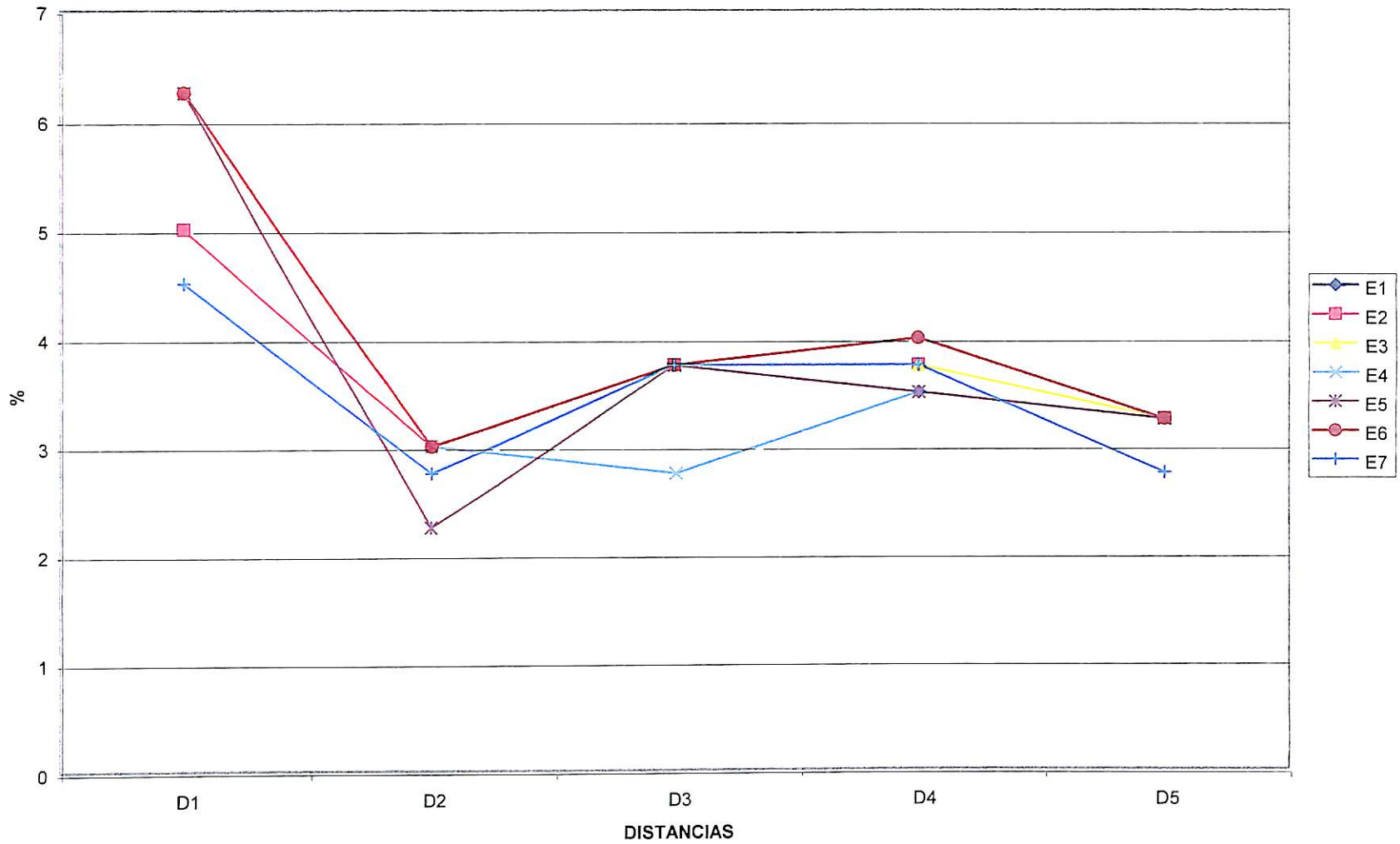


Figura 4.13. Comportamiento de la variable arbustos en interacción con las estaciones, en las distancias evaluadas en el estudio.

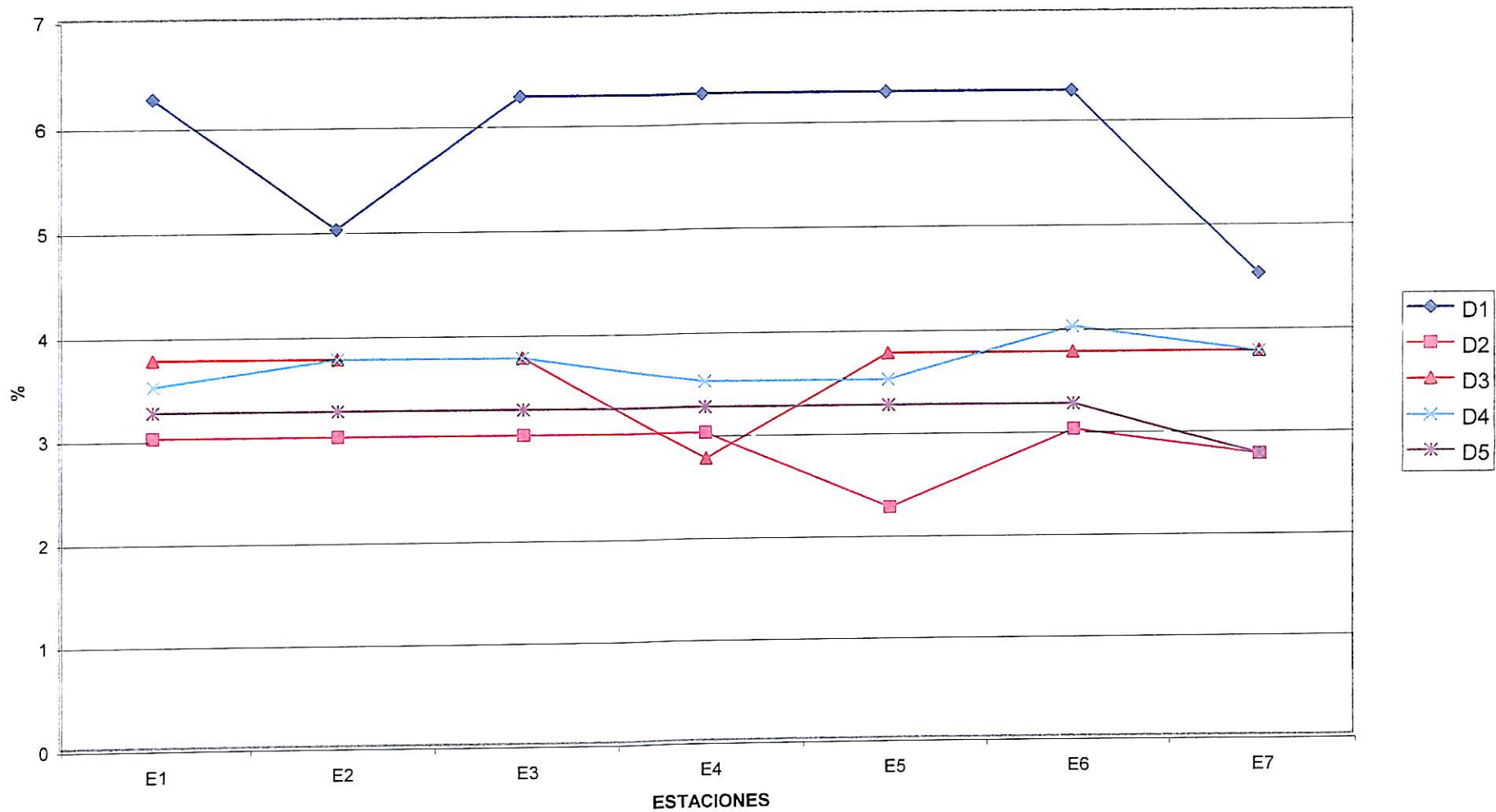


Figura 4.14. Comportamiento de la variable arbustos en interacción con las distancias, durante el estudio.

### Distancias

Las distancias 2, 3, y 5 se comportaron homogéneas (Figura 4.15.), no así la 4 y la 1 (Figura 4.16.), que presentaron las mayores cantidades; encontrándose diferencias significativas entre la 1 y 2, 1 y 3, y 1 y 5 (Figura 4.17.).

A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico de la variable en cuestión (Cuadro 4.3.).

Cuadro 4.3. Análisis de varianza para la variable de respuesta arbustos.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. C.	N.S.
A: ESTACION	0.277157	6	0.0461929	0.072	0.9985
B: DISTANCIA	12.391376	4	3.0978440	4.809	0.0013
INTERACCION A X B	1.6447523	24	0.0685313	0.106	1.0000
RESIDUAL	81.957681	105	0.6442323		
TOTAL	50.425725	139			

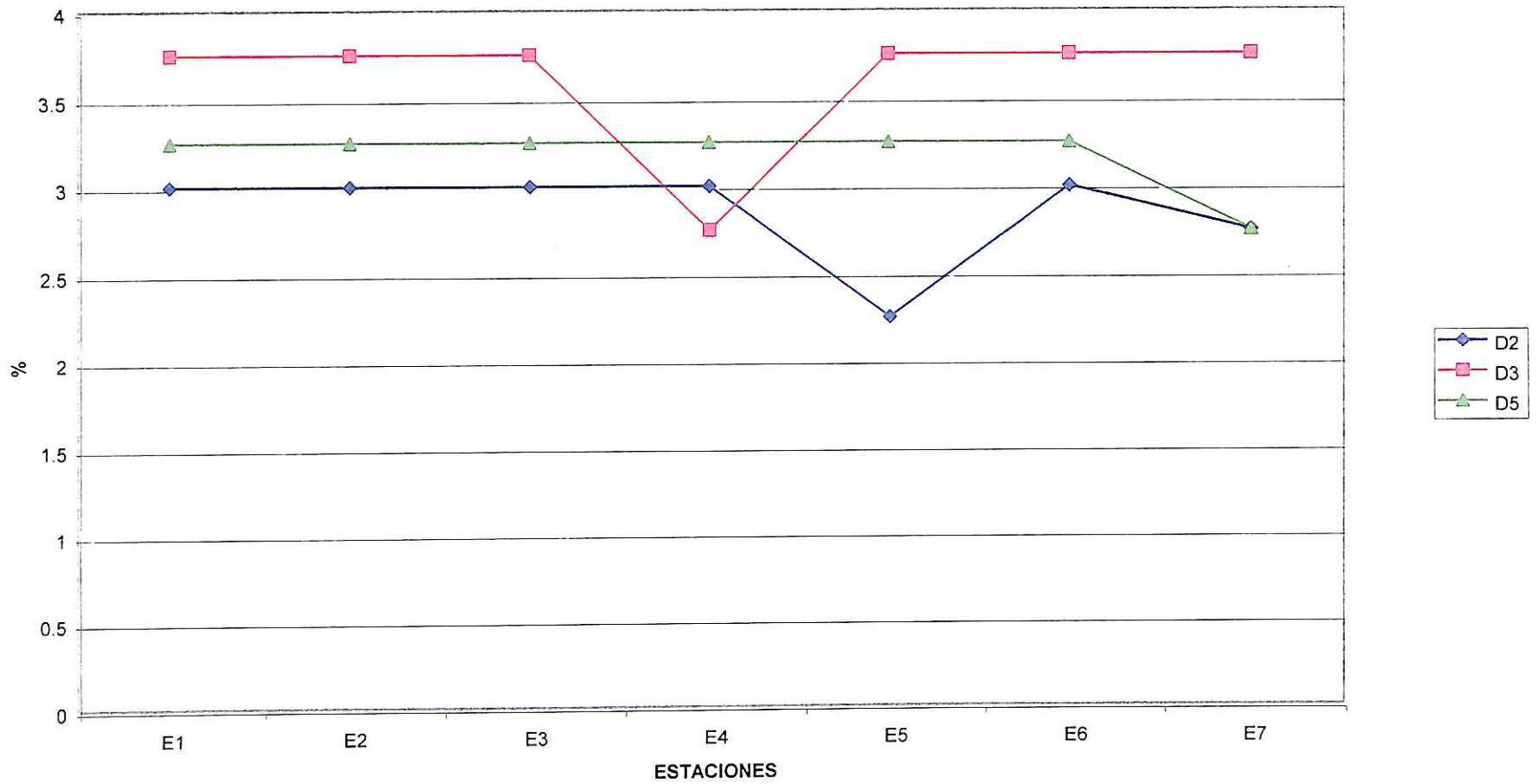


Figura 4.15. Comportamiento de la variable arbustos en las distancias 2, 3 y 5, durante el estudio.

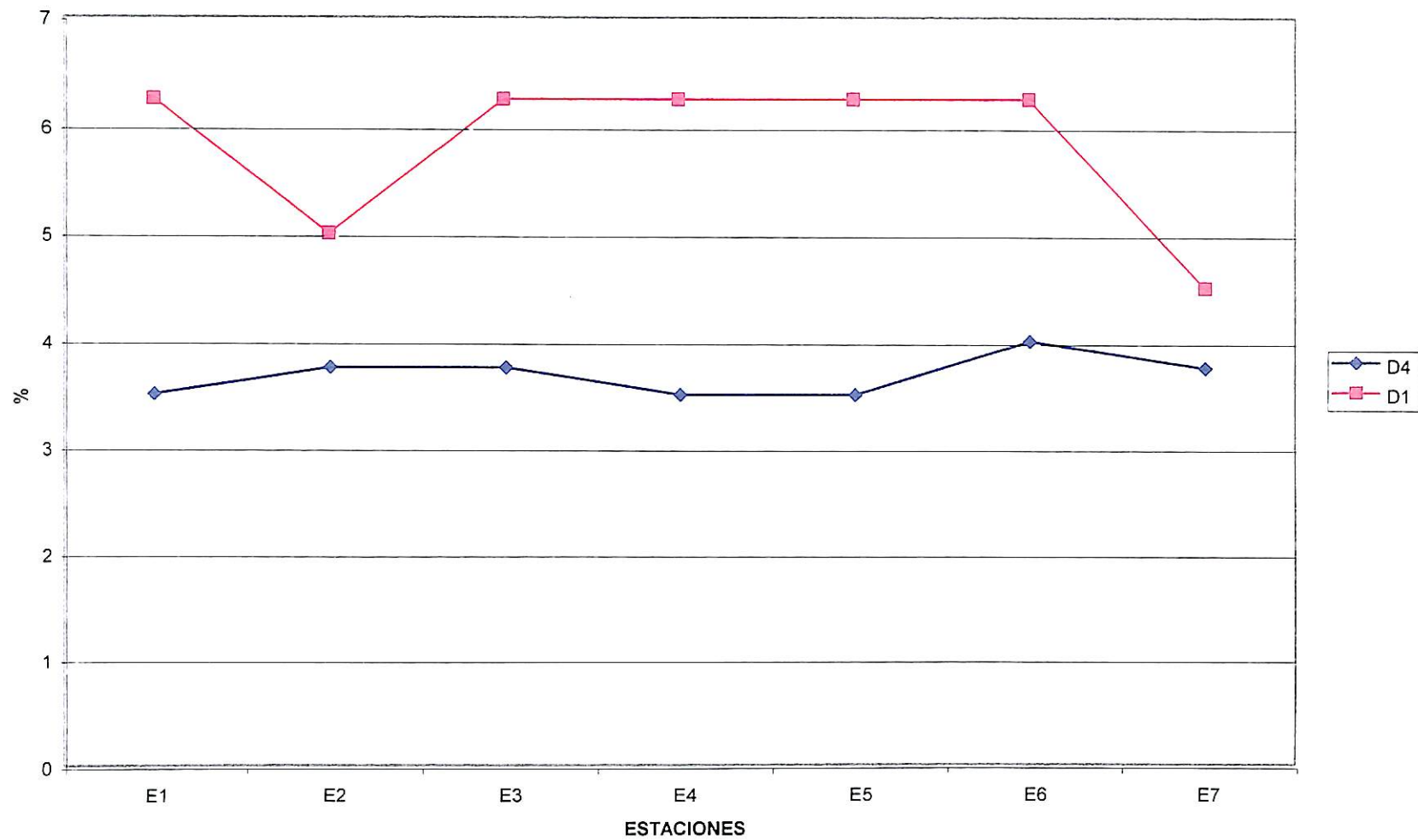


Figura 4.16. Comportamiento de la variable arbustos en las distancias 4 y 1.

