

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**EVALUACIÓN DEL USO DEL RODILLO AIREADOR
PARA LA REHABILITACIÓN DE TIERRAS
DE PASTOREO Y EL CONTENIDO DE CARBONO
EN ZONAS SEMIÁRIDAS DEL NORESTE DE MÉXICO**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS AMBIENTALES**

POR:

Noris Yahaira Casas Domínguez

**DICIEMBRE, 2008
MONTERREY, N. L., MEXICO**

**CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por *Biol. Noris Yahaira Casas Domínguez* sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

Maestra en Ciencias con especialidad en Sistemas Ambientales

COMITÉ DE TESIS

Dr. Mario Guadalupe Francisco Manzano Camarillo
Asesor

Dr. Diego Fabián Lozano García
Sinodal

Dr. Gerardo Manuel Mejía Velázquez
Sinodal

APROBADO

Dr. Joaquín Acevedo Mascarúa
Director del Programa de Graduados en Ingeniería
Diciembre, 2008

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, a quien dedico cada uno de los pasos de mi vida.

A una mujer indescriptible y maravillosa que ha sabido darlo todo en favor de quienes ama, a mi mamá Elvira Domínguez de Casas, por ser la mujer más importante de mi vida, mi amiga incondicional y la mejor madre que Dios me hubiese podido conceder, a ti, con todo mi amor, tesoro de mi existencia.

A mi amado papá, Pablo Casas Vega, que supo entregarme de sí todo lo valioso y maravilloso de su ser y poblar mi alma de especiales e inolvidables momentos por el resto de mi vida.

A mis amadas bebés, Alejandra Elvira y Valeria Concepción, y a mi pequeño y amado bebecito Vidal Antonio, por llenar mi vida de alegría y satisfacción, sobrinos de mi alma.

A mis amados hermanos Antonieta y Deiby, por estar en mi vida y a mi cuñado Vidal con todo cariño.

A mi amadísima tía-madrina, mi segunda mamá, Maura Domínguez, por brindarme todo su apoyo, cariño, amor y por ser la increíble persona que es.

A dos esenciales mujeres que supieron fortalecer y forjar el camino de mi vida y que tuve la sublime dicha de conocer, mi mamita Valeria García y mi abuelita María Félix Vega, con todo mi amor.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por darme la oportunidad de caminar un sendero más en mi existencia y por permitirme compartir una vida con todas las invaluables personas que se han cruzado en mi camino.

Mi más sincero y profundo agradecimiento a mi asesor Dr. Mario Guadalupe Francisco Manzano Camarillo por su amistad, excelente asesoría, interés, confianza, y dedicación a lo largo de todo el tiempo que duró esta investigación. A mis sinodales, los Doctores Diego Fabián Lozano García y Gerardo Manuel Mejía Velásquez, por sus atinadas guías, apoyos e invaluables colaboraciones y asesoría.

A la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), el Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos (IFARHU) y El Ministerio de Educación (MEDUCA) de la República de Panamá, por todo el apoyo brindado como parte del Programa de Excelencia Profesional que me permitió la realización de mis estudios de maestría.

A un muy excelente amigo y magnífico colaborador, Harmodio González por su invaluable disposición y desinteresado aprecio; al igual que a mi madrina Celia Serracín y mi hermano Erick Casas, de quienes conté con su valiosísima amistad y cariño; y de todos los cuales dispuse de un singular apoyo en la consecución de mis trámites de estancia en Monterrey.

A los señores Antonio M. García González, Julio Escudero, Mauricio Benavides, Gustavo Treviño V. y Cementos Mexicanos (CEMEX), por facilitarme el uso de sus Ranchos ganaderos-cinegéticos como sitios de estudio de esta investigación y a todo el equipo que tan amablemente apoyó con su esfuerzo la labor en campo en cada uno de estos sitios.

Al Biol. Santiago Salazar, la Biol. Rosalba Miranda y el Ing. Jorge Cantú, por sus tan valiosas amistades, por todo su apoyo desmedido y considerado a lo largo de esta investigación, y por estar dispuestos, en todo momento, a ofertar su tiempo y disposición siempre que lo necesité, Dios les bendiga de todo corazón. Al Ing. Román Castañeda por su amistad y su inestimable y valioso aporte en este estudio.

Al personal de PRONATURA Noreste A. C., al Ing. Manuel Medina por su incansable apoyo e interés y su tan apreciable labor en la ejecución de esta investigación. Al Biol. Salvador Valenzuela y el Ing. José M. Pérez por su solícito apoyo y colaboración. Al Msc. Marco A. Guzmán Lucio del Laboratorio de Fanerógamas del Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), así como a la Facultad de Ciencias Forestales de Linares de la UANL, por toda su colaboración en la identificación de las especies.

Muy en especial a la Ing. Laura Reséndez, Ing. Moyra Ruíz, Ing. Alejandra Guevara, Msc. Wilmer Salazar, por la sublime amistad que me propiciaron, por todas las exhortaciones de ánimo que me brindaron, por su apoyo en esta investigación, por ser las increíbles personas que son, mi respeto y mi amistad por siempre.

Al Ing. Víctor Fuentes, Msc. Waldo Guevara, Lic. Dina Mercado, Biol. Sergio Luvillon, por tenerlos como amigos (as) y por todo su apoyo y tiempo para la colecta de datos en campo, por su interés y contribución, mi más grande cariño para con ustedes.

A la Lic. Jenny Medina Izaguirre, en su labor de Administración para Centroamérica – Panamá - Cono Sur-Miami del Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, por su amistad invaluable, por todo el excelente apoyo profesional y administrativo que me otorgó durante mi estancia en el ITESM, y por todos y cada uno de los momentos en los que siempre estuvo dispuesta a brindarme su desinteresada colaboración, mi más profundo agradecimiento y mi inmenso e incondicional cariño.

Al Msc. Carlos Bermúdez, Lic. Fulvia Huff y mis amiguitas Amyra y Abigail, por su inestimable apoyo, por todas las consideraciones y esfuerzos dedicados para conmigo, por su colaboración desmedida, por su contribución en la ejecución de este estudio, y más que todo, por darme un verdadero calor de hogar, mi sincero agradecimiento y mi eterna amistad.

Por la dicha de conocer a unos maravillosos seres Msc. Milagros Pinto, Ing. Aline Sifuentes, Msc. Vidhya Bhojan, Ing. Anwar Olvera, Ing. Jorge Quiñonez, Biol. Guillermo Aquino, Ing. Vicky Campuzano, Msc. Mariela Fonseca, Lic. Nora Falcón, Ing. María Antonieta Espinoza, Msc. Cristian Zamora, Dr. Vasyl Saciura, Msc. Hugo Aldana, Msc. Fabiola Yopez, Msc. Ana Vanoye, Ramón González, y Msc. Fernando González y Flia., por esa amistad entrañable que siempre me brindaron, mi especial recuerdo y mi total amistad.

A toda la comunidad panameña residente aquí en Monterrey, quienes mantienen nuestras raíces y nuestras tradiciones de ser panameños, en especial a Ibis y Javier Arquieta por todo su cariño y apoyo.

A todos los maravillosos y grandiosos amigos y amigas que tuve la dicha de conocer en el transcurso de estos dos años en Monterrey, y con quienes compartí inolvidables momentos.

A todos y cada uno de mis amigos (as) y familiares, que desde Panamá, supieron darme su apoyo y confianza durante todo este tiempo y que han marcado de satisfacción mi vida.

A quienes hayan aportado y contribuido de una u otra forma en el desarrollo de esta investigación.

***A todos, Infinitas Gracias
Dios les otorgue múltiples bendiciones hoy, mañana y siempre***

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE CUADROS	xvi
INDICE ANEXO I	xxi
RESUMEN	xxv
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
1.1. Situación del deterioro ambiental por ganadería y sobrepastoreo en México.	2
1.2. Tecnologías de rehabilitación en pastizales.	6
1.3. Prácticas de restauración y su importancia en la captura de carbono.	8
1.4. Objetivos.	12
1.4.1. Objetivo general.	12
1.4.2. Objetivos específicos.	12
CAPÍTULO II. SITUACIÓN DE LOS AGOSTADEROS EN MÉXICO Y TECNOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL.	13
2.1. La degradación de los suelos en México.	14
2.1.1. Ganadería extensiva y sobrepastoreo en el noreste de México.	19
2.1.1.1. Carga animal.	19
2.1.1.2. Presión de pastoreo.	21
2.2. Tecnologías de restauración: técnicas ambientales aplicables en la restauración ecológica de ecosistemas degradados.	23
2.2.1. Tecnologías mecánicas de aireación del suelo.	26
2.2.1.1. Tecnología del rodillo aireador.	27
2.2.1.2. Otras tecnologías mecánicas de aireación.	34
2.2.2. Tecnologías de reforestación.	38

2.3.	Mecanismos de evaluación y control ambiental en la aplicación de técnicas de restauración ambiental.	41
2.4.	Patrones de uso y sostenibilidad de servicios ambientales como la captura de carbono.	42
2.5.	Métodos y estrategias de captura de carbono.	46
2.5.1.	Estrategias de captura de carbono para en sistemas naturales y agrícolas de ladera.	47
2.5.2.	Estrategia de captura de carbono en zonas áridas y semiáridas.	50
2.6.	Oportunidad ecológica y socioeconómica de la captura de carbono en ecosistemas degradados.	52

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO, DISEÑO EXPERIMENTAL Y PROCESAMIENTO DEL MATERIAL EN CAMPO Y LABORATORIO. 56

3.1.	Área de estudio.	57
3.1.1.	Descripción de los sitios.	57
3.1.2.	Caracterización por sitio.	65
3.2.	Frecuencia de muestreo y diseño experimental.	79
3.3.	Materiales y métodos.	83
3.3.1.	Técnica de medición, colecta y procesamiento del material.	84
3.3.1.1.	Vegetación.	85
3.3.1.2.	Suelo.	96
3.4.	Análisis estadístico.	98

CAPÍTULO IV. VARIACIÓN EN LAS VARIABLES ECOLÓGICAS DE LA VEGETACIÓN POR SITIOS DE ESTUDIO Y ÁREAS SIN Y CON TRATAMIENTO. 101

4.1.	Número de individuos en las áreas evaluadas	102
4.2.	Riqueza, diversidad florística y valor de importancia.	105
4.3.	Estimación de biomasa y contenido de carbono.	149