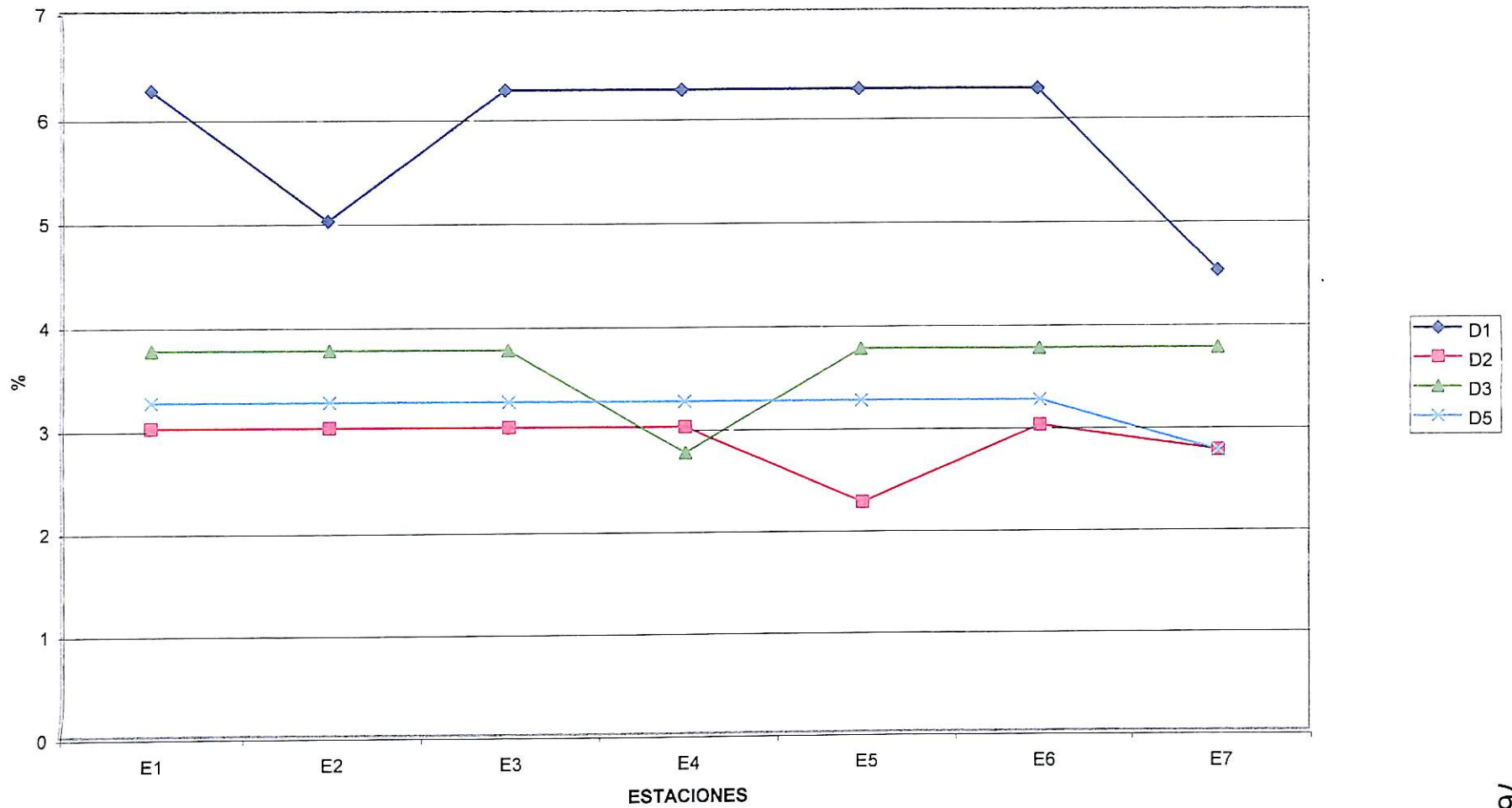


Figura 4.17. Diferencias en la variable arbustos entre las distancias 1, 2, 3 y 5.

## Mantillo

### Estaciones

En lo que respecta a la variable mantillo, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \geq 0.01$ ) tanto para las estaciones (Figura 4.18.) como para las distancias (Figura 4.19.). En la Figura 4.18. se observan valores superiores al 22 por ciento y hasta el 60 por ciento en la distancia 1 en todas las estaciones evaluadas, para luego tomar valores más conservadores en las distancias 3, 4 y 5.

La estación 2, muestra valores no menores al 10 por ciento ni mayores al 30 por ciento, algo similar a la estación 6.

La estación 5 (Figura 4.20.) presentó las mayores cantidades, siendo estadísticamente iguales la 4 y la 2. La estación 7 presentó las menores cantidades de mantillo, como lo muestra la Figura 4.21. por otra parte, se encontró diferencia significativa en los contrastes entre la 1 y 6 y 1 y 7 (Figura 4.22.).

Puede observarse durante todas las estaciones evaluadas que la distancia 2, tuvo por lo general, las menores cantidades de mantillo.



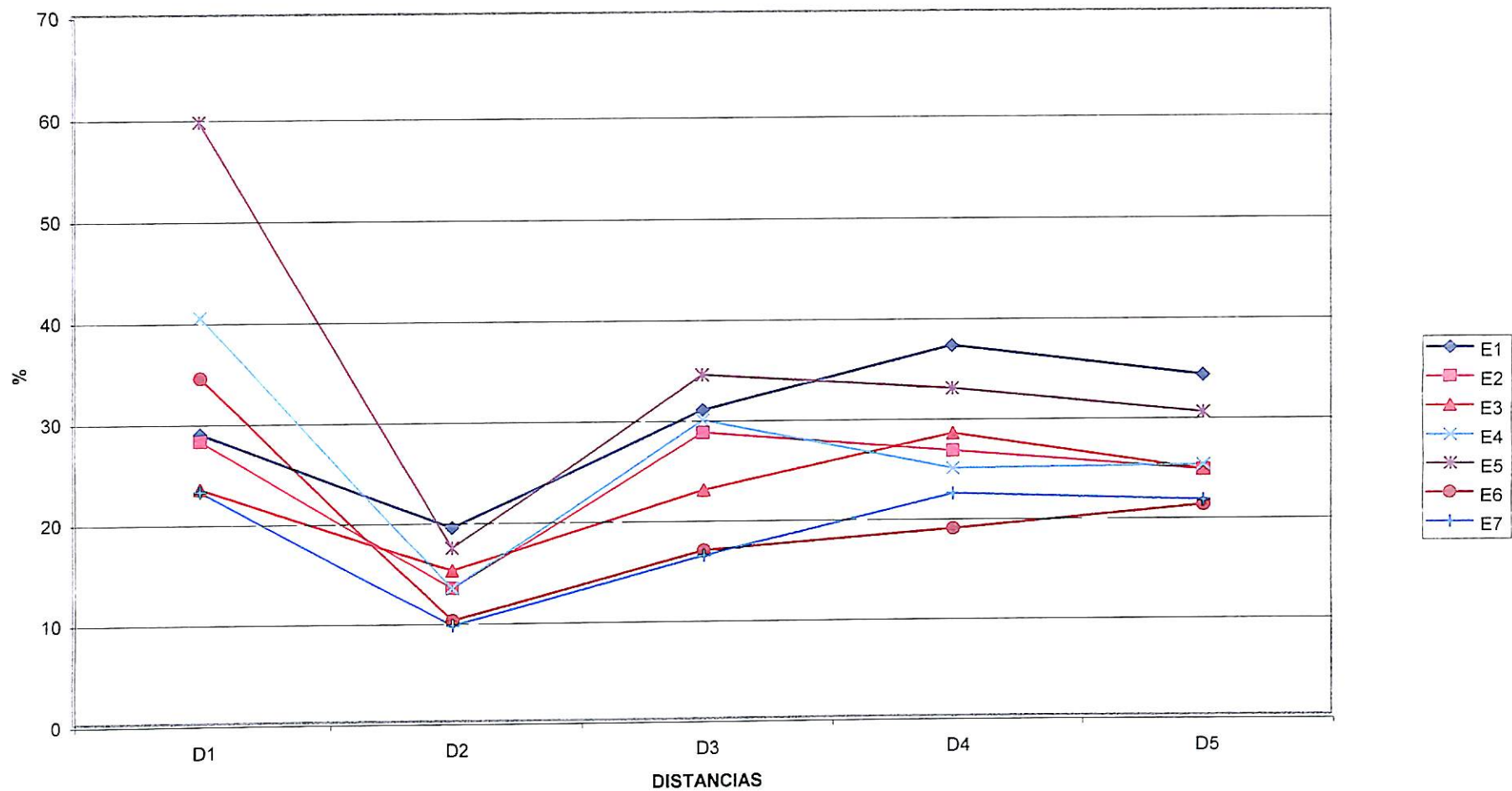


Figura 4.18. Comportamiento de la variable mantillo en interacción con las estaciones, en las distancias evaluadas.

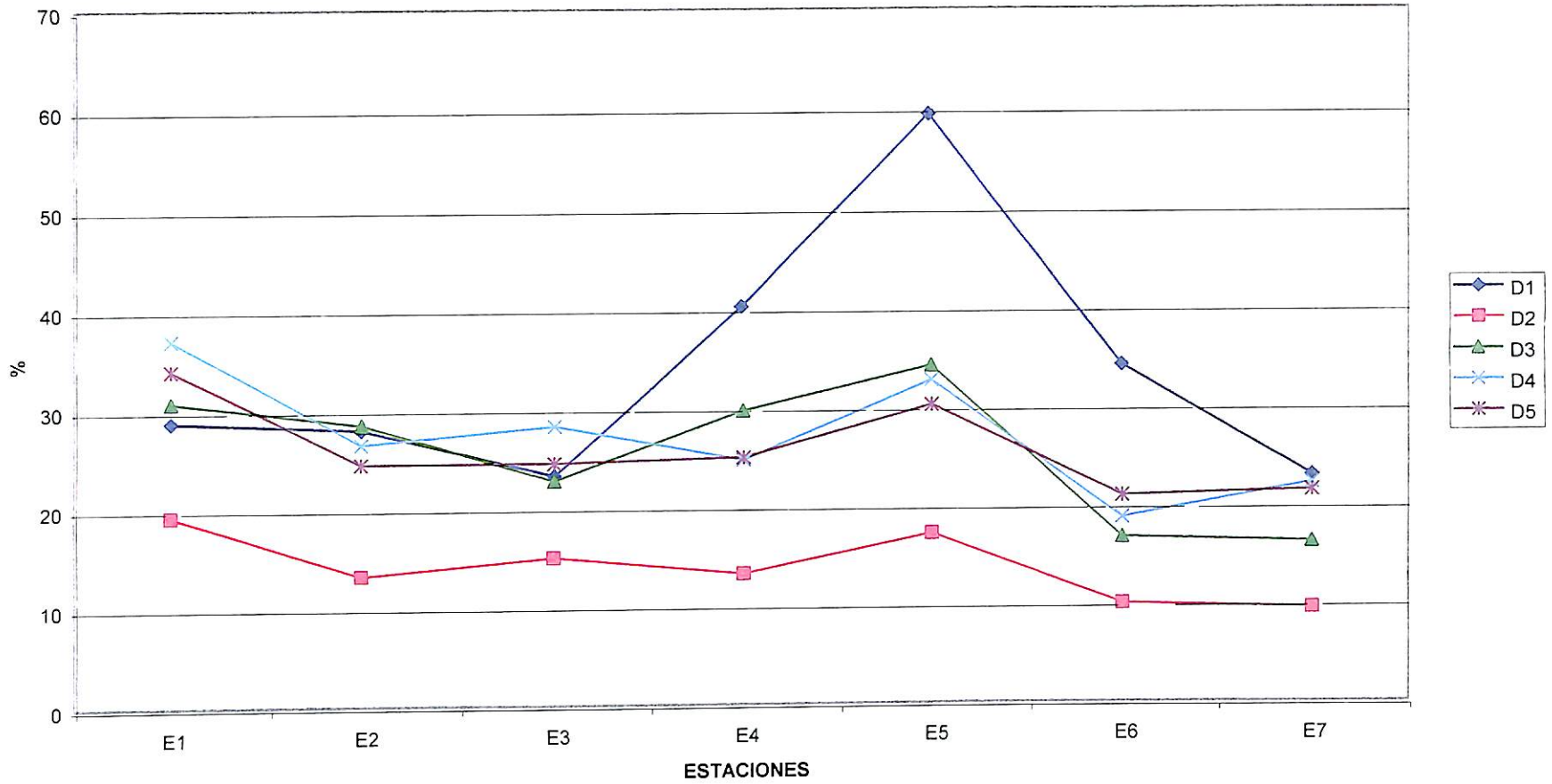


Figura 4.19. Comportamiento de la variable mantillo en interacción con las distancias, en las estaciones evaluadas.

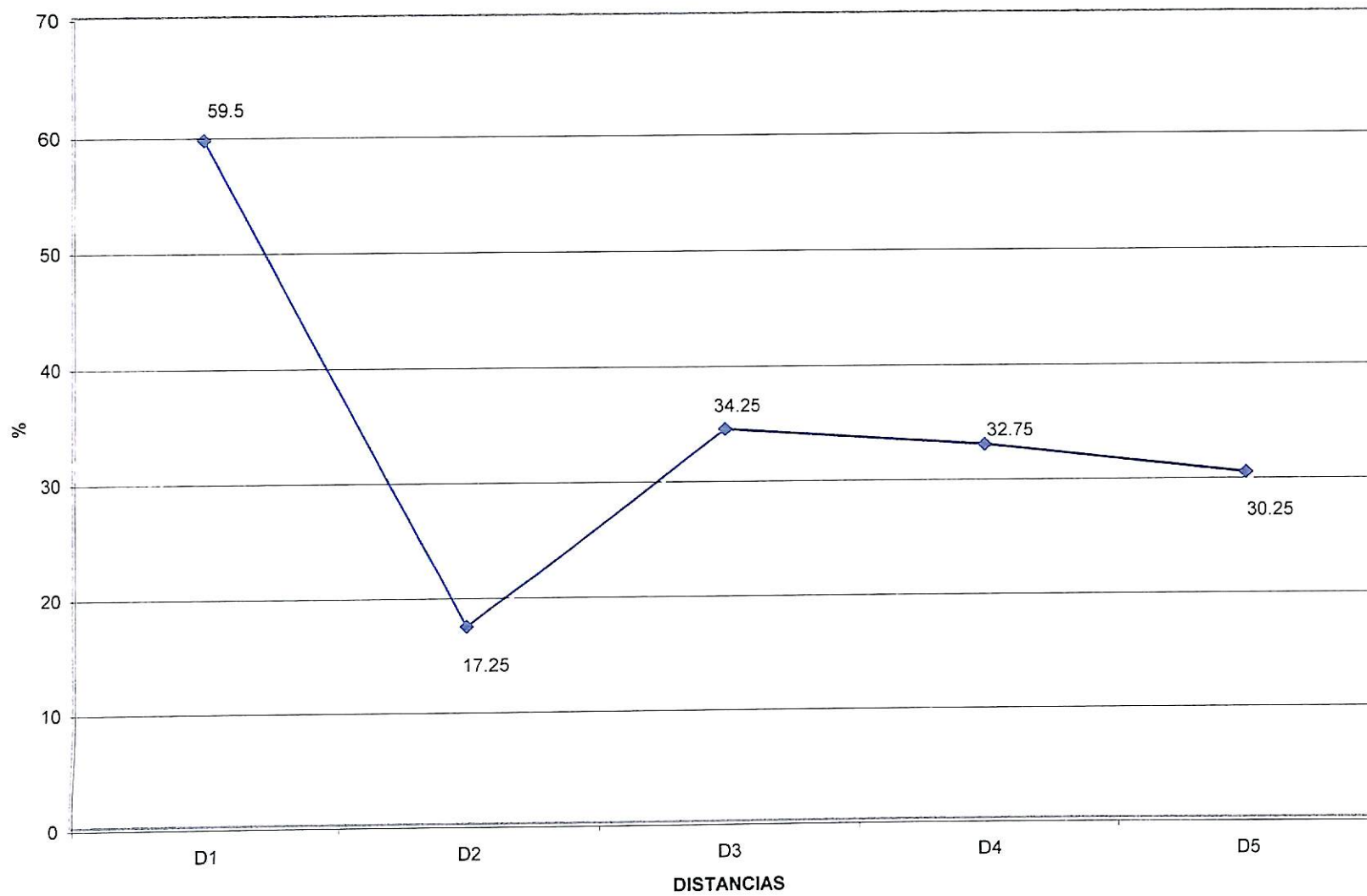


Figura 4.20. Comportamiento de la estación 5 (invierno 95-96), en las distancias evaluadas.

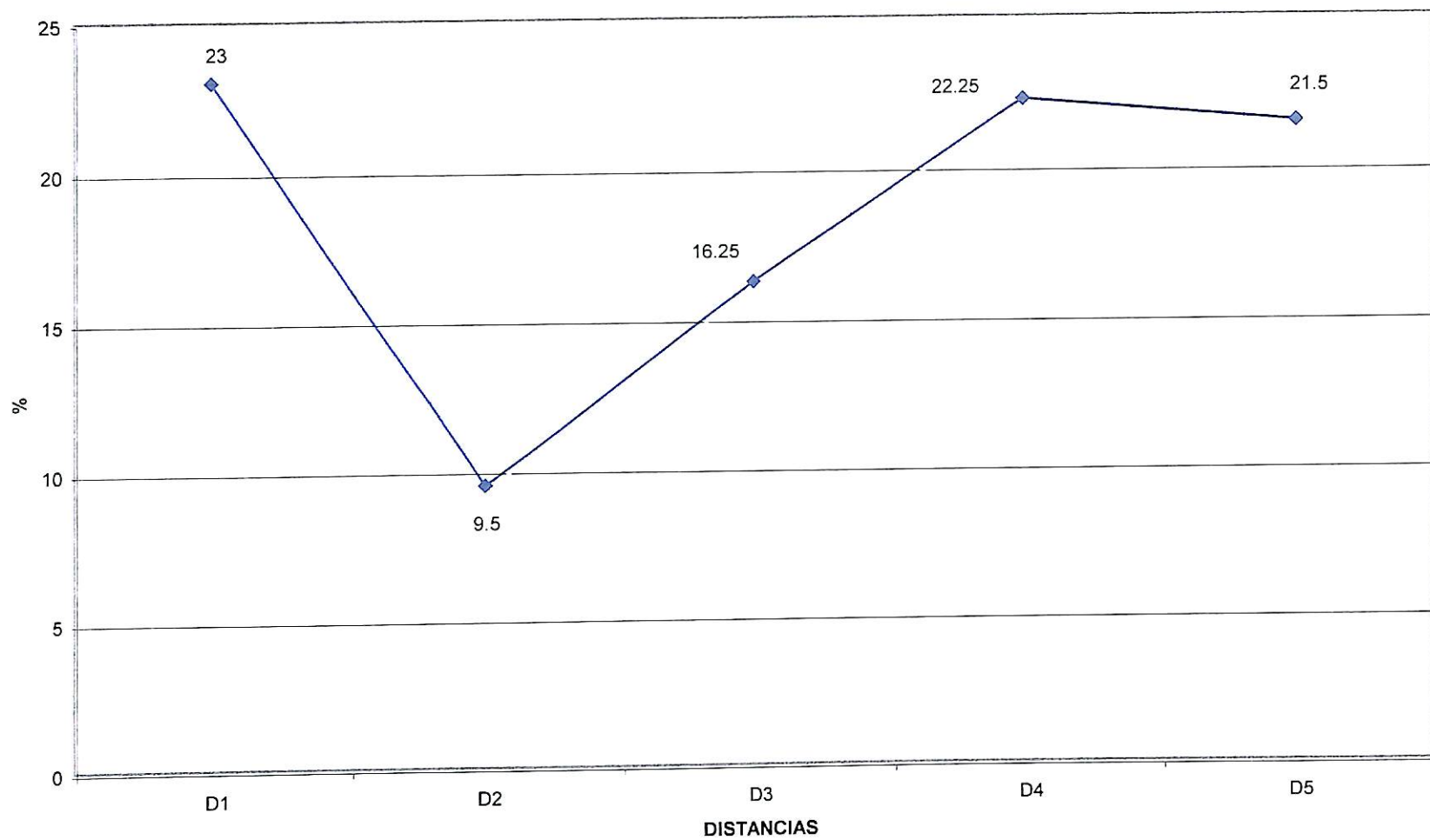


Figura 4.21. Comportamiento de la estación 7 (verano 96), en las distancias evaluadas.

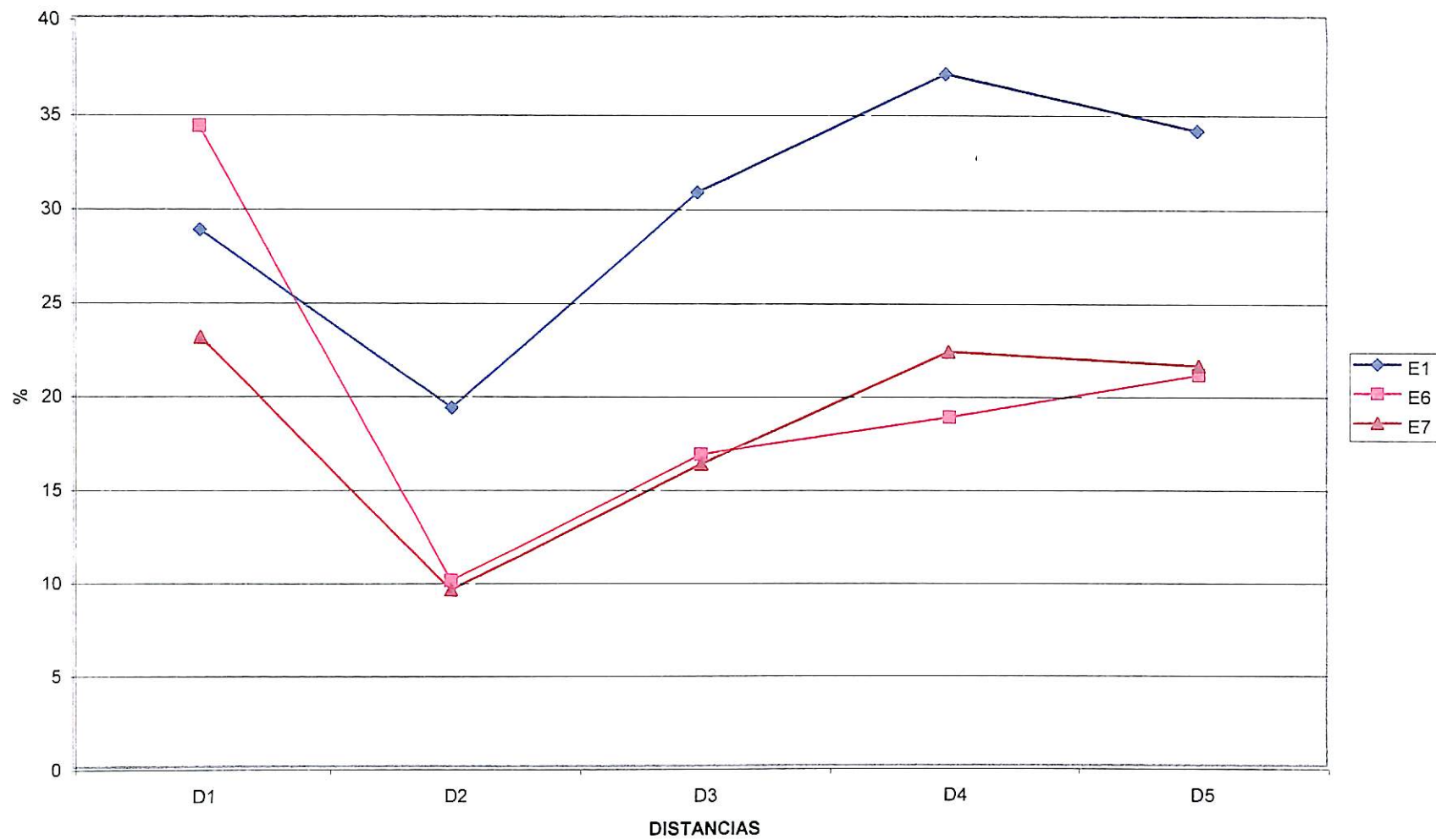


Figura 4.22. Diferencias entre las estaciones 1 y 6 y 1 y 7, en las distancias evaluadas.

## Distancias

La distancia 1 presentó las mayores cantidades de mantillo durante todo el estudio (Figura 4.23), siendo homogéneas estadísticamente la 4 y 5, encontrándose en último término la distancia 2, tal como se muestra en la Figura 4.24. Se presentaron diferencias significativas en los contrastes del análisis estadístico entre las distancias 1 y 2, 1 y 3 (Figura 4.25.), así como entre la 2 y 3, 2 y 4, y 2 y 5 (Figura 4.26.).

Los resultados del análisis estadístico de la variable mantillo se presentan en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para la variable de respuesta mantillo.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F. C.	N.S.
A: ESTACION	7.557409	6	1.2595682	10.185	0.0000
B: DISTANCIA	13.549796	4	3.3874489	27.392	0.0000
INTERACCION A X B	3.7219650	24	0.1550819	1.254	0.2154
RESIDUAL	12.984822	105	0.1236650		
TOTAL	37.813991	139			

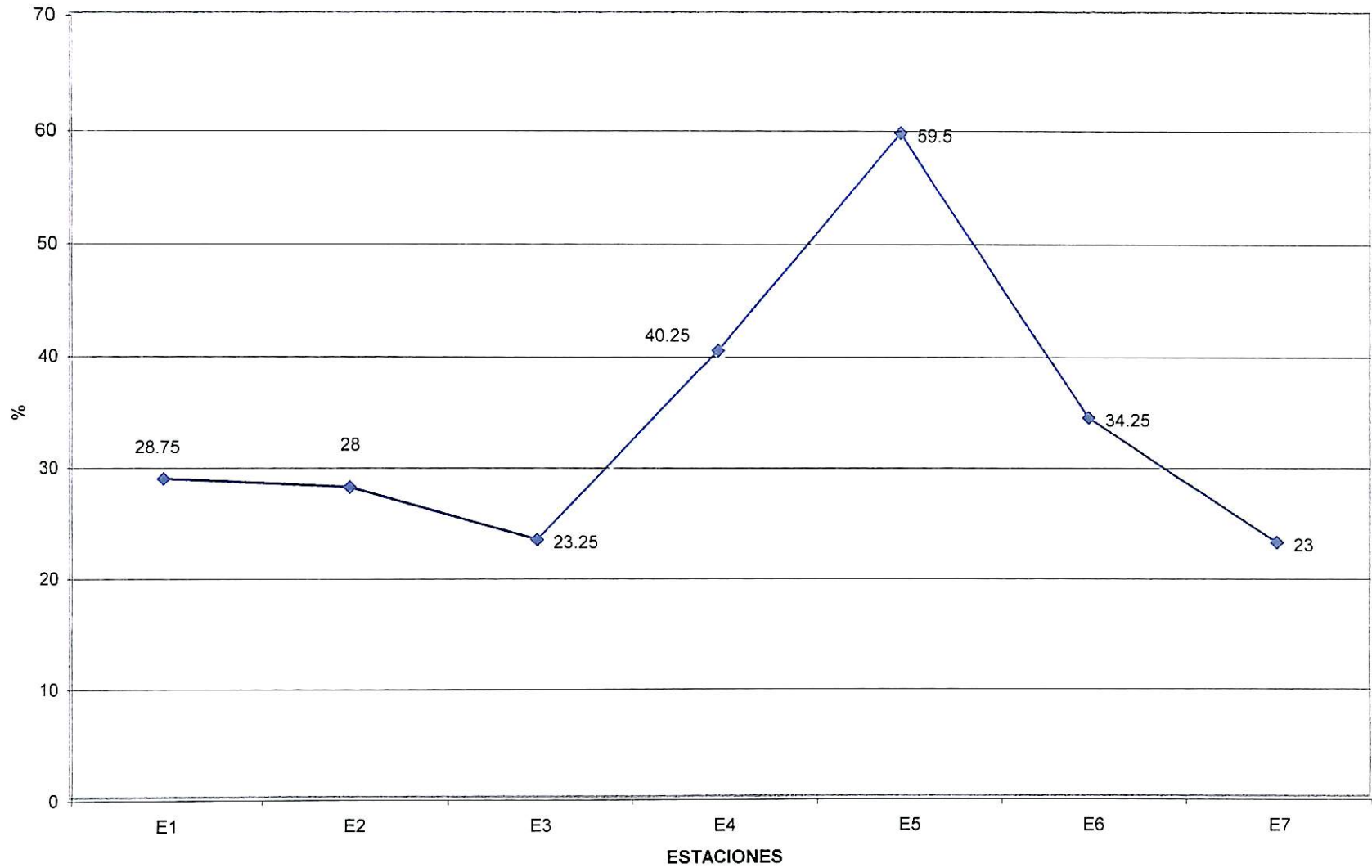


Figura 4.23. Comportamiento de la variable mantillo en la distancia 1, durante las estaciones evaluadas.