CAPÍTULO V.	VARIACIÓN EN EL GRADO DE COMPACTACIÓN Y CONTENIDO DE CARBONO EN SUELO POR SITIOS DE ESTUDIO Y AREA SIN Y CON TRATAMIENTO.	159
5.1.	Grado de compactación del suelo.	160
5.2.	Contenido de carbono en el suelo.	173
CAPÍTULO VI.	VARIACIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA POR SITIOS DE ESTUDIO Y ÁREAS SIN Y CON TRATAMIENTO.	184
6.1.	Producción de biomasa y contenido de carbono.	185
CAPÍTULO VII.	CONCLUSIONES.	196
	LITERATURA CITADA	199
	ANEXO I	208

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Uso del suelo a nivel nacional. México. 1997.	2
Figura 2.	Relación entre el manejo del pastoreo y la producción por animal y por hectárea. INIFAP, 2000.	23
Figura 3.	Vista del paso del rodillo aireador en terrenos de pastoreo. Rancho Rosita. Anahuac. 2008.	27
Figura 4.	Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas japonés. Yamana et. al. 2003.	34
Figura 5.	Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas de acción vertical. Robinson et al., 2000.	35
Figura 6.	Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas con cinceles. Lozano, 2004	36
Figura 7.	Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas con paratill.	37
Figura 8.	Proceso de determinación de parámetros para la captura de Carbono a) Selección de árboles y metodología de determinación de biomasa. b) Esquema de los relojes de muestreo.	49
Figura 10-15.	Mapa de ubicación del los seis sitios de estudio. Imagen satelital tomada de Google Earth.	59
Figura 16-21.	Mapa de uso de suelo, vegetación geología y edafología. de los seis sitios del área de estudio.	67
Figura 22.	Paso del rodillo aireador por una parcela de tratamiento. Demostración experimental conforme a la metodología aplicada como parte del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de Pronatura Noreste A. C. en el Rancho Rosita, Anahuac. N. L.	80
Figura 23.	Esquema del diseño experimental para el establecimiento de transectos, parcelas y subparcelas en campo.	82
Figura 24.	Vista del tipo de rodillo y cuchillas correspondiente al rodillo aireador y procedimiento de paso aplicado para el tratamiento del predio. Demostración experimental en el Rancho Rosita, Anahuac. N. L. Mayo, 2008.	84
Figura 25.	Medición de las variables dasométricas de las especies presentes por parcela en cada sitios de muestreo. Junio, 2008.	85

Figura 26.	Muestras de vegetación y suelo colectadas en cada uno de los sitios de colecta. Julio, 2008.	88
Figura 27.	Vista de las muestras para secado en el horno.	89
Figura 28.	Vista del procesamiento del material en laboratorio.	90
Figura 29.	Vista frontal del TOC Analyzer para determinar el contenido de carbono orgánico de las muestras analizadas en este estudio.	91
Figura 30.	Vista del ingreso de la muestra y datos de entrada al analizador.	94
Figura 31.	Colecta de la muestra de suelo en las parcelas del área de estudio.	96
Figura 32.	Vista de la medida de resistencia a la penetración en suelo.	98
Figura 33-44.	Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin y con tratamiento de los seis sitios del área de estudio.	106
Figura 45.	Variación en el índice de diversidad Shannon Weaver por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento de especies arbustivas.	140
Figura 46.	Variación en el índice de dominancia de Simpson para arbustivas, por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	141
Figura 47.	Variación en el índice de equitatividad de Shannon por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	142
Figura 48.	Variación en el índice de Similitud de Jaccard para especies arbustivas por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	143
Figura 49.	Variación en el índice de Disimilitud de Bray Curtis para especies arbustivas por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	143
Figura 50.	Variación en el índice de Similitud de Jaccard para especies de zacates por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	144
Figura 51.	Variación en el índice de Disimilitud de Bray Curtis para especies zacates por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.	144
Figura 52.	Variación de la media de cobertura para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.	148

Figura 53.	Variación de la media de cobertura para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.	156
Figura 54.	Variación de la media de estimación de contenido de carbono para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.	157
Figura 55-60.	Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento, en cada uno de los seis sitios de muestreo	161
Figura 61.	Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.	170
Figura 62.	Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración e intervalos de confianza para área sin y con tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.	171
Figura 63-68.	Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento en cada sitio de estudio.	174
Figura 69.	Variación de la media de porcentaje de contenido de carbono en suelo en área sin y con tratamiento, y tiempo de tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.	180
Figura 70.	Variación de la media de porcentaje de contenido de carbono en suelo e intervalos de confianza para área sin y con tratamiento, y tiempo de tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.	182
Figura 71.	Variación de la media de determinación de biomasa en área tratada vs. no tratada. Rancho Los Lobos. 2008.	186
Figura 72.	Variación de la media de determinación de contenido de carbono (ton/ha) en área sin tratamiento vs. área con tratamiento. Rancho Los Lobos. 2008.	187
Figura 73.	Variación de la media de determinación de biomasa en área con tratamiento vs. área sin tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.	190
Figura 74.	Variación de la media de determinación de contenido de carbono (ton/ha en área con tratamiento vs. área sin tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.	190

INDICE CUADROS

Cuadro 1.	Tasas estimadas de deforestación según tipo de vegetación (miles de hectáreas/año)	17
Cuadro 2.	Coeficientes de agostadero por entidad federativa (ha/UA).	20
Cuadro 3.	Superficie Reforestada a Nivel Nacional. Semarnat, Comisión Nacional Forestal, Programa Nacional de Reforestación, México, Septiembre, 2006.	40
Cuadro 4.	Principales efectos de las prácticas de manejo o de uso de suelos sobre la captura de carbono t C/ha/año). Zonas áridas y tropicales (De Lal, 1999).	51
Cuadro 4.	Principales efectos de las prácticas de manejo o de uso de suelos sobre la captura de carbono t C/ha/año). Zonas áridas y tropicales (De Lal, 1999).	
Cuadro 5.	Ranchos de rehabilitación con tecnología de rodillo aireador, ubicación, superficie tratada y tiempo de tratamiento dentro del proyecto de restauración de ecosistemas. PRONATURA Noreste A. C.	65
Cuadro 6a.	Variación en el número de individuos contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área sin tratamiento en el sitio de estudio. Junio – Diciembre, 2008.	103
Cuadro 6b.	Variación en el número de individuos contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área con tratamiento en el sitio de estudio. Junio – Diciembre, 2008.	103
Cuadro 7a.	Variación en el número de especies contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área sin tratamiento en el sitio de estudio. Junio – Diciembre, 2008.	104
Cuadro 7a.	Variación en el número de especies contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área con tratamiento en el sitio de estudio. Junio – Diciembre, 2008.	104
Cuadro 8.	Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.	108

Cuadro 9.	Valor de importancia, palatabilidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.	110
Cuadro 10.	Valores medios de cobertura aérea registrada para las especies arbustivas contabilizada y medida dasométricamente para área sin y con tratamiento. Santa María. Junio-Octubre, 2008.	113
Cuadro 11.	Valor de importancia y palatabilidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.	115
Cuadro 12.	Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	119
Cuadro 13.	Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	121
Cuadro 14.	Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	125
Cuadro 15.	Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	126
Cuadro 16.	Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	130
Cuadro 17.	Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	131
Cuadro 18.	Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	135

Cuadro 19.	Valor de importancia, palatabilidad y Longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	136
Cuadro 20a.	Análisis de diversidad, de similitud y disimilitud para las especies arbustivas presentes en los sitios en estudio y área sin tratamiento y con tratamiento.	138
Cuadro 20b.	Análisis de diversidad, de similitud y disimilitud para las especies de zacates presentes en los sitios en estudio y área sin tratamiento y con tratamiento.	138
Cuadro 21.	Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.	150
Cuadro 22.	Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.	151
Cuadro 23.	Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	152
Cuadro 24.	Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	153
Cuadro 25.	Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	154
Cuadro 26.	Valores medios biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, en el área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. 2008.	155

Cuadro 27.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m ²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.	161
Cuadro 28.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m ²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.	162
Cuadro 29.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m ²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	164
Cuadro 30.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m ²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	165
Cuadro 31.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m ²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	167
Cuadro 32.	Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (psi) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	169
Cuadro 33.	Valores medios de determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies analizadas, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.	188
Cuadro 34.	Valores medios de determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies analizadas, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	191

INDICE ANEXO I

Cuadro 1.	Densidad (indiv./m ²) para área sin tratamiento de los seis sitios del área de estudio. Junio-Octubre, 2008.	209
Cuadro 2.	Densidad (indiv./m ²) para área con tratamiento de los seis sitios del área de estudio. Junio-Octubre, 2008.	209
Cuadro 3a-b. – 4a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. 2008.	210
Cuadro 5a-b. – 6a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa. María. 2008.	214
Cuadro 7a-b. – 8a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. 2008.	218
Cuadro 9a-b. – 10a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.	222
Cuadro 11a-b. – 12a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	226
Cuadro 13a-b. – 14a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m ²) y VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	230
Cuadro 15a-b. – 16a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.	234
Cuadro 17a-b. – 18a-b.	Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. 2008.	238

Cuadro 19a-b. – 20a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho San Cayetano. 2008.	242
Cuadro 21a-b. – 22a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos 2008.	246
Cuadro 23a-b. – 24a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho El Calabozo 2008.	250
Cuadro 25a-b. – 26a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. 2008.	254
Cuadro 27a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.	258
Cuadro 28a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.	260
Cuadro 29a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	262
Cuadro 30a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	264
Cuadro 31a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	266

Cuadro 32a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m^2), para área sin y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	268
Cuadro 33a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.	270
Cuadro 34a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.	272
Cuadro 35a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.	274
Cuadro 36a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	276
Cuadro 37a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.	278
Cuadro 38a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.	280
Cuadro 39a-b. – 40a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CARBONO para área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.	282
Cuadro 41-b. – 42a-b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) y CARBONO para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.	286
Figuras 1-6. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho Los Lobos, Santa María, Santa Cayetano, Los Fresnos El Calabozo y El Purgatorio, respectivamente. 2008.	290

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el potencial de la tecnología del rodillo aireador para mejorar la condición de tierras de pastoreo degradadas respecto a variables de influencia en suelo y vegetación (producción de biomasa, cobertura, densidad, diversidad, compactación del suelo, entre otros) y determinar la capacidad del sistema para actuar como sumidero de carbono (contenido de carbono en suelo y biomasa) se efectuaron muestreos en seis sitios del noreste de México, de los cuales, cinco eran ranchos doble propósito (ganadero-cinegético) considerados dentro del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de PRONATURA Noreste A. C. y uno un sitio de aprovechamiento sustentable de vida silvestre. En cada uno de estos sitios se ubicaron las áreas sin y con tratamiento por paso del rodillo aireador, transectos, parcelas y sub-parcelas correspondientes, durante el período Junio – Octubre, 2008.

El área sin tratamiento registró un total de 72 especies para 4,588 individuos y densidad de 1.52 indiv./m². Por su parte, el área con tratamiento, registró 85 especies correspondientes a 7,682 individuos y densidad de 2.56 indiv./m² en total, de un gran total de 12,270 individuos y 108 especies medidas dasométricamente en el área de estudio.

Se aplicaron los índices de Shannon Weaver, de dominancia de Simpson y de Equitatividad de Shannon que indicaron un ambiente de similar heterogeneidad entre área sin y con tratamiento en todos los sitios y patrón estructural de dominancia similar en cuatro de los seis sitios en estudio. Existió sin embargo, mayor diversidad específica para arbustivas en todos los sitios a favor del área con tratamiento. El índice de similitud de Jaccard y de disimilitud de Bray-Curtis permitió definir las especies coincidentes entre áreas sin y con tratamiento revelando un recambio de especies, que se hizo notorio en cuanto al valor de importancia de las especies registradas, que se vieron modificadas en su estatus de ocupación del área sin tratamiento (control) a lo observado en el área con tratamiento (experimental).

Los valores reportados para cada variable ecológica considerada en este estudio aunque en algunos casos fueron estadísticamente significativos a favor del área sin tratamiento, en su mayoría registraron una diferencia porcentual y una tendencia favorable en el área con tratamiento. Ello representa una aparente eficacia del uso de este implemento mecánico de aireación, en los sitios evaluados y bajo las variables consideradas en este estudio.

El contenido de carbono en suelo y biomasa se determinó en laboratorio con el empleo del TOC Analyzer Solids, la biomasa mostró una tendencia a variar entre las diferentes especies, que bajo las condiciones consideradas en este estudio, le confiere a la tecnología de aireación del suelo características favorables para su uso en el mejoramiento de estas tierras como sumideros de carbono. El valor porcentual del contenido de carbono del suelo fue relativamente más alto en áreas con tratamientos respecto a áreas sin tratamiento, aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Se asume que la mayor o menor respuesta al uso del rodillo aireador está vinculado con el banco de semillas existente en el suelo, la calidad de la materia orgánica que se deposita con el paso del rodillo (influenciada por la composición florística) y el tipo de suelo, como atributos que aportan estas variaciones.

CAPÍTULO I
INTRODUCCION

1.1. Situación del deterioro ambiental por ganadería y sobrepastoreo en México.

En la actualidad se reconoce que el deterioro ambiental y el impacto socioeconómico adverso que hoy predomina en el sector agropecuario de América Latina, y el mundo, es el resultado de un uso inadecuado de los recursos naturales así como de la aplicación incorrecta de sistemas, técnicas y tecnologías de manejo; todo lo cual deviene en la necesidad extrema de asumir estrategias de mitigación que permitan reconvertir la realidad ambiental hacia una actividad sustentable.

En este sentido, la presión de la actividad forestal, agrícola y ganadera sobre la calidad del recurso suelo es especialmente importante. En México la calidad del suelo se ve amenazada principalmente por el manejo inadecuado en ciertas prácticas productivas de estos sectores, forestal, ganadero y agrícola. En la Figura 1 se observa como la importancia de esta presión queda manifestada en el hecho de que para 1997, el 50% del territorio se dedicaba al uso ganadero, y que en conjunto el 75% de la degradación de los suelos es causada por la deforestación, el sobrepastoreo y el cambio de uso del suelo (agropecuario y urbano-industrial) (INE, 1997)



Figura 1. Uso del suelo a nivel nacional. México. 1997.

Nota: Extensión del territorio nacional 1 millón 958 mil 201 km².

Fuente: INEGI-SEMARNAT, 1997.

Para el período de observación 2002-2005 el INE en la sección tipo de uso de suelo y vegetación, reporta 1'489,6314.1 ha de uso para pastizales de los cuales 12419564.2ha, corresponden a pastizal cultivado. Por su parte, el pastizal natural e inducido está correspondiente con 8417264.3 ha y 6479049.8ha respectivamente (INEGI-SEMARNAT, 2005).

La región noreste de México geográficamente incluye a los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. En esta región, la ganadería de bovinos ha sido la forma de producción predominante que tomó gran auge desde la época de la colonia y que sigue siendo la forma más importante de utilización de la riqueza biológica de la región. Sin embargo, junto con la ganadería aumentó el sobrepastoreo, provocando cambios en la dominancia de especies arbustivas leñosas que transformaron las tierras del norte reduciendo la presencia de zacates y hierbas nativas (INEGI, 2005).

Esta transformación de la estructura vegetal ha ocasionado cambios importantes en las poblaciones silvestres y la producción coordinada de ganado bovino y caprino y otras especies de interés cinegético como el venado y el jabalí, que no pueden llevarse a cabo con eficiencia, debido a la pérdida gradual del potencial productivo de las tierras. Además de los efectos del pastoreo en la productividad de los ecosistemas, también ha provocado problemas ecológicos más amplios, especialmente afectando la captación de agua en toda la región, así como la pérdida del suelo y su fertilidad (SAGARPA, 2003).

La superficie ocupada por pastizales o agostaderos indica que, en el caso de Nuevo León la cifra alcanza los 1015634.0 ha y para Tamaulipas corresponde a 1558564.1 ha (INEGI, 2005).

Históricamente, Nuevo León ha mantenido una tradición ganadera muy importante gracias a sus recursos naturales. Dentro de la superficie total del estado, más del 80% está ocupado por tipos vegetativos que forman agostaderos (4,990,301 ha) de buen valor forrajero y una menor proporción con praderas cultivadas (545,637 ha principalmente de zacate buffel). En los agostaderos se identifican 24 diferentes *Tipos de Vegetación* con 86 *Sitios de Productividad Forrajera* cuyo *Coefficiente de Agostadero* varía de 4.30 a 49.20 hectáreas por unidad animal al año (SAGARPA, 2003).

La mayor parte de esta vegetación nativa, así como las praderas cultivadas, se ven favorecidas con precipitaciones pluviales que varían desde 200 hasta 800 mm o más (aunque su distribución anual es errática). Sin embargo la variabilidad de sus suelos, climas y comunidades vegetales han dado lugar a una importante diversidad de ecosistemas, que en su mayoría presentan condiciones aptas para la crianza de animales domésticos (INEGI-SEMARNAT, 2005).

El inventario ganadero estatal (Nuevo León), representa una carga de 349,966 unidades animal, la producción de forraje en los agostaderos y praderas, aunado a los cultivos forrajeros y esquilmos provenientes de la agricultura, proporcionaron al cierre del año 2001 alimento suficiente para 254,874 unidades animal, por lo que se estima una sobrecarga animal de 37%; situación que contribuye al deterioro de los agostaderos y que se ha venido dando tradicionalmente durante generaciones, por lo que urge crear la cultura entre los productores ganaderos para estimar a nivel predial la capacidad de carga adecuada que se puede aplicar sin deteriorar los recursos naturales existentes (SAGARPA, 2003).

Actualmente, la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), señala en las estadísticas ganaderas que para el 2007, se registró una estimación de demanda de insumos alimenticios, granos forrajeros, de un total de 5973,2 ton para satisfacer las necesidades de bovinos de leche y carne con una

variación de incremento del 1,5 anual (SAGARPA, 2007). Ello condiciona igualmente el incremento en el uso de tierras destinadas a uso ganadero y por ende el detrimento de su condición o capacidad productiva.

La ganadería en México se ha practicado en tres zonas ecológicas: la del norte, en ecosistemas de tipo árido y semiárido, la del centro en áreas con condiciones templadas subhúmedas y húmedas y la del sur en condiciones tropicales, cálido húmedas y subhúmedas. En el norte y en el sur la ganadería ha ejercido un sobreuso o sobrepastoreo de los potreros y soporta varias veces más el número de cabezas técnica y ecológicamente recomendadas. Ello ha provocado un cambio radical de la composición florística de los pastizales y una reducción de la permeabilidad de los suelos, lo cual aumenta la escorrentía y provoca una erosión acelerada de los mismos (Moreno, 2005).

La presión de la actividad ganadera sobre la calidad del recurso suelo es especialmente importante dado que las explotaciones de bovinos y caprinos limitan el potencial productivo de agostaderos debido al mal manejo y a las cargas excesivas e irracionales, disminuyendo el potencial biológico de los mismos (Valencia *et al.* 1998 en: Moreno, 2005).

Así mismo el sobrepastoreo es causa del 24.57% de la degradación del suelo, en los terrenos nacionales. El tema reviste su interés peculiar, al detallar que la superficie de pastizales es menor que la de los terrenos con sobrepastoreo, en más de 2,5 millones de hectáreas (INEGI-SEMARNAT, 2005).

Cada hato ganadero impacta de manera diferente a los ecosistemas del país, de acuerdo con sus propias características biológicas y a la forma en que se efectúa la producción. Las políticas ganaderas en el sentido ambiental no son muy claras, se continúa apoyando la producción ganadera, si bien bajo una tendencia hacia la tecnificación, pero no se norma cómo y bajo qué condiciones se deben producir los

insumos para su alimentación, en condiciones sustentables. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha avanzado en la formación de Comités de Sistema Producto para solucionar los problemas de abasto de insumos agrícolas para la ganadería, esta situación ha dado como resultado que los agricultores se vuelquen a la producción de este tipo de insumos ya que cuentan con esquemas de agricultura por contrato, desarrollos de esquemas de calidad e inocuidad y la definición de campañas de promoción al consumo de alimentos de producción nacional (SAGARPA, 2005).

1.2. Tecnologías de rehabilitación en pastizales.

Muchos estudios e investigaciones se han desarrollado en torno a técnicas mecánicas, biológicas, químicas, con el fin de manejar especies de plantas arbustivas que potencien lograr que los pastizales regresen lo más posible a su condición de clímax, mejorando la productividad tanto para el ganado, como para la fauna silvestre.