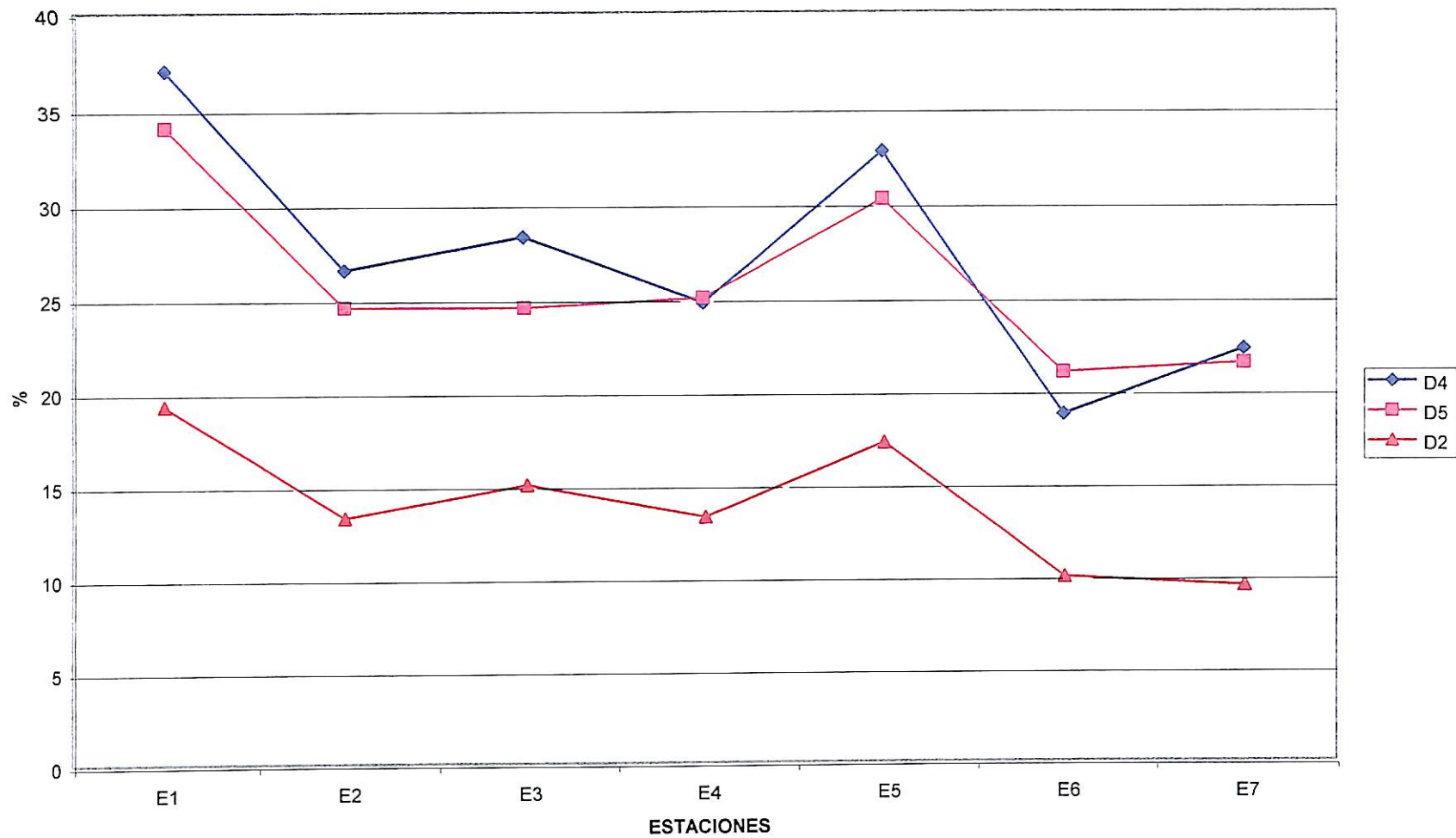


Figura 4.24. Comportamiento de las distancias 4, 5 y 2, durante las estaciones evaluadas.



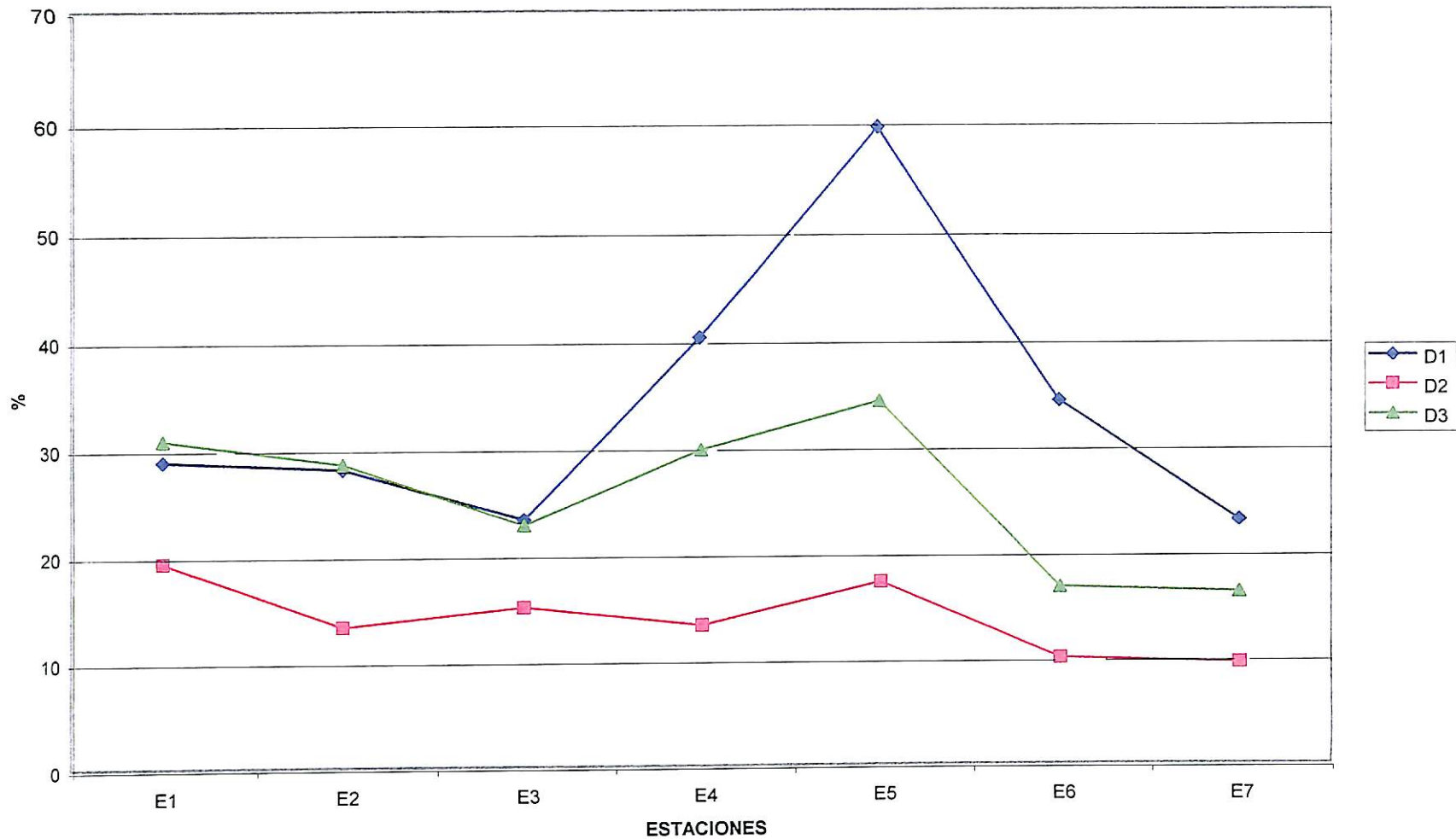


Figura 4.25. Comportamiento de la variable mantillo en las distancias 1, 2 y 3, durante las estaciones evaluadas.

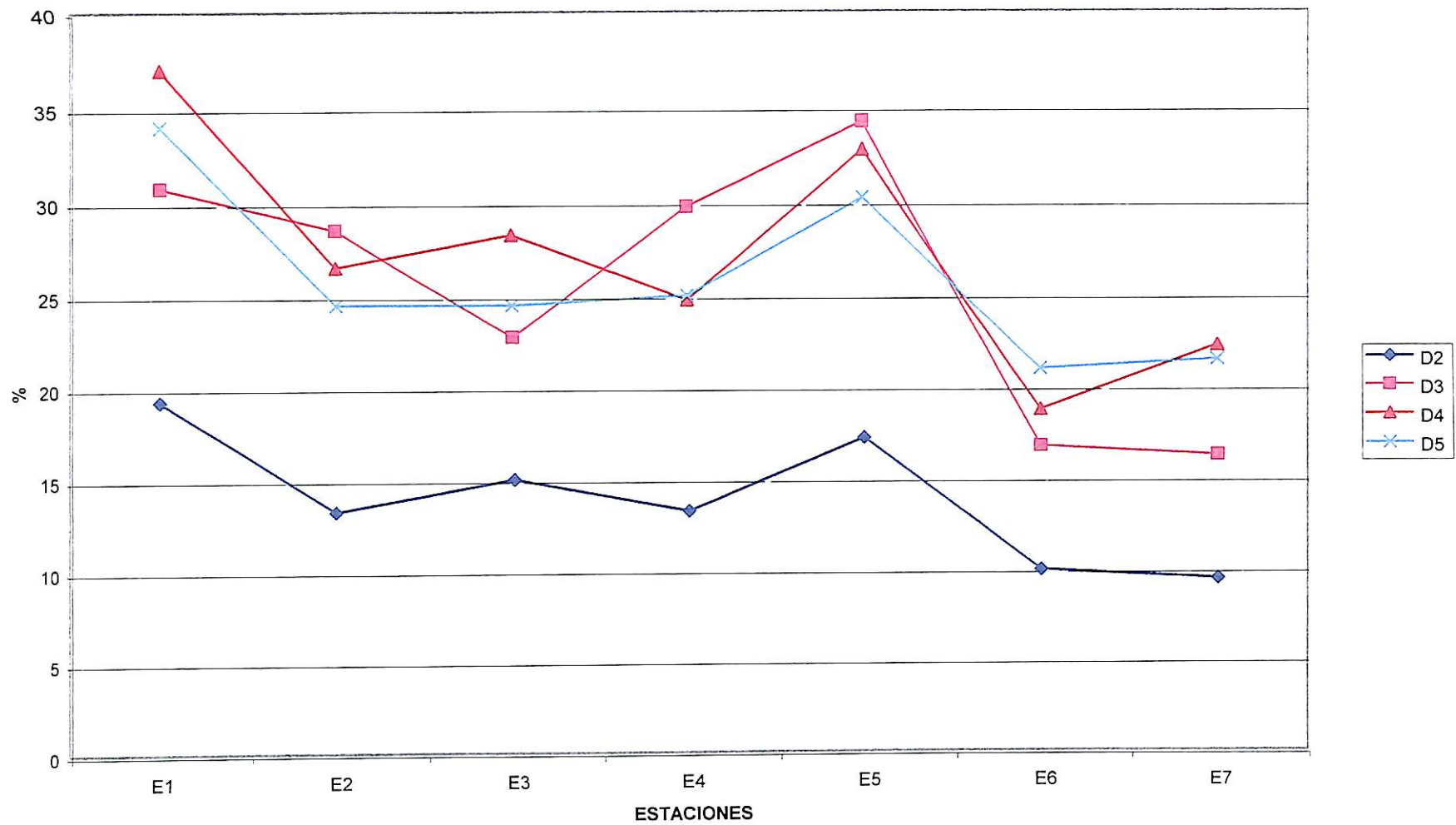


Figura 4.26. Diferencias entre las distancias 2 y 3, 4 y 5, durante las estaciones evaluadas.

## DISCUSION

### Suelo desnudo

#### Estaciones

El invierno comprendido entre el 22 de diciembre de 1994 y el 21 de marzo de 1995 conocido como la estación 1, así como la 2 y 4 presentaron las mayores cantidades de suelo desnudo (SD) debido a que la 1 es anterior a la instalación de los cercos energizados (se considera como la situación actual del rancho) y la 2 el inicio del manejo del rancho con el modelo holístico, en éstas fechas no se habían presentado lluvias suficientes, acumulándose hasta la estación 2 sólo 51 mm de precipitación como se muestra en la Figura 5.1; es importante mencionar que el manejo inició con 16 días de recuperación, es decir un solo día de ocupación de las pastas habiéndose acumulado tres ciclos de apacentamiento para la estación 2.

Estos resultados contrastan, aunque no del todo en lo que respecta a los periodos de ocupación con los obtenidos por Willms *et al.* (1990) que

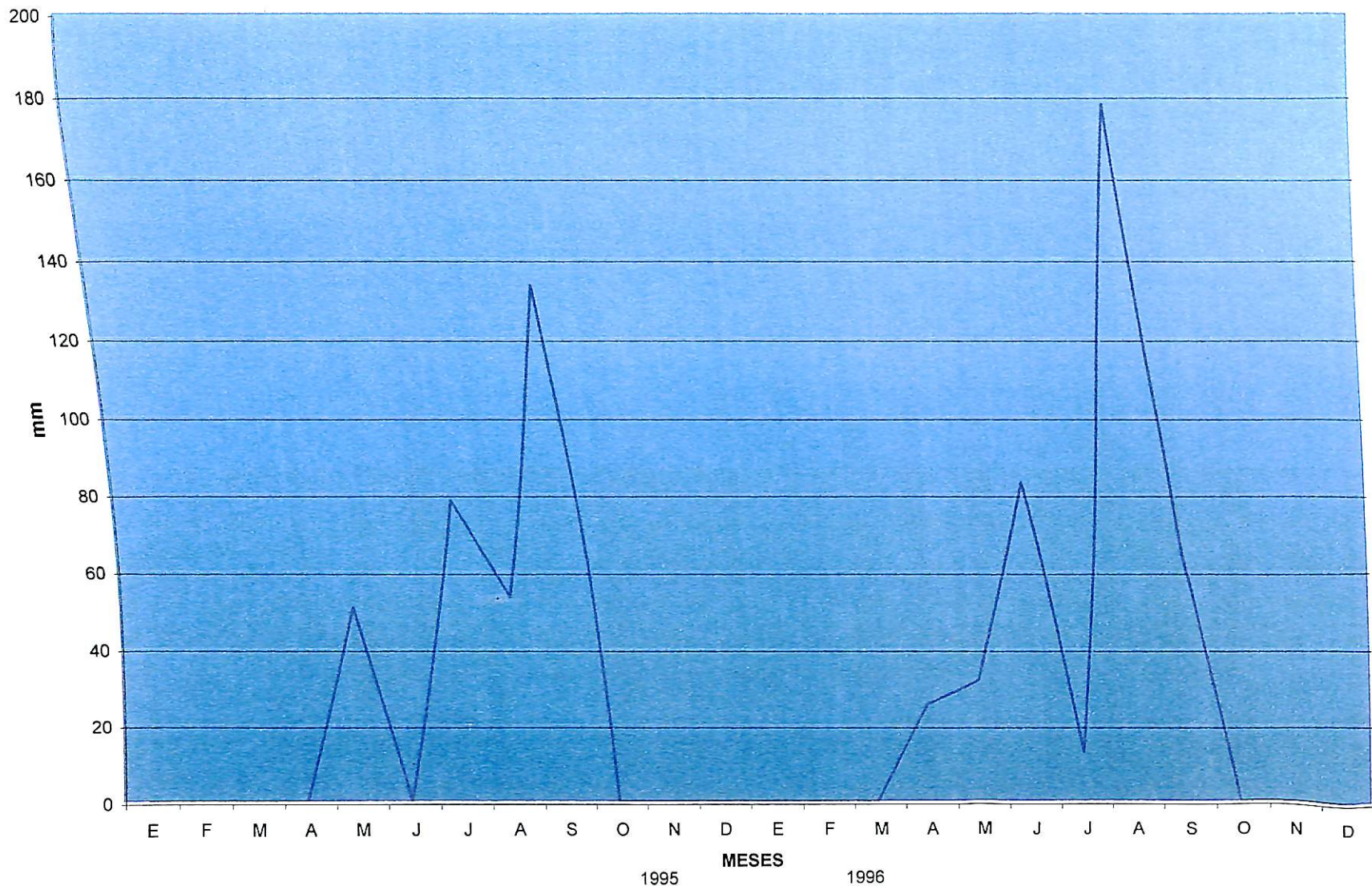


Figura 5.1. Comportamiento de la precipitación pluvial 1995-1996.

evaluaron la respuesta de la vegetación (basados en el concepto clímax) utilizando potreros con utilización y exclusión, concluyen que cargas y densidades de animales altas aún con tiempo controlado conducen a un deterioro del pastizal; pero similares a los obtenidos por White *et al.* (1991) quienes utilizaron nueve potreros para simular el sistema corta duración (CD) *versus* sistema continuo (SC) durante cinco años, concluyendo que cargas ligeramente altas se traducen en beneficios para zacates nativos como el navajita (*B. gracilis*) y Demer *et al.* (1991) quienes al evaluar el patrón de defoliación entre el CD con 3-7 días de ocupación y el SC, encontraron que la altura de los zacates disminuye cuando se eleva la carga animal, pero no es influenciada por el sistema de apacentamiento y con el CD se consumen menos del 10 por ciento de los rebrotes, lo que no sucede con el SC.