Fullbright y Drawe (2003), indican que de acuerdo con el concepto de condición de pastizal, la comunidad clímax es la más productiva en cuanto a forraje se refiere. Por otra parte, otros autores antagónicos a la teoría del clímax, definen a las comunidades herbáceas como estados o transiciones en el proceso evolutivo de las comunidades vegetales, pero los identifican también como altamente productivos (Ramírez, 1996).

Dentro de las técnicas de manejo mecánicas de rehabilitación de pastizales o agostaderos se encuentra el uso del rodillo aireador Lawson (Scifres y Hamilton, 2003). Se usa para mantener en estado de crecimiento el matorral, obteniendo rebrotes con mayor palatabilidad a una altura accesible para la fauna e incrementando la producción de forraje herbáceo (Valenzuela, 2004).

Está comprobado que el rodillo aireador estimula el crecimiento de herbáceas y gramíneas, que son importantes para la dieta del venado cola blanca, paloma, codorniz, así como de otra fauna silvestre y del ganado. Este tratamiento también mejora la

infiltración y percolación de agua en el suelo, disminuye las escorrentías superficiales y por lo tanto la erosión hídrica, de especial importancia en zonas áridas donde la lluvia es escasa e incierta, ya que se pierde entre 40 y 60% del agua por escurrimientos (Ibarra et al., 2002).

Otros beneficios que reportan Ruthven III y Krakauer (2004) son una disminución en la densidad de nopales (*Opuntia* spp.) cuando éstos invaden pastizales, un aumento en la cobertura de pastos y mantenimiento de la diversidad de las especies de plantas leñosas, lo que sugiere que el uso del aireador es una excelente herramienta de manejo de pastizales orientado especialmente al ganado y al venado cola blanca.

Entre 1996 y 1998 se realizaron trabajos de rehabilitación de estas tierras usando el rodillo aireador, seguido de una siembra de semilla de pastos nativos. Este tratamiento removió la parte leñosa de las plantas sin dañar el sistema radicular y fractura el suelo a una profundidad de aproximadamente 40-60 cm., incrementando la retención e infiltración del agua. Este tratamiento no molesta la capa superior de la tierra ya que no voltea el suelo, permitiendo a las semillas de zacate permanecer cerca de la superficie del suelo para poder germinar (Westring 2001)

Como resultados de este tratamiento, Uvalle (2001) encontró un aumento en la diversidad de especies de gramíneas, herbáceas y arbustivas, lo que se reflejó en la cantidad y calidad de los animales, tanto silvestres como domésticos, disponibles para el aprovechamiento. Las áreas con tratamiento aumentaron su grado de uso por la fauna (medido en mayor número de heces fecales de bovinos, venados y jabalí), especialmente de venado.

En el noreste de México la técnica del rodillo aireador se ha utilizado durante varios años con muy buenos resultados. El ejemplo más notable tanto por su duración, magnitud y resultados es el del Campo Santa María, propiedad de la empresa CEMEX. El Campo Santa María es un área de aproximadamente 12,000 ha, que se ubica en los

límites de Coahuila y Nuevo León, dentro de los municipios de Lampazos, N. L. y Candela, Coah., al pie de la Sierra Pájaros Azules. El clima es semiseco y cálido, con una temperatura anual promedio de 23.5°C y una precipitación anual promedio de 550 mm; posee tres tipos de vegetación: matorral submontano, chaparral tropical árido y pastizal. El sobrepastoreo histórico en esta zona ha dejado el suelo desnudo y compactado, en una superficie plana y dura que impide la germinación de semillas y la sucesión vegetal (Westring, 2001).

1.3. Prácticas de restauración y su importancia en la captura de carbono.

Las prácticas y tecnologías alternativas, para permear el desarrollo de prácticas de restauración y captura de carbono han sido parte de una serie de intereses en donde el mantenimiento y manejo eficiente de los sistemas naturales y su restauración son el enfoque de numerosas actividades en aras de alcanzar un equilibrio con el desarrollo humano.

Entre estas prácticas cabe mencionar investigaciones como la aplicabilidad del enfoque sistémico en problemas de manejo y restauración ecológica en la Selva Baja Caducifolia en Chamela, Jalisco realizado por García-Oliva et al. (2006); además de tecnologías realizadas en bordes como las efectuadas por Toledo (2001), que permiten analizar los cambios en los procesos asociados al ciclo hídrico, la estructura de la vegetación y la dinámica de carbono y nitrógeno.

Otros trabajos han sido enfocados al impacto de los árboles remanentes, los cuales han mostrado que estos generan condiciones de mayor fertilidad y mantienen una mayor diversidad de hongos micorrízicos arbusculares y grupos funcionales microbianos que las praderas. Por eso los árboles remanentes se pueden convertir en “semilleros para la restauración de las praderas (García-Oliva et. al., 2006).

Algunas tecnologías formulan procesos de mejora en la calidad de forraje ingerido y la eficiencia de los procesos digestivos, que puede ser reducido con mejoras en la dieta y el uso de suplementos con las especies en estudio. Estas prácticas incrementan la eficiencia de la producción al tiempo que funcionan en la captura de carbono (USDA, 2003).

Además, otros estudios de naturaleza biológica como el caso de la introducción de árboles de *Eucalyptus saligna* en el pastizal de *Panicum maximum* desarrollados por Acosta et. al. (2005), favoreció el desarrollo de la diversidad biológica y contribuyó a la estabilidad de la misma en el ecosistema; asimismo, mejoró las condiciones del suelo e incrementó la retención de carbono como un ejemplo de que la restauración ecológica, con los controles y evaluaciones adecuadas, puede traducirse en beneficios de los numerosos servicios ecológicos que nos presta el ambiente.

Pruebas experimentales utilizando parcelas evidencian además, el aumento en la capacidad de incorporación de materia orgánica a favor de la sobrevivencia de plántulas de árboles nativos del bosque en laderas de mayor estrés hídrico. Tal es el caso de las investigaciones de Burgos (2004) sobre el abordaje ecosistémico en restauración ecológica aplicado al bosque tropical seco de la región de Chamela, Jalisco y la restauración ecológica en la Cuenca Apatlaco – Tembembe, México (Cirelli, 2005) que son ejemplos de los esfuerzos por encontrar fuentes alternas para una mejor relación con el entorno.

Por otro lado, Morales et al., (2004), sostienen que el utilizar un implemento de mecanización de suelo como el rodillo aireador, para el mejoramiento de pastizales, puede contribuir a la recuperación y rehabilitación de miles de hectáreas comprendidas dentro de la zona de matorrales y los valles centrales de México. También, este tipo de prácticas, ha contribuido a recuperar e incrementar el potencial productivo de las especies forrajeras que se encuentran actualmente en peligro de extinción, contribuir para lograr un equilibrio ecológico y mejorar los índices productivos de los productores ganaderos,

aprovechar el agua de lluvia, reducir las grandes extensiones de arbustos indeseables que se tienen en los ranchos ganaderos y al mismo tiempo, disminuir el grado de deterioro del suelo que avanza cada día

Es así como ocurre el surgimiento de la ingeniería de la restauración ecológica, que constituye una aproximación técnica al problema, centrada en aplicar técnicas remediales para, por un lado, garantizar la funcionalidad de la propia obra de ingeniería y, por otro, corregir algunos impactos ambientales, principalmente la erosión y el impacto visual en el paisaje. No obstante, la funcionalidad de la propia obra puede ver comprometida por una degradación del medio natural en que se inscribe.

El desarrollo de mercados de carbono y la consecuente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero surge ante la necesidad de tomar medidas frente a la evidencia de que la actividad humana está influenciando un proceso de calentamiento climático global acelerado debido a la concentración de gases de efecto invernadero, con los consecuentes impactos negativos sobre la salud de los seres humanos, su seguridad alimentaria, la actividad económica, el agua y otros recursos naturales y de infraestructura física (Eguren, 2004).

Se considera que los sumideros de carbono son una solución para mitigar los efectos de cambio climático. Sin embargo, distintos estudios directos o indirectos, demuestran las incertidumbres de esta aparente solución.

Existen argumentos en contra de la propuesta de los sumideros que se pueden clasificar en cinco tipos: 1) factores ambientales que afectan a los sumideros, 2) posible ineficacia de los sumideros, 3) limitaciones temporales, 4) efectos perjudiciales de acciones tales como la inyección de CO₂ en los océanos y la plantación masiva de bosques, y 5) desconocimiento de los mecanismos responsables del funcionamiento de los sumideros. Estas consideraciones permiten concluir que los sumideros no son una

panacea y que existen medidas por tomar que no han entrado en vigor debido a intereses particulares, principalmente la reducción de las emisiones (Rosas, 2002).

Se han planteado innumerables sistemas de restauración en distintos sectores con distinto grado de afectación por deterioro ambiental, no obstante, las mismas han sido dirigidas a lo largo de los años sin existir un sistema que resulte en la combinación de:

- ❖ Un sistema integrador de estas tecnologías.
- ❖ Un proceso evaluador a corto, mediano y largo plazo de la eficacia y eficiencia espacio-temporal de la tecnología aplicada.
- ❖ Tecnologías mayormente rentables en incrementar la capacidad de captura de carbono de los sitios degradados donde han sido implementadas.
- ❖ Los potenciales de los sitios degradados restaurados como sumideros de carbono.

De este modo, la presente investigación pretende desarrollar un marco de referencia práctico que procure integrar los elementos esenciales tanto de la propia restauración ecológica como de la de incursión en las oportunidades de captura de carbono para el uso en proyectos de planeación e implementación, vinculados en la necesidad de aprovechar estas ventajas en sitios degradados.

Al desarrollar este estudio se explorará y evaluará el efecto de la aplicación de una tecnología de restauración con respecto a variables de influencia que generen una visión de la viabilidad en la captura de carbono de sitios degradados. Posibilidades éstas que, finalmente, permitirán describir y ejecutar modelos a aplicar en futuros proyectos de restauración con potenciales beneficios que puedan ser de suma utilidad en el campo de la investigación, ciencias de la conservación y para manejadores y funcionarios que requieren tener elementos para la toma de decisiones y que persigan no sólo la restitución de la diversidad biológica, sino también el funcionamiento del ecosistema por las vías sustentables que exige el mundo en que vivimos.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

- ❖ Evaluar el potencial de la tecnología del rodillo aireador para mejorar la condición de tierras de pastoreo degradadas y su capacidad para almacenar carbono orgánico, en sitios del noreste de México.

1.4.2. Objetivos específicos.

- ❖ Evaluar el efecto del uso del rodillo aireador en seis sitios del noreste de México respecto a variables de influencia en suelo y vegetación (producción de biomasa, cobertura, densidad, diversidad, compactación del suelo, entre otros).
- ❖ Determinar y evaluar la capacidad del sistema para actuar como sumidero de carbono, estimando el contenido de carbono en suelo y biomasa.

CAPÍTULO II

**SITUACIÓN DE LOS AGOSTADEROS EN MÉXICO
Y TECNOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL.**

2.1. La degradación de los suelos en México.

En México, la desertificación forma parte de un problema de orden nacional que es la degradación de suelos en usos agropecuarios y forestales en tierras secas y montañosas principalmente. La desertificación es ante todo un problema de desarrollo sostenible. Es una cuestión de pobreza y bienestar humano, así como de la preservación del medio ambiente. Los problemas sociales y económicos, de seguridad alimenticia, migraciones y la estabilidad política, están estrechamente relacionados con la degradación de los suelos y con otras cuestiones ambientales como son, el cambio climático, la diversidad biológica y el abastecimiento de agua potable.

El 1 de junio de 1995, mediante decreto que se promulga en el Diario Oficial de la Federación, México ratifica la adhesión a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por la sequía grave o desertificación (SEMARNAT, 2002). Para efectos de la Convención y para el país, desde este decreto de promulgación y hasta principios de 1999, se entendió que la desertificación es la degradación de suelos de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de factores diversos, tales como las variaciones climáticas y actividades humanas. Esta definición incluye tres elementos distintos y con requerimientos diferentes como son las sequías recurrentes (en periodos cortos), las fluctuaciones climáticas a largo plazo y la degradación de suelos por actividades humanas. Un aspecto de mayor importancia en esta definición es el concepto degradación de la tierra, que es sumamente diferente, conceptualmente, a degradación del suelo ya que en la primera no sólo se contempla la degradación del suelo sino de cualquier otro de los elementos biológicos y físicos del terreno, como son la cubierta vegetal, la biota animal y los recursos hídricos, entre otros.

Acerca de las causantes principales de la degradación del suelo, destacan sobremanera las actividades humanas, pues la satisfacción de las necesidades materiales del hombre supone la transformación de los recursos naturales y con frecuencia la alteración del medio ambiente. Esta visión de la naturaleza ha provocado que el 64% de los suelos del país presente actualmente problemas de degradación en diferentes grados (INEGI, 2005).

El proceso más importante de degradación de los suelos en México es la erosión hídrica, cuya superficie de afectación asciende a 37% (72 465 144 ha del territorio). Los efectos más dramáticos se presentan con la formación de cárcavas, lo que deriva en zonas improductivas para cualquier actividad económica. De la misma manera, la erosión también afecta las capas superficiales de las tierras, donde si bien es posible seguir desarrollando actividades agropecuarias y forestales, se presenta una baja considerable en la producción y en estas áreas donde es posible revertir el fenómeno mediante un uso sustentable del recurso (INEGI-SEMARNAT, 2005)

Otro tipo de degradación de gran importancia es la erosión eólica, la cual afecta el 23.25% de la superficie nacional; se presenta principalmente en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. También la degradación química (salinización y contaminación por desechos urbanos e industriales, principalmente), es un tipo de degradación que afecta principalmente a las zonas agrícolas y abarca 13.2 millones de hectáreas a nivel nacional, de las cuales 6 242 115 ha corresponden a salinización (INEGI, 2005).

Se ha identificado que la mayor causa de degradación de los suelos del país es la deforestación asociada a cambios de uso del suelo (hacia actividades agropecuarias principalmente), lo que representa un 51.3%. Cabe destacar que durante los 16 años anteriores a 1995, en México se perdieron más de 11 millones de hectáreas de vegetación natural. Aproximadamente la mitad de las zonas deforestadas o que cambian de uso, se dedican a la actividad ganadera bajo condiciones de sobrepastoreo, lo cual alcanza un 25% de la superficie del país (INE, 2005).

Otras causas del deterioro de los suelos están estrechamente relacionadas con las actividades agrícolas, vía la utilización de prácticas de producción inadecuada tales como la aplicación excesiva de riego, la quema de residuos de cosecha, el exceso de labranza y la falta de prácticas de conservación de suelo y agua.

El problema de la degradación del suelo está latente en cualquier ecosistema y las zonas secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), las cuales cubren aproximadamente 99 millones de hectáreas, donde el 41% es desierto natural sin influencia del hombre o sin

degradación aparente. Sin embargo, el 59% restante se encuentra degradado en diferentes niveles. Los procesos de degradación más importantes son la erosión hídrica con un 28% y la erosión eólica con un 22.8% de las zonas secas. Las causas que generan deterioro en estas zonas de baja precipitación y alta evaporación son el mal manejo del ganado, lo que trae como consecuencia el sobrepastoreo que afecta 24 846 169 ha (25%), otro factor causal es la pérdida de la vegetación y el cambio de uso del suelo que en conjunto afectan el 18.4% (18 millones de hectáreas) de las zonas secas (SEMARNAT, 2002).

Si bien México ha realizado numerosos esfuerzos para prevenir y controlar la degradación de suelos y la desertificación, también es cierto que hay todavía mucho por hacer. En los próximos años habrán de definirse políticas y mecanismos que permitan al país encarar los múltiples retos esenciales para frenar el proceso de deterioro de los suelos.

Dado el carácter multisectorial de la degradación del suelo, sus causas y consecuencias, en un primer reto se ubica la construcción de una adecuada coordinación intersecretarial que permita el diseño y aplicación de problemas integrales, que ayuden a abordar problemáticas como el cuidado en el aprovechamiento de los recursos naturales, el mejoramiento de las actividades productivas, la suficiencia alimentaria y la lucha contra la pobreza, entre otras.

Un mejor entendimiento de los procesos de la degradación de suelos, y particularmente de la desertificación y sus vínculos con la sequía y la deforestación, representa otro tema en el que como país se deberá profundizar para lograr mejores resultados en la aplicación de medidas para controlar y revertir el deterioro de tierras. El Cuadro 1, muestra las tasas estimadas de deforestación que se incrementa con el paso del tiempo, lo que nos da una idea del progresivo deterioro que se está desarrollando día con día. Las variaciones climáticas están afectando sensiblemente las características de las sequías, las cuales se constituyen como la principal causa natural que origina el deterioro de las tierras secas, por lo que la comprensión de sus efectos puede ayudar además a establecer las sinergias necesarias con la Convención Marco de Cambio Climático (INE, 2005).

Cuadro 1. Tasas estimadas de deforestación según tipo de vegetación (miles de hectáreas/año)

Referencia	Bosques	Selvas	Zonas áridas	Total
Castillo <i>et al.</i> , 1989 ¹	273	473	nd	746
FAO, 1988 ²	125	470	20	615
FAO, 1995	nd	nd	nd	0
Masera <i>et al.</i> , 1992 ³	167	501	nd	668
Myers, 1989	nd	700	nd	700
Repetto, 1988 ²	nd	460	nd	460
SARH, 1990 ⁴	127	202	41	370
SARH, 1991 ⁵	127	189	54	370
Toledo, 1989 ⁶	nd	nd	nd	1 500
WRI, 1992 ⁷	nd	nd	nd	615
WRI, 1994 ²	nd	nd	nd	678
Semarnat 2000 ^{8,9}	259	510	307	1 076

¹ Promedios anuales para el periodo 1988-1994. Se basan en crecimiento poblacional.

² No se indica forma de cálculo; nd: no disponible

³ Se basa en revisión de estadísticas oficiales y estudios de caso.

⁴ Se basa en reportes de las Delegaciones forestales de la SARH. Excluye bosques abiertos.

⁵ Se basa en reportes de las Delegaciones forestales de la SARH.

⁶ Incluye bosques abiertos y pastizales.

⁷ Cifra tomada de la FAO.

⁸ Estimaciones basadas en la comparación de los resultados preliminares del Inventario Nacional Forestal 2000 y de la cartografía de uso del suelo y vegetación, serie II (1993) del INEGI.

⁹ La fuente reporta que la tasa anual de deforestación en México para el periodo 1993-2000 es 769 379 hectáreas, siguiendo la definición de la FAO para la deforestación, conforme a la cual, ésta se refiere a la pérdida de la superficie arbolada constituida por bosques y selvas. La fuente agrega que, considerando que parte importante del territorio mexicano es semidesértico, al agregar la pérdida de la vegetación de este tipo de zonas, el promedio anual asciende a 1 076 423 hectáreas (Semarnat, 2002).

Nota: La variabilidad en la estimación de la deforestación se debe a que los estudios en los que se evalúa ésta parten de definiciones de deforestación distintas, al igual que diferentes son sus objetivos, metodologías y bosques utilizados en la evaluación.

Fuente: Masera O., «Deforestación y degradación forestal en México», GIRA A.C., Documentos de Trabajo No. 19, México, 1996. Poder Ejecutivo Federal, Programa forestal y de suelo, 1995-2000, Semarnat, Talleres Gráficos de México, México, 1996. Semarnat, Oficina del C. Secretario, Agosto 2002.

México formuló un documento guía de Plan de Acción de Combate a la Desertificación en 1994, antes del establecimiento de la Convención de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía. Este plan se ha constituido como una guía que orienta las acciones; sin embargo, requiere ser actualizado de acuerdo a los avances en diagnóstico, marco jurídico e institucional y participación social. El reto de actualizar el plan de acción debe incluir además mecanismos y compromisos claros para la elaboración y

operación de programas y proyectos, así como ampliar el concepto de degradación de suelos en el ámbito de su aplicación.