Aún y cuando aumentó el porcentaje de suelo desnudo de la estación 1 a la estación 2 (43.35 a 46.9 por ciento) como se muestra en la Figura 5.2., esta variable disminuyó significativamente hasta el final del estudio (31.3 por ciento), presentándose la segunda precipitación pluvial hasta el mes de julio del 95, lo cual nos indica que gran parte de la primavera (estación 2) y del verano (estación 3) la precipitación fue prácticamente baja, contrastando estos resultados con los obtenidos por Willms *et al.* (1990).

Cabe señalar que durante el estudio, las decisiones de manejo del rancho, este fue manejado por el administrador, utilizó su criterio y realizó las

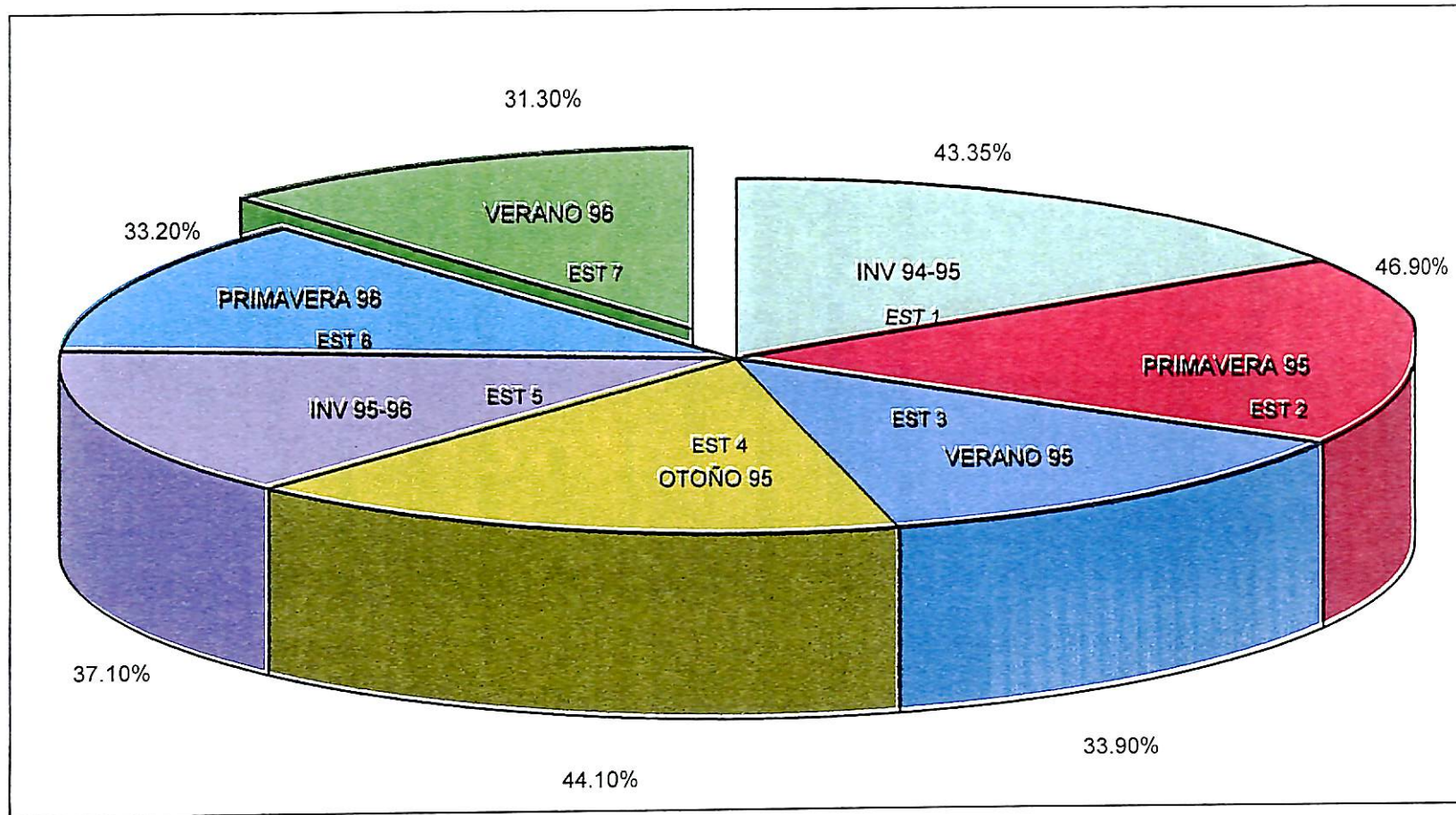


Figura 5.2. Comportamiento de la variable suelo desnudo;cobertura basal durante las estaciones evaluadas (promedio de ditancias).

modificaciones a los períodos de uso y recuperación, de tal forma que los días de ocupación variaron entre dos y tres lo cual indica que teniendo 16 potreros se tuvo un período de recuperación mínimo de 32 y 48 días respectivamente.

Los datos de los promedios de los porcentajes de todas y cada una de las variables y las estaciones se presentan en el Apéndice.

### Distancias

Como se subrayó en el capítulo de Materiales y Métodos, la distancia 2 guarda un efecto de sitio, en el entendido que por poseer condiciones físicas y topográficas muy distintas a las demás distancias evaluadas, tales como suelo altamente erosionado, pedregosidades y poca vegetación, era altamente probable que no fuera visitado por los animales para apacentar, sin embargo la presión de la competencia entre el hato los obligó a visitarlo y realizar el efecto de manada, esparciendo heces y orina en el mismo, aunque las condiciones del estudio no permitieron coincidir las épocas del apacentamiento con las de la llegada de las lluvias, como lo proponen Olson *et al.* (1985); así como la roturación del suelo por la pezuña de los mismos, este efecto benéfico se nota con la disminución del suelo desnudo a lo largo del estudio, sin embargo, la

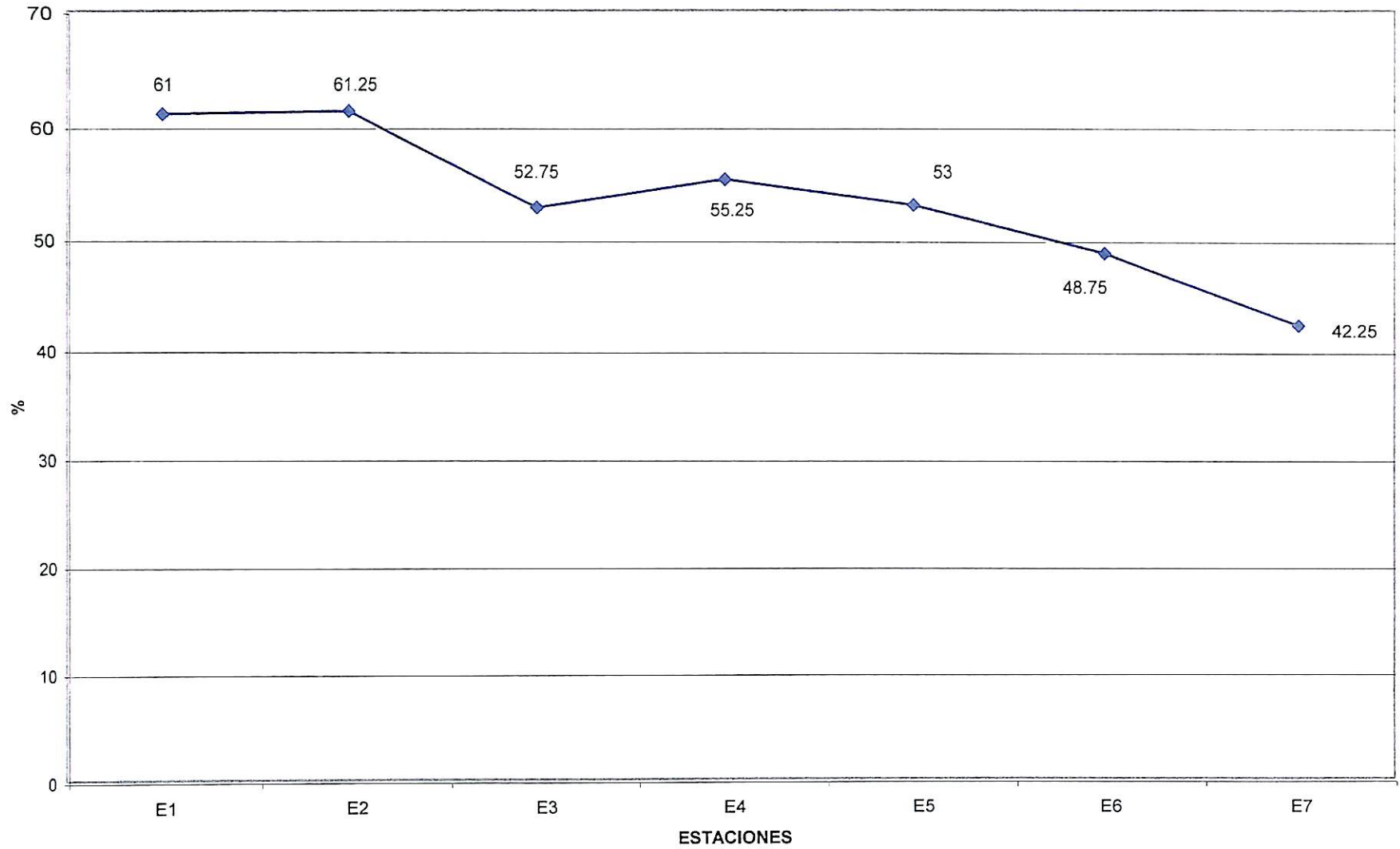


Figura 5.3. Comportamiento de la variable suelo desnudo en la distancia 2, durante las estaciones evaluadas.



variación en la compactación del suelo no sólo se debe al pisoteo de los animales, sino que interactúan con las condiciones ambientales que prevalecen en la región y la compactación negativa de los suelos se debe en mayor medida a la textura de los mismos que al efecto del pisoteo o sistema de pastoreo utilizado, lo cual no afecta considerablemente su densidad aparente (Harven, 1983 y Taboada y Lavado, 1988) como ocurrió con la distancia en cuestión.

Así cabe señalar que la notable disminución del suelo desnudo en esta distancia durante todo el estudio ( Figura 5.3.), se debe en gran medida a la cobertura basal residual tanto de nuevas plántulas, como del mantillo orgánico presente, permitiendo la infiltración de las próximas lluvias y llegar el suelo a su capacidad de campo (Naeth y Chanasyck, 1995), pudiendo aprovechar desde un 25 hasta un 60 por ciento del forraje presente sin afectar la producción (Milchunas *et al.*, 1994), condiciones similares a las presentadas en este estudio.

La distancia 1 (30m), que recibió el impacto del apacentamiento más duro que las otras, no presentó mayores cantidades de suelo desnudo que la distancia 2 (350m), bajo un sistema tradicionalista como el continuo, esta distancia hubiera resultado seriamente afectada por el impacto de la carga animal y la sobreutilización, lo cual no sucedió en este trabajo.

## Herbáceas

### Estaciones

Los resultados muestran que las herbáceas tienden a aumentar conforme avanzan las estaciones evaluadas, con valores desde 22.76 por ciento en el invierno de 1994-95 (estación 1), hasta un 46.70 por ciento en el verano de 1996 (estación 7), como lo muestra la figura 5.4.; sin embargo, en el otoño de 1995 (estación 4) e invierno de 1995-96 (estación 6), se reducen las cantidades, más no en una forma significativa, considerando que para estas fechas no se habían registrado precipitaciones desde septiembre de 1995 hasta marzo de 1996, es decir que prácticamente durante las dos estaciones en cuestión no llovió y la cantidad de herbáceas no disminuyó considerablemente, para llegar al final del estudio con una cantidad casi al doble del inicio del proyecto.

### Distancias

Los resultados de este estudio indican que la distancia que presentó las mayores cantidades de herbáceas fue la distancia 3 (750 m). Seguida de la más alejada del agua que se encuentra a 1500 m (distancia 5); la distancia 1 (30 m) se caracterizó por tener las menores cantidades de herbáceas durante todo el estudio (Figura 5.5.); sin embargo, esto no significa que haya sido una

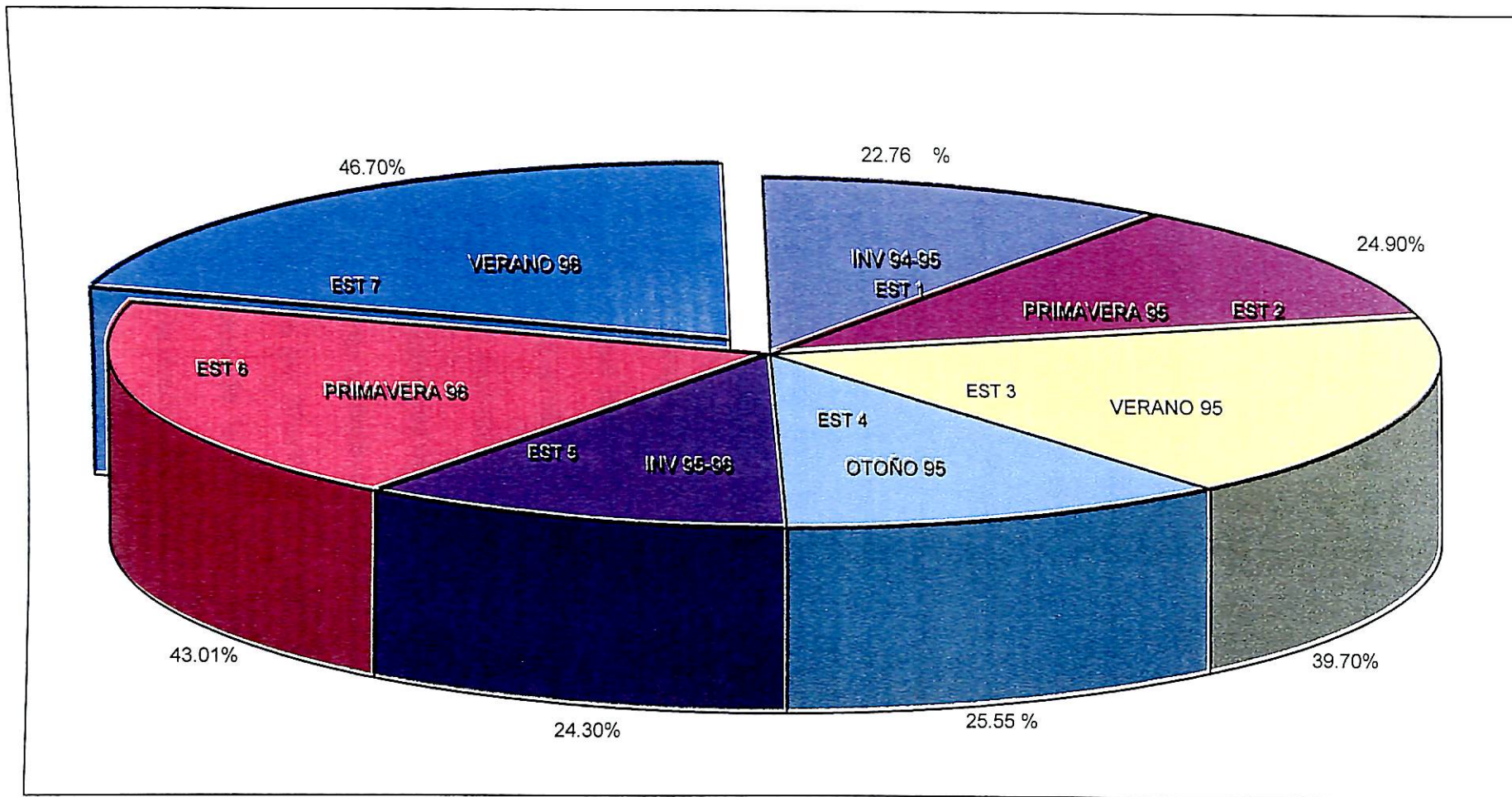


Figura 5.4. Comportamiento de la variable herbáceas durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias).