Actualmente, se encuentra en proceso de desarrollo el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (SINADES), el cual es un mecanismo de concurrencia y coordinación de las funciones de las instituciones públicas y de los individuos sociales y privados que inciden en los temas enunciados. El grupo permanente de trabajo del SINADES está integrado por los titulares de diversas instancias del sector público, social y académico como la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), la Red Mexicana de Esfuerzos contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (RIOD-MEX) y la Universidad Autónoma de Chapingo, será coordinado por la Comisión Nacional Forestal en su calidad de punto focal nacional de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. El informe elaborado por un grupo de trabajo especializado de la CONAFOR, SEMARNAT, SAGARPA, FIRCO, INEGI, CONAZA Y Colegio de Postgraduados, fue presentado en el Foro Internacional de Desertificación con motivo del 17 de junio, Día Mundial de la lucha contra la Desertificación y la Sequía (CONAFOR, 2008).

No obstante, persiste el reto de incrementar y fortalecer la participación social, no sólo a partir de mecanismos institucionalizados, sino también en el marco del principio del desarrollo participativo que promueve la Convención y que otorga un papel protagónico a las comunidades locales para la identificación, planeación, puesta en marcha y evaluación de sus proyectos relacionados al tema. Es de gran importancia, igualmente, lograr una elevación de la conciencia de la sociedad de los riesgos que implica el deterioro de las tierras (SEMARNAT, 2006).

2.1.1. Ganadería extensiva y sobrepastoreo en el noreste de México.

La ganadería extensiva de bovinos es un sistema de producción muy utilizado en México, este sistema consiste en un bajo manejo, sin una intensificación de la producción e incluye el libre pastoreo del ganado dentro de los bosques subtropicales de montaña, matorrales y pastizales, principalmente. El crecimiento de esta actividad se debe a que requiere de pocos insumos para su manutención y es una alternativa productiva viable para campesinos-ganaderos en donde la agricultura ya no es redituable (Lazos, 1996). En México la información sobre el efecto del ganado en sus bosques es escasa, fragmentada y heterogénea.

El carácter extensivo de la ganadería de carne en México es resultado de la abundancia de tierra, por tanto su escasez será la condición para su uso intensivo. No obstante, la zona ganadera del Norte del país no es la más propicia para iniciar este proceso, ya que en los próximos años continuará su orientación hacia el mercado externo. Sin embargo, los avances tecnológicos que se realicen en las otras zonas ganaderas podrán aumentar la disponibilidad de alimentos para el ganado, incluyendo a los becerros producidos en el norte, lo que posibilitaría contrarrestar los efectos del cierre del mercado externo (SAGARPA, 2005).

2.1.1.1. Carga animal.

La carga animal, que se expresa, comúnmente como la cantidad de unidades animal por ha, entendiéndose, una unidad animal (UA) como una vaca adulta de 450 kg con becerro al pie, o bien su equivalente. En relación a la capacidad de carga (coeficiente de agostadero) que se define como la máxima carga animal (ha/U.A.) sin causar deterioro en la vegetación y los recursos relacionados y que puede variar año con año en la misma área debido a las fluctuaciones en la producción forrajera (Society for Range Management 1974), existen una serie de estimaciones hechas por Jaramillo et al. (1991) en agostaderos en buena condición en esta región, reportan coeficientes de agostadero de .8 a 1.0ha por unidad animal por año en una pequeña área de Tamaulipas localizada en el

extremo sureste pero en el otro extremo tenemos coeficientes de agostadero en donde se necesitan de 45 a 80 ha para sostener una unidad animal por año, estos agostaderos se encuentran principalmente en Coahuila y superficies pequeñas en Nuevo León. Lo que concuerda en términos generales con el gradiente de precipitación propio del sector.

En el Cuadro 2, aparece el coeficiente de agostadero desglosado por unidad federativa que para el caso de Nuevo León se mantiene entre valores de 4.30 y 49.20.

Cuadro 2. Coeficientes de agostadero por entidad federativa (ha/UA).

Entidad federativa	Mínimo	Máximo	Ponderado
Aguascalientes	7.05	27.86	11.56
Baja California	15.00	45.00	33.92
Baja California Sur	28.00	80.00	52.17
Campeche	1.49	16.40	3.60
Chiapas	0.80	18.90	1.80
Chihuahua	8.00	60.00	20.07
Coahuila	9.90	77.10	26.02
Colima	1.50	12.45	3.77
Distrito Federal	5.05	19.68	11.35
Durango	4.50	41.44	15.70
Guanajuato	6.67	28.14	10.20
Guerrero	1.50	14.50	6.15
Hidalgo	0.80	38.55	6.41
Jalisco	1.92	25.64	8.50
México	5.05	23.42	9.33
Michoacán	1.50	24.46	7.00
Morelos	6.70	19.68	10.85
Nayarit	2.07	26.60	6.35
Nuevo León	4.30	49.20	22.57
Oaxaca	0.80	33.40	4.12
Puebla	0.90	33.40	7.82
Querétaro	3.25	38.72	13.49
Quintana Roo	1.44	16.40	3.72
San Luis Potosí	2.00	61.56	9.80
Sinaloa	1.87	29.10	9.07
Sonora	13.00	46.00	22.36
Tabasco	0.80	16.40	1.94
Tamaulipas	2.13	30.15	11.35
Tlaxcala	4.96	24.43	10.10
Veracruz	0.80	26.34	1.81
Yucatán	1.98	16.40	4.37
Zacatecas	4.92	58.84	14.49

¹ Los coeficientes de agostadero son permanentes. Se calculan para condiciones naturales, es decir, sin considerar el disturbio provocado por mal uso o mejoras de las condiciones de los sitios evaluados. Tienen carácter legal y son vigentes para determinar el tamaño de la pequeña propiedad ganadera. Sin embargo, para fines de manejo actual, los valores que aquí se reportan deberán ajustarse a las condiciones actuales de vegetación, clima, suelo y especie animal que utiliza los recursos de los sitios que se considere, entre otros factores.

Nota: La información de este cuadro fue revisada recientemente por Cotecoca (2002), determinando que no era necesaria su modificación.

Fuente: Elaborado por la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca), Sagarpa, con base en:

años 1972-1986, México.

Las acciones según el tipo de presión por uso ganadero en estos casos dependerán de las condiciones topográficas, infraestructura del rancho, y la capacidad económica del ganadero, por lo que las estimaciones de utilización y/o de forraje residual son las que dictarán la carga animal adecuada y la óptima distribución del ganado.

Pieper (1981) indica la posible determinación de un control en la variación de cargas para utilizar el forraje de acuerdo a las fluctuaciones en la producción del mismo, conforme al promedio de producción forrajera.

Se estima que existen, en México, por lo menos 1 millón de hectáreas que presentan problemas de deterioro y bajo potencial de producción forrajera (150-300 kg/ha) ya que producen de 3 a 5 veces menos forraje del que deberían (INEGI, 2005). Los pastizales deteriorados presentan un alto potencial de erosión debido a la escasa protección del suelo (O'Hara et. al. 1993). La cubierta de las especies importantes difícilmente se recupera a corto plazo mediante la reducción de la carga animal o la protección del pastoreo, por lo que se requiere de la aplicación de prácticas de rehabilitación como la siembra de especies, para mejorar la capacidad de producción de forraje y carne y hacer la actividad ganadera más rentable (Ibarra et. al., 2005)

2.1.1.2. Presión de pastoreo.

Las áreas de pastoreo constituyen una fuente principal de alimento para el ganado y la fauna, y resultan valiosas como cuencas hidrológicas y hábitats de la fauna, además de poseer valores recreativos y especies naturales de gran valor económico, social y ecológico. Aproximadamente el 50 % de los pastizales ha sufrido grave deterioro en los últimos años en la mayoría de los países de América (Botero, 1997; Vera, 2000; FAO, 2005). Esto ha traído como consecuencia, un descenso importante en los indicadores de producción y económicos.

Como es de suponerse, el manejo inadecuado que se ha suscitado en los últimos años en gran parte de las áreas de pastoreo en las zonas áridas y semiáridas de México impide su conservación, ocasiona agotamiento y pérdida de recursos naturales, y contribuye a generar desertificación y desequilibrio en el ecosistema y, en consecuencia la capacidad productiva del agostadero se verá disminuida considerablemente y, a su vez, la producción animal.

Savory (2000) señala que el sobrepastoreo reduce el mantillo, la cubierta vegetal, las raíces y dirige al agostadero hacia una sucesión negativa, con el consecuente incremento de suelo desnudo por la desaparición de plantas de calidad y aparición de plantas y animales indeseables. Este proceso conduce a la degradación de los pastizales y considera que la condición de la superficie del suelo es un elemento importante en la conservación de los agostaderos.

En un sistema de producción animal a base de pastos y forrajes, la interacción de sus diversos componentes debe permitir la conservación de la fertilidad del suelo, con un mejoramiento de la persistencia del pastizal, que permita la mejor producción animal, al más bajo costo y sin daño al entorno, lo que determinará el carácter sostenible del sistema (Guevara et. al., 2004). Una intensidad moderada del pastoreo permite obtener alta producción por animal y por hectárea.

La figura 2 contempla como al aumentar la productividad por animal también la presión de pastoreo aumenta. Se ha comprobado que esta práctica permite obtener los mayores beneficios económicos a largo plazo. Sin embargo, es importante señalar que se debe ajustar la carga animal sacando animales o proporcionando alimento adicional cuando la producción de forrajes disminuye en las praderas. El sobrepastoreo disminuirá la producción por animal, unidad de superficie, la condición de las plantas, la productividad y vida productiva de la pradera. Por otra parte, el subpastoreo permite una alta producción por animal pero la producción por unidad de superficie es baja (INIFAP, 2000)

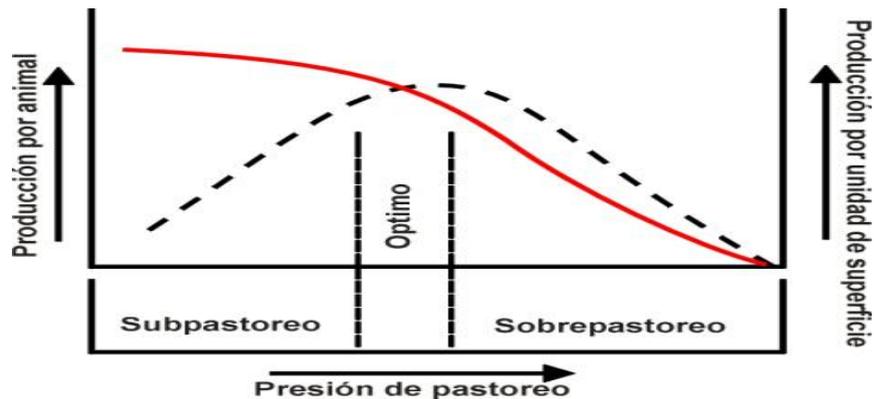


Figura 2. Relación entre el manejo del pastoreo y la producción por animal y por hectárea. INIFAP, 2000.

2.2. Tecnologías de restauración: técnicas ambientales aplicables en la restauración ecológica de ecosistemas degradados.

La variedad de enfoques conceptuales y metodológicos en la disciplina de la restauración de ecosistemas se justifica por la diversidad de espacios degradados existentes. En función de la intensidad de la degradación y, por consiguiente, de los compartimentos afectados en los ecosistemas, el objetivo de la restauración corresponderá a las formas de relieve y/o al suelo, a las comunidades vegetales y animales existentes, calidad de hábitat y recursos abióticos esenciales.

Algunas técnicas de restauración incluyen aquellas de tipo *topográfico* (recuperación del microrelieve), *paliativo* (provisión de elementos deficitarios), *revegetación* (mediante estaquillas, plantaciones, empalizadas, rulos y faginas) y *estructurales* (tales como geotextiles y alfombras plásticas, deflectores, azudes, escollera suelta y motas) (Menges, *et. al.*, 2003)

Numerosas técnicas han resultado efectivas en el campo de la restauración. Particularmente se pueden señalar algunos estudios.

García-Sánchez (2005), plantea una técnica de restauración de matorrales semiáridos del Valle del Mezquital en Hidalgo, México, a través de inducción por uso de plantas silvestres inoculadas con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) provenientes del suelo de la zona. El método consistió en evaluar la cantidad de HMA presente en el suelo y su asociación con especies nativas utilizando la extracción de agua; masificación de HMA usando plantas trampa de rápido crecimiento en sustrato estéril en condiciones de invernadero. Los resultados mostraron que la masificación de los HMA es posible usando macetas y plantas trampa, aunque hay que lograr mantener la diversidad y cantidad de esporas a lo largo del tiempo; asimismo, el aumento en la sobrevivencia de las plantas micorrizadas en campo sugiere que, la recuperación de la cubierta vegetal usando plantas silvestres y hongos autóctonos, es un método viable y acorde con la comunidad a restaurar.

El estudio de Ortiz-Arrona (2005), en la cuenca baja del río Ayuquila en el Occidente de México, un proyecto factible que incluye la caracterización de la vegetación ribereña asociada a lo largo del río, uso y manejo campesino de la vegetación ribereña y establecimiento de áreas de restauración y monitoreo para mejorar las condiciones bióticas del río y su vegetación asociada y la calidad de vida de la gente que depende del río como agua y alimento. Este proyecto adaptó metodologías de barreras ribereñas y reforestación con cepa común de árboles nativos con siembra controlada que permitió la retención de suelo y reducción de erosión, y dio alternativas de ingreso a los agricultores.

Barrera, J. et. al. (2005), desarrollan un trabajo de restauración ecológica en la Cantera Soratama, en la localidad de Usaquén, Bogotá, Colombia con distintos objetivos y diseños de restauración y el planteamiento de varios propósitos de acuerdo a la situación actual de cada uno de los sectores del área en estudio, el cual incluyó: 1) Utilización de biomantos de fibra de fique, rellenos con tamo de arroz o cebada y semillas de gramíneas y hierbas de la zona, para control de erosión y generación de cobertura herbácea. 2) Construcción de un *arboretum* con especies de bosque altoandino,

espacio para el montaje de experimentos con enmiendas orgánicas para la recuperación de suelo. 3) Arreglos florísticos y agregados de aliso. 4) Además de construcción de instalaciones de recreación, museo de máquinas de industria extractiva, entre otros diseños de esta índole. Este estudio se encuentra en ejecución y los resultados esperados vinculan conexión de los arreglos florísticos con las especies nativas, generación de microclimas para el desarrollo de estas especies, evitar la pérdida de nutrientes, mitigar los impactos de las precipitaciones, controlar el arrastre de sedimentos, generar un substrato superficial para las plantas, y potenciar la zona como sitio turístico y de recreación.

La aplicación de biorestauración, es una tecnología biocompatible que consiste en el aislamiento y la inoculación de bacterias nitrificantes específicas para ese suelo y de esporas vesiculares arbusculares micorrizas que sirven de catalizadores para la absorción de los nutrientes, en combinación con el material de deshecho industrial disponible en las cercanías de la mina. Estas sustancias se utilizan como restituyentes orgánicos para mejorar las condiciones de los terrenos deteriorados por la industria minera y favorecer su reforestación (Singh, R. N, 2002).

Entre las técnicas bioingenieriles para restauración de ríos, existe toda una gama de materiales: biorrollos de fibra de coco, gaviones de red fotodegradable, geomallas orgánicas biodegradables y fotodegradables, mantas de vegetación acuática, islas flotantes de vegetación, entre otros, comprenden algunos de los materiales que se utilizan, junto con técnicas tradicionales o novedosas, para dar forma a prácticas de restauración ecológica.

De esta manera, existen diversas modalidades y técnicas de restauración aplicables según el tipo de zona afectada, la naturaleza de la afectación, los recursos disponibles y las características climáticas del sector, entre otros aspectos, que serán potenciales en los procesos de restauración aplicados según sea el caso.

2.2.1. Tecnologías mecánicas de aireación del suelo.

La intervención mecánica para renovar praderas degradadas puede desarrollarse mediante varias operaciones, las cuales dependen de la condición de la pastura, del suelo y de las condiciones agroclimáticas del lugar (Lozano, 2004).

El método tradicional de preparación del suelo para los cultivos en los últimos siglos ha sido el laboreo. Las técnicas agrícolas modernas se han desarrollado con labores más rápidas para cubrir mayores superficies. Estas labores más rápidas y más agresivas actúan pulverizando los agregados del suelo, disgregándolos y deteriorando así la estructura del mismo. Sin embargo, estas agresiones repetidas conducen con el tiempo a un sellado del suelo, haciendo más difícil el crecimiento de los cultivos, además, el paso continuo de tractores pesados y maquinaria sobre el suelo, amén del pisoteo de los animales, pueden también conducir a una compactación en profundidad (suelo de labor o capa arable del suelo).

La infiltración lenta del agua en el suelo, debida a la destrucción de la estructura de las capas superficiales, conducirá a un incremento de la escorrentía superficial y a la pérdida de suelo. Las tierras de pastoreo de zonas áridas y semiáridas se caracterizan por su fragilidad y si se manejan inadecuadamente se generan procesos de erosión acelerada del suelo (Herbel y Pieper, 1991) y consecuentemente una disminución de infiltración (Guevara et al., 1995).

La defoliación excesiva de las plantas forrajeras conduce, en último término, a una disminución de la infiltración de agua en el suelo y, como consecuencia de ello, al aumento de la probabilidad de erosión. La utilización de una carga animal equivalente al triple de la moderada implica, con respecto a ésta, una reducción de la tasa de infiltración del 65% y un incremento de la producción de sedimentos del 80% (Taylor et al., 1993 en Guevara, 1995)

Se demostró que el uso de tratamientos de escarificación del suelo superficial consigue buenos resultados en la renovación de la productividad de praderas viejas. Sin embargo, debe haber una inclusión de fertilización y riego para aprovechar las mejoras en las condiciones físicas del suelo y debe considerarse y evaluarse de acuerdo a las condiciones a fin de encontrar tamaños, distancias y requerimientos de potencia, según el caso.

2.2.1.1. Tecnología del rodillo aireador.



Figura 3. Vista del paso del rodillo aireador en terrenos de pastoreo. Rancho Rosita. Anahuac. 2008.

En las zonas áridas y semiáridas del norte de México, la ganadería enfrenta año tras año grandes problemas de falta de disponibilidad de forraje. Situación provocada por dos grandes factores, el sobrepastoreo y las sequías prolongadas. La tecnología del rodillo aireador ha sido aplicada para restaurar los procesos hidrológicos del suelo y la composición y estructura de las comunidades vegetales potenciales en tierras de pastoreo degradadas.

❖ **Caracterización de la estructura física de la maquinaria.**

Ibarra et. al., (2004) indican una serie de beneficios característicos del rodillo aireador de suelos que se presentan a continuación: El rodillo aireador es un cilindro metálico pesado que tiene dientes o cuchillas soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo para lograr una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que este diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez.

El implemento se engancha en la parte posterior de un buldózer o tractor agrícola y es rodado sobre la superficie del terreno que se desea rehabilitar. Este puede ser utilizado sin carga pero es preferible llenarlo con agua y/o acondicionarlo usando piedras o sacos de arena para brindar mayor peso y así lograr una mayor penetración de las cuchillas en el suelo. Los rodillos cuentan generalmente con una sembradora la cual está adaptada en la parte posterior del cilindro, que puede ser utilizada en la siembra de especies en el caso de requerirse.

La aplicación de paso de rodillo tipo *tandem* (doble) deja una densidad de 22 impresiones/m². El rodillo aireador actúa mediante la descompactación de suelo y la captación de agua que se crea en las pequeñas pozas que resultan después de rodar el cilindro sobre la superficie del suelo. El implemento revienta el suelo sellado y rompe capas impermeables 30 cm debajo de la superficie del suelo y es capaz de crear pozas o cavidades de captación de agua, de aproximadamente 20 cm. de diámetro y de 15 a 25 cm de profundidad.

Existen diversos tipos de rodillos que se han diseñado con diferentes fines para utilizarse bajo condiciones muy variadas de suelo y vegetación, aunque en los agostaderos, especialmente en México, generalmente, los rodillos grandes y pesados son los que han trabajado mejor.

Los rodillos varían en cuanto a su diseño, dimensión y peso. Generalmente cada rodillo es de 3.0 metros de longitud, de 75 a 120 cm de diámetro, consta de 80 a 120 cuchillas, pesa de 3 a 6 toneladas y requiere entre 50 y 100 caballos de fuerza para ser jalados. Existen rodillos con múltiples cuchillas chicas, las cuales están distribuidas en forma helicoidal a lo largo del cilindro permitiendo la descompactación del suelo y hacer cavidades para retener agua. Otros rodillos tienen una serie de cuchillas largas y paralelas que corren longitudinalmente de lado a lado del cilindro y actúan en función de cortar o triturar el follaje de las plantas y los residuos vegetales en la superficie del suelo. Los rodillos se pueden usar en forma individual (un solo rodillo que corte o que descompacte) o combinados (dos o más rodillos en serie para cortar y/o descompactar simultáneamente en un solo paso).