área de sacrificio por su cercanía al bebedero, ya que el suelo desnudo en esta distancia no es una característica predominante en todo el estudio, como se puede observar con las cantidades de mantillo y arbustos obtenidas en los resultados, lo que indica claramente que el suelo no está desprotegido totalmente después de ser utilizado el potrero con altas densidades de carga por más de un año y con condiciones climáticas desfavorables, debido a que en las estaciones más críticas del estudio, como lo fueron las estaciones 4 y 5, (otoño de 1995 e invierno del 95-96), no se presentaron precipitaciones, aún cuando en este sitio se pueden presentar las lluvias invernales. La distancia 2 que se caracterizó por ser un sitio con una planicie con altas cantidades de suelo desnudo y pedregosidad, así como la presencia de yucas (*Yucca spp.*) que no son muy buscadas por los animales para satisfacer sus necesidades alimenticias por sus propias características, registró un aumento considerable en la presencia de estas plantas presentando valores al inicio del estudio de 16.75 por ciento y no disminuyó en ninguna de las estaciones posteriores hasta llegar a un 45.5 por ciento al final de la investigación, las distancias cuatro y cinco presentaron tendencias similares obteniendo en promedio durante todo el estudio 33.76 y 34.44 por ciento respectivamente (Figura 5.5.); estos resultados concuerdan con los obtenidos por Shariff *et al.* (1994) y Briske y Stuth (1982) quienes evaluaron los efectos de la intensidad del apacentamiento en la mineralización de nutrientes, la descomposición de nutrientes y el grado de

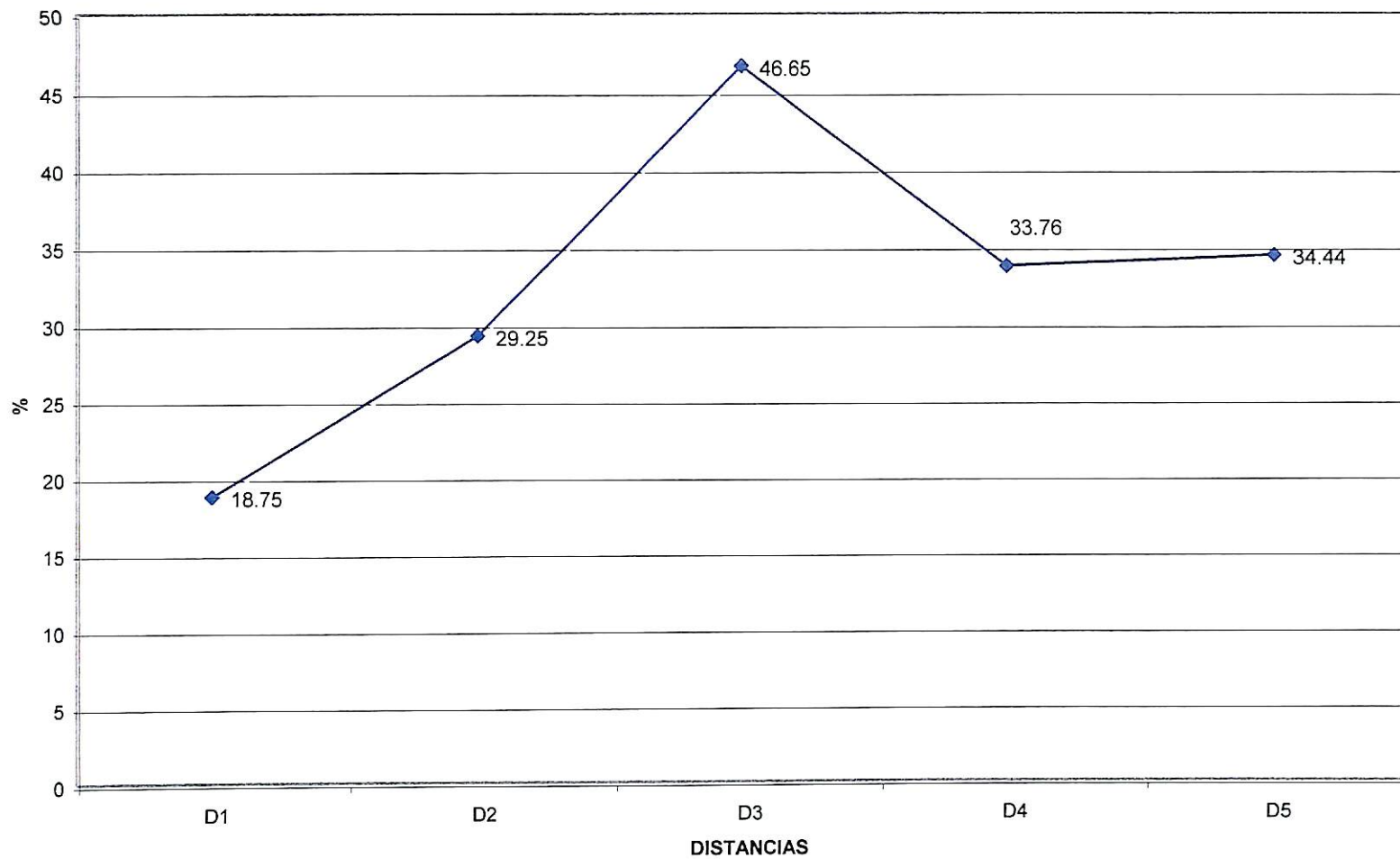


Figura 5.5. Comportamiento de las herbáceas durante las estaciones evaluadas (promedio de las estaciones).

utilización del forraje disponible respectivamente, concluyendo que tomando como norma de apacentamiento toma la mitad y deja la mitad no se observa efecto negativo al utilizar el sistema de corta duración y con respecto a la utilización existe mayor uniformidad y frecuencia en el consumo de forraje; Zhang y Romo (1995), Voisin (1962) y Savory (1980)

quienes consideran que una carga animal alta por un período de tiempo corto como para no consumir el rebrote de lo consumido, se agregarían al suelo gran cantidad de nutrientes a través de las heces y orina; Walker y Heitschmidt (1989) quienes al evaluar los sistemas de apacentamiento conocidos, utilizaron potreros de 30 y 10 ha con 3.6 ha/vaca/año, encontrando que es importante la uniformidad de los potreros ya que disminuye el tiempo de búsqueda del alimento por los animales, haciendo más uniforme tanto el consumo como la distribución espacial del apacentamiento. Hart *et al.* (1993) evaluaron el sistema corta duración y el continuo con carga animal moderada y alta, concluyendo que la carga animal tiene mayor efecto que los sistemas de apacentamiento para afectar la defoliación y la composición botánica de las especies.

Estos resultados (Hart *et al.*, 1993) no concuerdan con la afirmación de Brady *et al.* (1989) que concluyó que existe diferencia en la respuesta de la vegetación entre un potrero con descanso prolongado (16 años) y otro con utilización, concluyendo que la cobertura de la vegetación es mayor en las

áreas utilizadas pero esto se debe más a los cambios cíclicos en la vegetación, que al manejo de los recursos.

## **Arbustos**

### Estaciones y Distancias

Contrario a lo que se considera que el modelo holístico y específicamente el impacto animal, destruye o afecta considerablemente la presencia de los arbustos en los pastizales, debido al amontonamiento de los animales, derribamiento por los mismos semovientes, en este estudio se encontró que no fueron afectados significativamente, como lo muestra la figura 5.6.; razón por la cual se realizó una observación detenida del vigor de los arbustos en cada estación climática, en todas las distancias y durante todo el estudio de las condiciones físicas de los mismos en cuanto a presencia de hojas y tejido verde, variando las calificaciones durante el estudio de condiciones regulares a excelentes como lo muestra el apéndice.

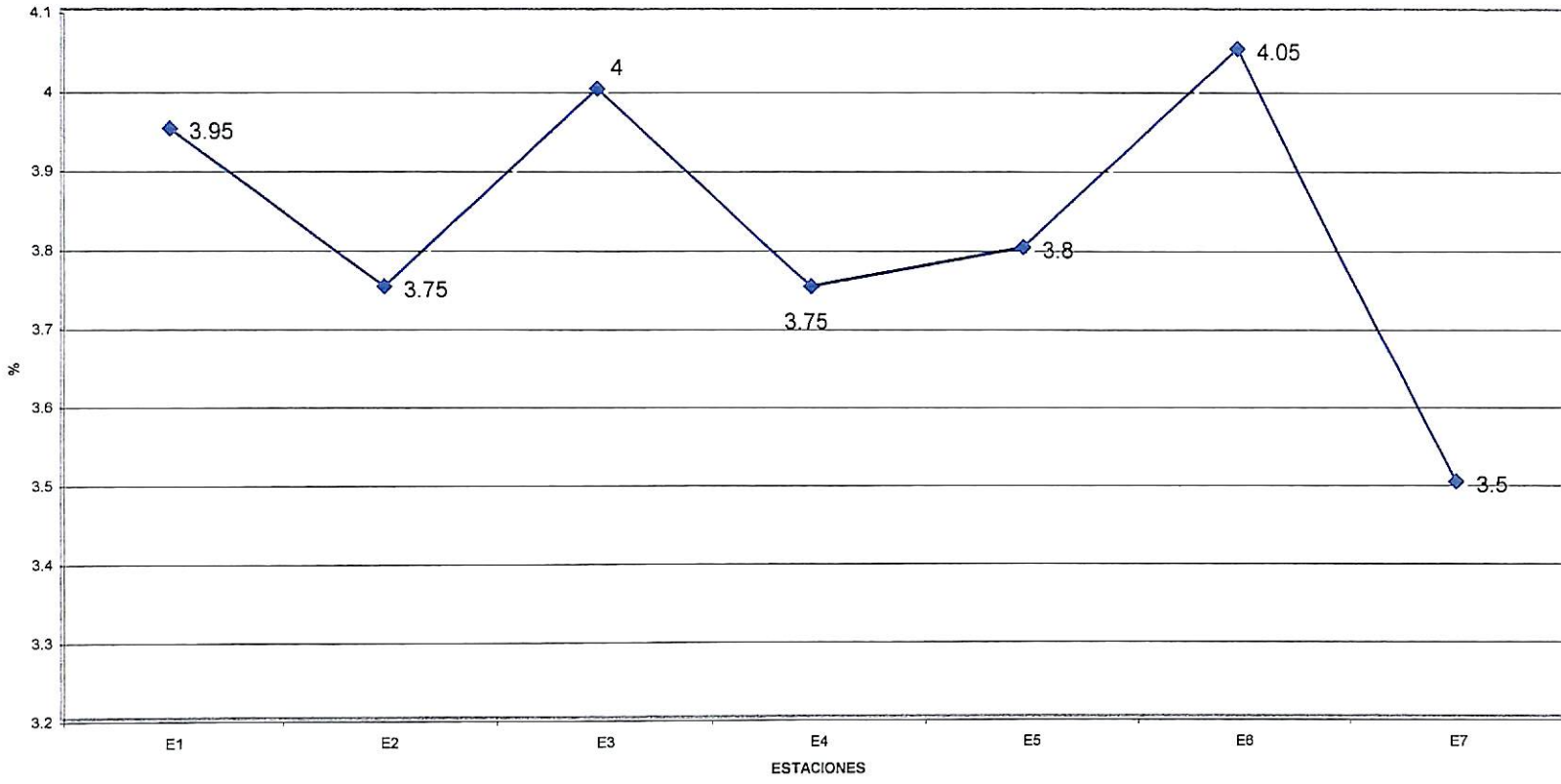


Figura 5.6. Comportamiento de los arbustos durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias al agua).



## Mantillo

### Estaciones

Los porcentajes de mantillo obtenidos en este estudio, sobre todo los de las estaciones 4 y 5 (otoño del 95 e invierno de 1995-96), que una vez iniciado el sistema holístico en este rancho fueron los más altos que se registraron en todo el estudio con un 26.6 por ciento y 34.8 por ciento, respectivamente, como lo muestra la figura 5.7., considerando que la estación 1 aún no se implementaba este sistema que registró un 29.95 por ciento; lo que no sucedió tan marcadamente en las épocas más calurosas del año como lo fueron las estaciones 2 y 3 y 6 y 7 (primavera y verano de 1995 y 1996, respectivamente), que tuvieron un 24.15 y 22.75 por ciento así como un 20.15 y 18.50 por ciento respectivamente. La menor cantidad de mantillo durante todo el estudio se registró en la estación 6 (primavera 96) con un 10 por ciento solamente, sucediendo esto en la distancia 2, mostrándose estos registros en el apéndice.

Los resultados anteriores muestran una amplia distribución espacial de los animales y por ende de heces y orina, concordando con los resultados de Witehead (1970) que menciona que la proporción de nitrógeno en la orina representa un 43 por ciento y este se encuentra disponible en forma inmediata

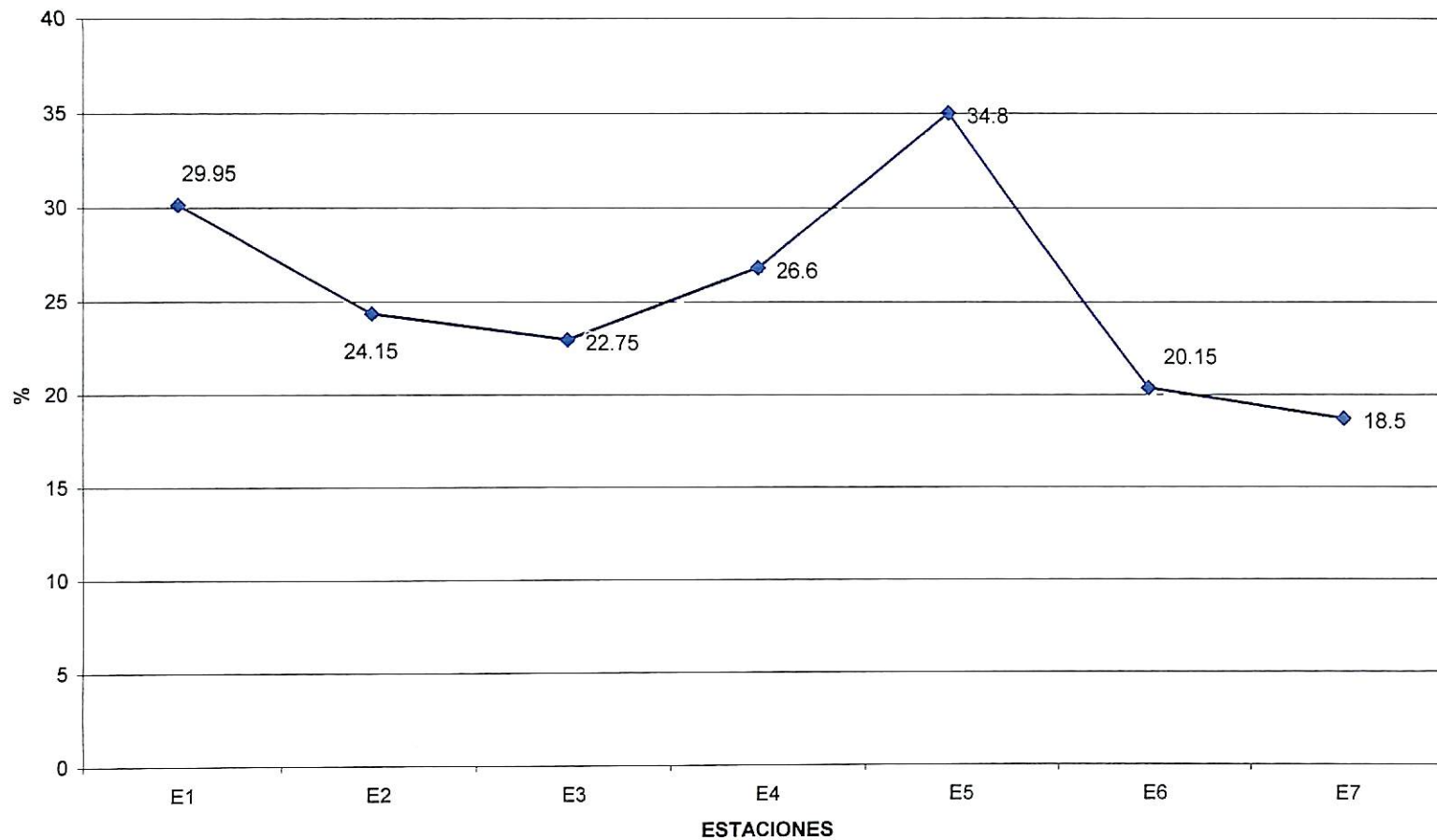


Figura 5.7. Comportamiento del mantillo durante las estaciones evaluadas (promedio de las distancias al agua).

para ser utilizado por las plantas; por otro lado, Willms *et al.* (1990) evaluaron la respuesta de la vegetación a los sistemas de apacentamiento detectando en los potreros utilizados mayores cantidades de fósforo y menores cantidades de materia orgánica y nitrógeno, concluyendo que una carga animal alta con tiempo controlado puede conducir a un deterioro del pastizal.

### Distancias

En lo concerniente a este factor, se observa una clara distribución del mantillo en todas las distancias al agua y durante las estaciones evaluadas en este trabajo, aunque si existen diferencias estadísticas, como se mostró en los análisis de varianza en el capítulo anterior. La distancia 1 es la más frecuentada por los animales debido al factor agua, sin embargo se observa que el mantillo aumenta considerablemente en las épocas más frías del año en esta distancia particularmente, más no así en las otras distancias (2, 3, 4 y 5) que se encuentran considerablemente más alejadas al agua llegando hasta los 1500 m en su punto extremo (distancia 5) como se muestra en la figura 5.8.. En lo general por los valores registrados en el campo se observó una distribución uniforme de las heces de los animales que apacentaron este potrero, así como material vegetal en descomposición pisoteado o arrastrado por ellos. Lo anterior confirma las conclusiones que encontró Witehead (1970) y Savory (1980)

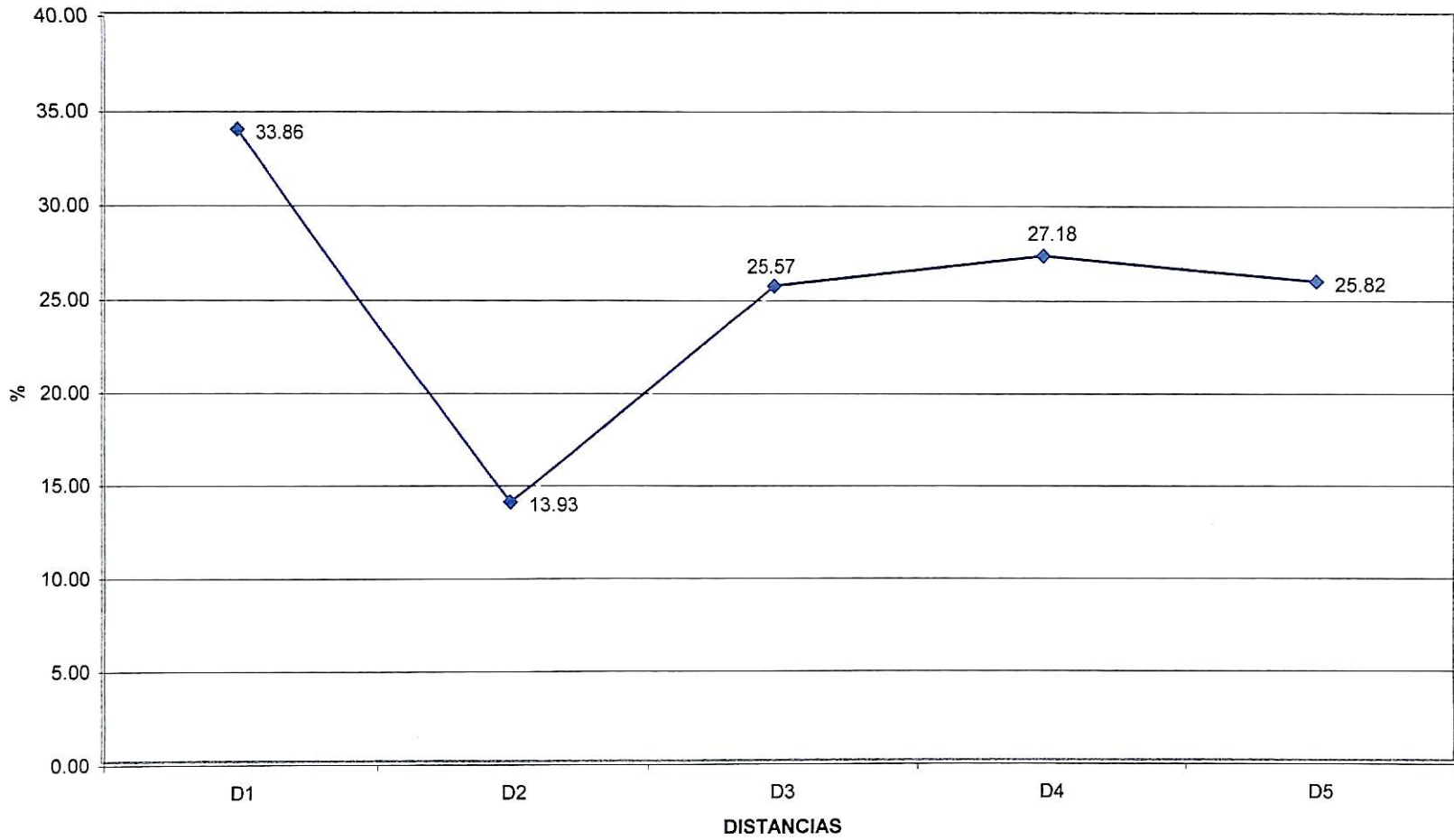


Figura 5.8. Comportamiento del mantillo en las distancias al agua (promedio de las estaciones).

quienes en sus investigaciones han encontrado los beneficios de la excreta de los animales, así como de la orina que puede ser utilizada inmediatamente por las plantas y se promueve la aceleración del ciclo mineral (Wamer *et al.*, 1986). Pluhar *et al.* , 1987) confirman que posterior a una defoliación el impacto de esta no es tan grave cuando la vegetación en pie y la cobertura del suelo se incrementa promoviendo la estabilidad del suelo, contrastando con Clary (1995) que evaluó el efecto de la defoliación, reciclaje de nutrientes y la compactación del suelo, encontrando que en las épocas críticas una defoliación mayor al 30 por ciento reduce significativamente la producción de biomasa, debido al lento reciclaje de nutrientes, así como a la compactación del suelo posterior a una defoliación.

## CONCLUSIONES

Los resultados presentados en esta investigación muestran evidentemente que existió un efecto benéfico al pastizal utilizando la herramienta de impacto animal al promoverse el incremento de la cobertura tanto en las estaciones climáticas como en las distancias al agua evaluadas. El suelo desnudo disminuyó significativamente del inicio de la investigación en este rancho y hasta su conclusión, tanto en estaciones como en distancias.

Las herbáceas, tanto anuales como perennes, que representan la principal fuente de alimentación del ganado doméstico y fauna silvestre, registraron aumentos considerables en la cobertura basal.

La presente recuperación del pastizal al realizar este estudio, así como los datos obtenidos de la precipitación indican que el impacto animal favoreció al suelo y la vegetación al aumentarse las cantidades de gramíneas, hierbas anuales y perennes en la cobertura basal que promoverán la dinámica de las poblaciones y protegen al suelo de la erosión.

Los arbustos no fueron afectados por el impacto animal bajo las condiciones presentadas en esta investigación.

Bajo las condiciones que imperaron en el estudio se concluye que el impacto animal utilizando el modelo holístico es benéfico para el suelo y vegetación, por lo tanto se rechazan las hipótesis nulas.

## RESUMEN

La investigación se realizó en el rancho Tierritas, Mpio. de San Juan de Sabinas, Coahuila, dentro de un clima semiárido, con precipitación que oscila entre los 400-500 mm anuales, con predominio de matorral espinoso. Se tuvo como objetivo principal evaluar el impacto en suelo y vegetación utilizando el modelo holístico en el noreste de Coahuila.

Se utilizó un diseño completamente al azar y pruebas de Tuckey para evaluar la respuesta de cuatro variables, que son: suelo desnudo, herbáceas, arbustos y mantillo orgánico. Se utilizó la línea de puntos de 30 m de largo y toma de datos de cobertura basal cada 30 cm. Se evaluaron siete estaciones climáticas durante 1995 y 1996 a cinco distancias al agua, que son estación 1 (1) invierno 1994-95, (2) primavera '95, (3) verano '95, (4) otoño '95, (5) invierno '95-96, (6) primavera '96, (7) verano '96 y distancia 1 a 30 m, (2) 350 m, (3) 750 m, (4) 1100 m y (5) 1500 m, respectivamente.

En cada distancia se tiraron cuatro líneas, las cuales su ubicación y orientación fue escogida al azar por personal ajeno al estudio, escogiendo la



orientación en un sorteo y la ubicación lanzando un objeto fácilmente localizable.

En la variable suelo desnudo en las estaciones evaluadas, la 1 presento hasta un 43.3 por ciento, siendo la mayor la 2 con un 46.9 por ciento, disminuyendo estos valores considerablemente en las estaciones posteriores. La distancia 2 registró las mayores cantidades de suelo desnudo durante todo el estudio, ésta disminuyó significativamente, teniendo valores que van del 61 por ciento en la estación 1 reduciéndose hasta un 42.25 por ciento en la estación 7. La distancia 3 registró las menores cantidades de suelo desnudo, siendo homogéneas la 1, 5 y 4; en lo general se apreciaron claras disminuciones en el suelo desnudo tanto en las estaciones como en las distancias

En la variable cobertura basal de herbáceas se encontró diferencias significativas tanto en estaciones como en las distancias. Las estaciones 5, 2, 4 y 1 fueron homogéneas estadísticamente (95%), las que más cantidades presentaron fueron las 7, 6 y 3. Las mayores diferencias se mostraron entre la 1 y 3, 1 y 6 y 1 y 7 mostrando un claro aumento en la cobertura basal.

La variable arbustos, presentó diferencias significativas de cobertura sólo en las distancias, más no en las estaciones, comportándose homogéneamente durante todo el estudio, lo que indica que el impacto animal no los afectó.

La variable de respuesta mantillo, presentó diferencias en estaciones y distancias. La estación 5 presentó las mayores cantidades hasta con un 59.5 por ciento, las demás presentaron valores más conservadores. La distancia 1 registró los valores más altos, aumentando de un 28.75 por ciento hasta un 60 por ciento, atribuible a la cercanía al bebedero. Se notó una distribución uniforme de las heces en todo el potrero durante todo el estudio.

## LITERATURA CITADA

- Bari F, M. K. Wood and L. Murray. 1995. Livestock grazing impacts on interrill erosion in Pakistan. *J. Range Manage.* 48 (3): 251-257. USA.
- Barry, D.I., P.L. Rutledge, A.W. Bailey, M.A. Naeth and D.S. Chanasayk. 1995. Grass utilization and grazing distribution within intensively managed fields in central Alberta. *J. Range Manage.* 48 (4): 358-361. USA.
- Bartolome, J.W. 1993. Application of herbivore optimization theory to rangelands of the western United States. *Ecological Applications.* 3 (1):27-29.
- Belsky, A.J. 1986. Does herbivory benefit plants? a review of the evidence. *The American Naturalist.* 127(6): 870-891. USA.
- Bohn, C.C. and J. C. Buckhouse. 1985. Some responses of riparian soils to grazing management in northeastern Oregon. *J. Range. Manage.* 38 (4): 378-381. USA.
- Brady, W. W., M. R. Stromberg, E.F. Aldon, C.D. Bonham and S.H. Henry. 1989. Response of a semidesert grassland to 16 years of rest from grazing. *J. Range. Mange.* 42 (4): 284-288. USA.
- Briske, D.D. 1993. Grazing optimization: a plea for a balanced perspective. *Ecol. Soc. of America. Ecological Applications.* 3(1): 24-26. USA.
- Briske, D.D. and J.W. Stuth. 1982. Tiller defoliation in a moderate and heavy grazing regime. *J. Range. Manage.* 35 (4): 511-514. USA.
- Briske, D.D. and R.K. Heitschmidt. 1991. An ecological perspective. In: Heitschmidt, R.K. and J.W. Stuth. *Grazing management an ecological perspective.* Timber Press, Inc. 256 p. USA.
- Brown, B.J. and T.F. Allen. 1989. The importance in evaluating herbivory impacts. *Oikos.* 54: 189-194. Copenhagen.

- Brumer, J.E., R.L. Gillen and F.T. Mccolum. 1988. Herbage dynamics of tallgrass prairie under short duration grazing. *J. Range Manage.* 41 (3): 264-266. USA.
- Caldwell, M.M., J.H. Richards, J.H. Manwaring and D.M. Eissenstat. 1987. Rapid shifts phosphate acquisition show direct competition between neighbouring plants. *Nature.* 327:615-616.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sample range vegetation. *J. Forest.* 39: 388-394. USA.
- Cassels, D.M., R.L. Gillen, F.T. Mccollum, K.W. Tate and M.E. Hodges. 1995. Effects of grazing management on standing crop dynamics in tallgrass prairie. *J. Range Manage.* 48(1): 81-84. USA.
- Chaneton, E. J. and R. S. Lavado. 1986. Soil nutrients and salinity after long-term grazing exclusion in a flooding pampa grassland. *J. Range Manage.* 49 (2): 182-187. USA.
- Clary, W. P. 1995. Vegetation and soil responses to grazing simulation on riparian meadows. *J. Range Manage.* 48 (1): 18-25. USA.
- Cochran, W. X. y G. M. Cox. 1965. Diseños experimentales Agencia Para el Desarrollo (A.I.D.). México, D.F. McGraw-Hill. 145 p.
- COTECOCA. (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1979. Coahuila. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Subsecretaría de ganadería. México, D.F.
- Coughenour, M.B., 1991. Spatial components of plant-herbivore interactions in pasture, ranching on the native ungulados ecosystems. *J. Range Manage.* 44 (6): 530-542. USA.
- Cox, J. R., G. B. Ruyle and B. A. Roundy. 1990. Lehmann lovergrass in southeastern Arizona: biomass production and disappearance. *J. Range Manage.* 43(4): 367 -372. USA.
- Crawley, M.J. 1983. Herbivory, the dynamics of animal-plant interactions, studies in ecology. Vol 10. University of California Press. p. 1-20. Gran Bretaña.
- Derner J.D., R.L. Gillen, F.T. Mccollum and K.W. Tate. 1994. Little bluestem tiller defoliation patterns under continuous and rotational grazing. *J. Range Manage.* 47 (3): 220-225. USA.

- Dormaar, J. F., A. Johnston and S. Smoliak. 1984. Seasonal changes in carbon content, and dehydrogenase, phosphatase, and urease activities in mixed prairie and fescue grassland AH horizons. *J. Range Manage.* 37 (1): 3135. USA.
- Dormaar, J.F., S. Smoliak and W.D. Willms. 1989. Vegetation and soil responses to short duration grazing on fescue grasslands. *J. Range Manage.* 42(3): 252-256. USA.
- Frank, A.B., D.L. Tanaka, L. Hoffman and R.F. Follett. 1995. Soil carbon and nitrogen of northern great plains grasslands as influenced by long-term grazing. *J. Range Manage.* 48 (5): 470-474. USA.
- Ganskop, D. and J. Rose 1992. Bunchgrass basal area affects selection of plants by cattle. *J. Range Manage.* 45 (6): 538-541. USA.
- García, E. 1978. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2 ed. Trillas México. 217 p.
- Gillen, R.L., F.T. Mccollum and J.E. Brummer. 1990. Tiller defoliation patterns under short duration grazing in tallgrass prairie. *J. Range Manage.* 43(2): 95-99. USA.
- Gutman, M., N.G. Seligman and I.N. Meir. 1990. Herbage production of mediterranean grassland under seasonal and yearlong grazing systems. *J. Range Manage.* 43(1): 64-68. USA.
- Hart, R.H., S. Clappy and P.S. Test. 1993. Grazing strategies, stocking rates and frequency and intensity of grazing on western wheatergrass and blue gramma. *J. Range Manage.* 46(2): 122-126. USA.
- Hart, R.H., M.J. Samuel, P.S. Test and M.A. Smith. 1988. Cattle, vegetation and economic responses to grazing systems and grazing pressure. *J. Range Manage.* 41(4): 282-286. USA.
- Harven, B.P. 1983. Soil bulk density as influenced by grazing intensity and soil type on a shortgrass prairie site. *J. Range Manage.* 36(5): 586-588. USA.
- Hastings, J.R. and M.R. Turner. 1980. *The changing mile.* The University of Arizona Press. 305p. USA.

- Heitschmidt, R.K., D.L. Price, R.A. Gordon and J.R. Frasure. 1982a. Short duration grazing at texas experimental ranch: effects on aboveground net primary production and seasonal growth dynamics. *J. Range Manage.* 35(3): 367-372. USA.
- Heitschmidt, R.K., J.R. Frasure, D.L. Price and L.R. Rittenhouse. 1982b. Short duration graing at the texas experimental ranch: weight gains of growing heifers. *J. Range Manage.* 35(3): 375-379. USA.
- Heitschmidt, R.K., S.L. Dowhower and J.W. Walker. 1987. 14- vs 42-paddock rotational grazing: aboveground biomass dynamics, forage production, and harvest efficiency. *J. Range Manage.* 40 (3): 216-223. USA.
- Heitschmidt, R.K. and J.W. Stuth. 1991. *Grazing management; an ecological perspective.* Timber Press, Inc. USA. 256 p.
- Irving, B.D., P.L. Rutledge, A.W. Bailey, M.A. Naeth and D.S. Chanasyk. 1995. Grass utilization and grazing distribution within intensively managed fields in central Alberta. *J. Range Manage.* 48 (4): 358-361. USA.
- Jeffries, D.L., and J.M. Koplatak. 1987. Effects of grazing on the vegetation of the blackbrush association. *J. Range Manage.* 40(5): 390-392. USA.
- Kirby, D.R. and M. Parman. 1986. Botanical composition and diet quality of cattle under a short duration grazing system. *J. Range Manage.* 39 (6): 509-512. USA.
- Lavado, R. S., J. O. Sierra and P. N. Hashimoto. 1996. Impact of grazing on soil nutrients in a pampean grassland. *J. Range Manage.* 49 (5): 452-457. USA.
- Luna, V. R. De, J.G.Medina y L.C. Fierro. 1985. Manejo y transformación de pastizales. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). delegación Coahuila. Saltillo, Coahuila, México. 335p.
- Martín R., H. M., J. R. Cox and F. Ibarra-F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran desert *J. Range Manage.* 48 (1): 60-63. USA.
- Mccalla, E.R., W.H. Blackburn and L.B. Merrill. 1984. Effects of livestock grazing on infiltration rates, Edwards plateau of Texas. *J. Range Manage.* 37 (3): 265-269. USA.

- Mckown, C.D., J.W. Walker, J.W. Stuth and R.K. Heitschmidt. 1991. Nutrient intake of cattle on rotational and continuous grazing treatments. *J. Range Manage.* 44(6): 596-601. USA.
- McNaughton, S.J. 1993. Grasses and grazaers, science and management. *Ecological Applications*, Ecological Society of America. 3 (1): 17-20. USA.
- Milchunas, D.G., J.R. Forwood and W.K. Lauenroth. 1994. Productivity of long-term grazing treatments in response to seasonal precipitation. *J. Range Manage.* 47(2): 133-139. USA.
- Naeth, M.A. and D.S. Chanasyk. 1995. Grazing effects on soil water in Alberta foothills fescue grasslands. *J. Range Manage.* 48 (6): 528-534. USA.
- Naeth, M.A., D.S. Chanasyk, R.L. Rothwell and A.W. Bailey. 1991. Grazing impacts on soil water in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Can. J. Sci.* 71:313-325. Canada.
- Olson, K.C., R.S. White and B.W. Sindelar. 1985. Response of vegetation of the northern great plains to precipitation amount and grazing intensity. *J. Range Manage.* 38(4): 357-361. USA.
- Painter, L.E. and A.J. Belsky. 1993. Application of herbivore optimization theory to rangelands of the western United States. *Ecological Applications*, Ecological Society of America. 3(1): 3-9. USA.
- Patten, D.T. 1993. Herbivore optimization and overcompensation: does negative herbivory on western rangelands support these theories?. *Ecological Applications*. Ecological Society of America. 3(1): 35-35. USA.
- Pierson, F.B., and D.L. Scarnecchia. 1987. Defoliation of intermediate wheatgrass under seasonal and short – duration grazing. *J. Range Manage.* 40 (3): 228-232. USA.
- Pitts, J.S. and F.C. Bryant. 1987. Steer and vegetation response to short duration and continuous grazing. *J. Range Manage.* 40(5): 386-389. USA.
- Pluhar, J.J., R. W. Knight and R. K. Heitschmidt. 1987. Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas rolling plains. *J. Range Manage.* 40 (3): 240-243. USA.

- Price P.W., T.H. Lewinsohn, G.W. Fernández and W.W. Benson. 1991. Plant-animal interactions. Evolutionary ecology in tropical and temperate regions. John Wiley and Sons Inc. p. 227-252. USA.
- Ralphs, M.H., M.M. Kothmann, and Ch. A. Taylor. 1990. Vegetation response to increases stocking rates in short duration grazing. *J. Range Manage.* 43(2): 104-108. USA.
- Savory, A. 1980. Holistic resource management. Island Press. USA. 564p.
- Shariff, A.R., M.E. Biondini and C.E. Grygiel. 1994. Grazing intensity effects on litter decomposition and soil nitrogen mineralization. *J. Range Manage.* 47(6): 444-449. USA.
- Schuster, J.L. 1964. Root development of native plants under three grazing intensities. *Ecology.* 45:63-70. USA.
- Stoddart, L.A. and D. A. Smith. 1943. Grazing management. American Forestry Series. McGraw-Hill Book Company, Inc., p. 125-159. USA.
- Taboada, M.A. and R.S. Lavado. 1988. Grazing effects of the bulk density in a natraquoll of the flooding pampa of Argentina. *J. Range Manage.* 41 (6): 500-503. USA.
- Taylor, C.A., T.D. Brooks and N.E. Garza. 1993. Effects of short duration and high intensity, low frequency grazing systems on forage production and composition. *J. Range Manage.* 46: 118-121. USA.
- Tohill, A. and J. Dollerschell. 1990. "Livestock" the key to resource improvement on public lands. *Rangelands.* 12(6): 329-336. USA.
- UNAM. (Universidad Nacional Autónoma de México). 1970a. Carta climática. Instituto de Geografía. Nuevo Laredo 14 R-V. Escala 1: 500, 000.
- UNAM. (Universidad Nacional Autónoma de México) 1970b. Carta climática. Instituto de Geografía. Piedras Negras 14 R-III. Escala 1: 500, 000.
- Vallentine, J.F. 1989. Range developments and improvements. 3 rd. ed. Academic Press. USA. 524p.
- Vallentine, F.J. 1990. Grazing management. Academic Press, Inc. USA. 379p.
- Voisin, A. 1962. Productividad de la hierba. Ed. Técnicos, Madrid, España. 499p.



- Volesky, J.D., F.A. O'farrell, W.C. Ellis, M.M. Kothmann, F.P. Horn, W.A. Phillips and S.W. Coleman. 1994. A comparison of frontal, continuous, and rotational grazing systems. *J. Range Manage.* 47(3): 210-214. USA.
- Walker, J. W. and R. K. Heitschmidt. 1986. Effects of various grazing systems on type and density of cattle trails. *J. Range Manage.* 39 (5): 428-430. USA.
- Walker, J. D. and R. K. Heitschmidt. 1989. Some effects of a rotational grazing treatment on cattle grazing behavior. *J. Range Manage.* 42 (4): 337-342. USA.
- Walker, J. D., R. K. Heitschmidt and S.L. Dowhower. 1989. Some effects of a rotational grazing treatment on cattle preference for plants communities. *J. Range Manage.* 42(2): 143-148. USA.
- Warren, S.D., W.H. Blackburn and C.A. Taylor. 1986a. Effects of season and stage of rotation cycle on hydrologic condition of rangeland under intensive rotation grazing. *J. Range Manage.* 39 (6): 486-491. USA.
- Warren, S.D., W.H. Blackburn and C.A. Taylor. 1986b. Soil hydrologic response to number of pastures and stocking density under intensive rotation grazing. *J. Range Manage.* 39 (6): 500-504. USA.
- White, M.R., R.D. Pieper, G.B. Donart and L.W. Trifaro. 1991. Vegetational response to short -duration grazing in southcentral New Mexico. *J. Range Manage.* 44(4): 399-403. USA.
- Whitehead, D.C. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. *Bulletin* 48. USA. 99p.
- Willms, W. D., B. W. Adams and J. F. Dormaar. 1996. Seasonal changes of herbage biomass on the fescue prairie. *J. Range Manage.* 49 (2): 100-104. USA.
- Willms, W.D., S. Smoliak and A.W. Bailey. 1986. Herbage production following litter removal on Alberta native grasslands. *J. Range Manage.* 39 (6): 536-540. USA.
- Willms, W.D., S. Smoliak. and J.F. Dormaar. 1990. Vegetation response to time-controlled grazing on mixed and fescue prairie. *J. Range Manage.* 43(6): 513-517. USA.
- Zhang, J. and J.T. Romo. 1995. Impacts of defoliation on tiller production and survival in northern wheatgrass. *J. Range Manage.* 48(2): 115-120. USA.

## APÉNDICE

Valores porcentuales promedio de cada distancia al agua y de las estaciones evaluadas de la cobertura basal, presentada en suelo desnudo y suelo cubierto.

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>INVIERNO 94-95</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	42.75	58.0	30.0	39.75	43.25
<b>SUELO CUBIERTO</b>	57.25	42.0	70.0	60.25	56.75

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>PRIMAVERA 95</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	59.75	63.5	30.25	40.25	43.0
<b>SUELO CUBIERTO</b>	40.25	36.50	69.75	59.75	57.0

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>VERANO 95</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	46.0	52.0	17.25	22.50	31.50
<b>SUELO CUBIERTO</b>	54.0	48.0	82.75	77.50	68.50

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>OTOÑO 95</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	42.25	55.25	32.00	46.75	44.50
<b>SUELO CUBIERTO</b>	57.75	44.75	68.00	53.25	55.50

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>INVIERNO 95-96</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	27.25	54.00	27.25	37.00	39.75
<b>SUELO CUBIERTO</b>	72.75	46.00	72.75	63.00	60.25

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>PRIMAVERA 96</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	35.25	47.25	23.50	34.50	26.25
<b>SUELO CUBIERTO</b>	64.75	52.75	76.50	65.50	73.75

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>VERANO 96</b>					
<b>SUELO DESNUDO</b>	36.0	42.25	19.0	28.75	28.25
<b>SUELO CUBIERTO</b>	64.0	57.75	81.0	71.25	71.75

Vigor expresado por la vegetación en las distintas estaciones del año:

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>INVIERNO 94-95</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	R	R	B	R	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	B	R	B	R	B

**SIMBOLOGÍA: E: EXCELENTE, B: BUENO, R: REGULAR, P: POBRE**

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>PRIMAVERA 95</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	B	B	B	B	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	R	R	B	R	R

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>VERANO 95</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	B	B	E	B	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	B	B	B	B	E

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>OTOÑO 95</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	R	R	B	R	P
<b>ARBUSTIVAS</b>	B	R	B	B	B

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>INVIERNO 95-96</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	B	R	E	R	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	B	R	E	R	B

**SIMBOLOGÍA: E: EXCELENTE, B: BUENO, R: REGULAR, P: POBRE**

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>PRIMAVERA 96</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	B	B	E	B	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	R	R	E	R	B

	D1	D2	D3	D4	D5
<b>VERANO 96</b>					
<b>GRAMÍNEAS</b>	B	B	E	E	B
<b>ARBUSTIVAS</b>	B	B	E	E	B