❖ **Ventajas y desventajas de su aplicación.**

Utilizar un implemento como el rodillo aireador para el mejoramiento de pastizales, puede contribuir a la recuperación y rehabilitación de miles de hectáreas comprendidas dentro de la zona de matorrales y los valles centrales. También, este tipo de prácticas, contribuye a recuperar e incrementar el potencial productivo de las especies forrajeras que se encuentran actualmente en peligro de extinción, contribuir para lograr un equilibrio ecológico y mejorar los índices productivos de los ganaderos, aprovechar el agua de lluvia, reducir las grandes extensiones de arbustos indeseables que se tienen en los ranchos ganaderos y al mismo tiempo, disminuir el grado de deterioro del suelo que avanza cada día (Morales et al. 2004).

Probablemente una de las principales cualidades de este implemento es que puede descompactar, preparar una cama de siembra mediante el trazo de pozas para captar humedad y sembrar simultáneamente en un sólo paso de maquinaria, y aumentar la capacidad de infiltración hasta un 80%. Por lo que las plantas presentes así como la semilla que se encuentre en el suelo tendrán una mejor oportunidad y condición de

humedad para establecerse. La aireación afloja el suelo, aumenta espacio entre las partículas y aumenta movimientos del agua y de aire (Hanselka et al., 2001).

El rodillo aireador sirve para rehabilitar agostaderos y praderas deterioradas de zacate buffel con apoyo de la descompactación de suelo y la captación de agua en las pozas que crea durante el rodaje. La descompactación permite la aireación del suelo para que las raíces de las plantas respiren e incrementa la infiltración de agua con lo que se reduce la pérdida de la misma por escurrimiento. Esto es muy importante en zonas áridas considerando que además de que la lluvia es escasa e incierta, se pierde entre un 40 a 60% de la misma por escurrimiento. Adicionalmente, el rodillo promueve el rejuvenecimiento de agostaderos y praderas viejas y deterioradas de zacate buffel mediante el mayor crecimiento de plantas viejas que aparentemente se aprecian muertas y del establecimiento de plantas nuevas como resultado de la descompactación y de una mayor disponibilidad de agua en el suelo para el uso de las plantas (Morales et al. 2004).

Los rodillos de uso individual o combinados resultan también ventajosos. Los rodillos dobles combinados pueden tener la ventaja sobre los rodillos con un solo cilindro de picos de que controlan temporalmente vegetación arbustiva indeseable y a la vez descompactan. Tal es el caso de agostaderos y praderas deterioradas y compactadas de zacate buffel que presentan fuertes invasiones de arbustos como chírahui o mezquitillo en el centro y sur del estado. El tipo de rodillo a utilizar en un lugar determinado estará dado en función de las características del suelo, la vegetación y de los objetivos específicos de cada productor (Ibarra et. al., 2004)

Por lo tanto, el rodillo es un implemento ideal para rehabilitar agostaderos y praderas deterioradas que presentan áreas desnudas, donde el agua de lluvia se pierde por escurrimiento debido a la escasa cubierta vegetal y a la compactación del suelo. Su mejor área de acción es en terrenos preferentemente planos con pocos arroyos, en todo tipo de suelos excepto en los de texturas arcillosas o pesados y los demasiado pedregosos o rocosos.

Aunque se adapta a casi todo tipo de condiciones, es ideal para usarse en áreas con más del 40% de suelo desnudo que presentan menos del 50% del suelo cubierto por especies importantes de árboles.

El rodillo trabaja bien cuando se aplica durante los meses secos previos al inicio de las lluvias en julio, pero la calidad de las cavidades que produce es mejor cuando se trabaja en suelos húmedos que han recibido recientemente por lo menos una pulgada de lluvia.

El rodillo presenta, además, la ventaja de que es un método rápido, descompacta y airea el suelo, controla temporalmente la invasión de algunas herbáceas como la rama blanca, vinorama, chírahui y el mezquitillo, traza cavidades en el suelo donde se retiene agua y prepara cama de siembra. Todo esto se puede lograr con un solo paso del implemento.

Esta práctica no voltea ni pulveriza el suelo por lo que se reducen los riesgos de erosión e incorpora el material vegetativo de las plantas sobre la superficie del mismo, por lo que se protege el suelo con mantillo, el cual a través del tiempo, se convierte en alimento para las mismas plantas. El mantillo depositado superficialmente protege al suelo del calor, del viento y del impacto de las gotas de la lluvia y reduce la pérdida de agua por evaporación y escurrimiento (Morales et al. 2004; Ibarra et. al., 2004).

El rodillo no voltea la capa superficial del suelo, que es la más fértil porque es donde se encuentra concentrada la mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes, por lo que no se estimula la pérdida de fertilidad del suelo. El implemento permite dar vueltas rápidas en el terreno con relativa facilidad, lo que permite que se pueda seleccionar la vegetación y proteger especies deseables de árboles y manchones importantes de plantas en el predio (Ibarra et. al., 2004)

Esta tecnología tiene la desventaja de que no es efectivo en suelos pesados o arcillosos debido a que los dientes o cuchillas no rompen la superficie del suelo, por lo que el suelo no se descompacta y no se trazan buenas pozas para retener el agua. La eficiencia del rodillo también se ve reducida en terrenos muy quebrados y con pendiente muy pronunciada y en suelos con mucha piedra y roca ya que estas características limitan la penetración de los dientes o cuchillas y pone en peligro la vida útil de las mismas. Las áreas tratadas requieren de por lo menos un año completo de protección del pastoreo, para ayudar a las plantas nuevas a que desarrollen buena raíz y aseguren su establecimiento. En la mayoría de los casos se requiere de un buldozer para su operación (Ibarra et. al., 2004)

❖ **Rendimiento y costos.**

Los rendimientos y costos del rodillo que se señalan en adelante son aquellos proporcionados por los resultados de las investigaciones de Ibarra et. al., (2004), (Morales et al. 2004). El rendimiento del rodillo es variable entre predios o ranchos y está en función de la topografía del terreno, tipo de vegetación, característica de la maquinaria y del tipo de trabajo que se requiera para cada caso específico. Los resultados actuales indican que el rendimiento de un paso del doble rodillo jalado por un buldozer D-5 varían de 1 hora con veinte minutos a 1 hora con cuarenta minutos por hectárea; por lo que el rendimiento por máquina fluctúa aproximadamente de 5 a 6 hectáreas por turno de 8 horas.

El costo estimado de la operación del paso del doble rodillo, para cortar arbustos y descompactar simultáneamente incluyendo la siembra del buffel (no la semilla) es de 625 a 785 pesos por hectárea.

Los siguientes resultados fueron logrados en la región central de Sonora donde se utilizó el rodillo aireador para rehabilitar praderas viejas y deterioradas de zacate buffel en suelos compactados de textura franco arenosa en zonas con 320 mm de precipitación anual. Se evaluaron cambios en el suelo y vegetación durante 5 años en áreas tratadas y

no tratadas con un solo paso de rodillo en junio de 1997, utilizando un rodillo aireador de 3 m de longitud, 1 m de diámetro y 5 toneladas de peso.

Las praderas, tanto las tratadas como las no trabajadas se cercaron para protegerlas del pastoreo y poder determinar diferencias en emergencia, crecimiento de plantas y producción de forraje. La cantidad de agua en el suelo de las praderas tratadas con rodillo fue superior durante todos los años en comparación con la de los suelos de praderas adyacentes no trabajadas.

Durante el año de aplicación del rodillo la cantidad de agua en el suelo fue 49% superior en comparación con las áreas no trabajadas y aunque esta diferencia tiende a reducirse sobre el tiempo, los suelos de las praderas tratadas con el rodillo continúan mostrando 27% más agua en comparación con los suelos de las praderas no trabajadas.

El número de plantas, la cobertura basal y la altura del zacate buffel se incrementó con la descompactación del suelo y fueron mayores durante todos los años en las praderas tratadas con rodillo en comparación con las no trabajadas.

Cinco años después del tratamiento con el rodillo aireador, el número de plantas de buffel por metro cuadrado fue de 4.6 y 1.6 respectivamente, en las praderas tratadas y no tratadas. La cobertura basal del zacate fue 7.4 y 0.7% en las praderas tratadas y no tratadas durante el mismo período. La altura del zacate buffel fue mayor durante todos los años en las praderas tratadas y promedió 91 y 59 cm en las praderas tratadas y no tratadas durante el mismo período.

La producción de forraje del zacate (base materia seca) también fue superior durante todos los años en las praderas rehabilitadas con el rodillo en comparación con las praderas no trabajadas. La producción anual de forraje fue 0.72 a 2.84 toneladas por hectárea superior en las praderas tratadas con rodillo en comparación con las praderas adyacentes no trabajadas.

Las praderas rehabilitadas con rodillo produjeron anualmente un promedio de 1.87 toneladas de forraje adicional por hectárea en comparación con las praderas de buffel no trabajadas. Durante los cinco años del estudio las praderas de buffel tratadas con rodillo produjeron 9.37 toneladas de forraje adicional en comparación con las praderas no trabajadas (Morales et al. 2004; Ibarra et. al., 2004).

2.2.1.2. Otras tecnologías mecánicas de aireación.

Como tecnologías mecánicas de aireación del suelo existen entre otras tecnologías:

Renovador de praderas japonés: La preparación consiste en el uso de implementos con cuchillas rotativas para hacer la cantidad necesaria de escarificación y sembrar leguminosas sobre una pradera existente hasta 10 cm mediante un mecanismo de cuchillas rotativas fijas a un eje rotativo. Las cuchillas cortan surcos a través de la hierba en el suelo, donde los puntos de corte de las cuchillas tienen superficie de carburo de tungsteno para trabajo en suelos pesados o pedregosos y lograr airearlo. Este equipo fue desarrollado por Yamana *et al.*, (2003) e incluye varias operaciones, desde preparar la banda angosta sobre la cual se aplica fertilizantes, la resiembra y cubrir el suelo, una vista de la maquinaria y el tipo de rodillo se observa en la Figura 4.

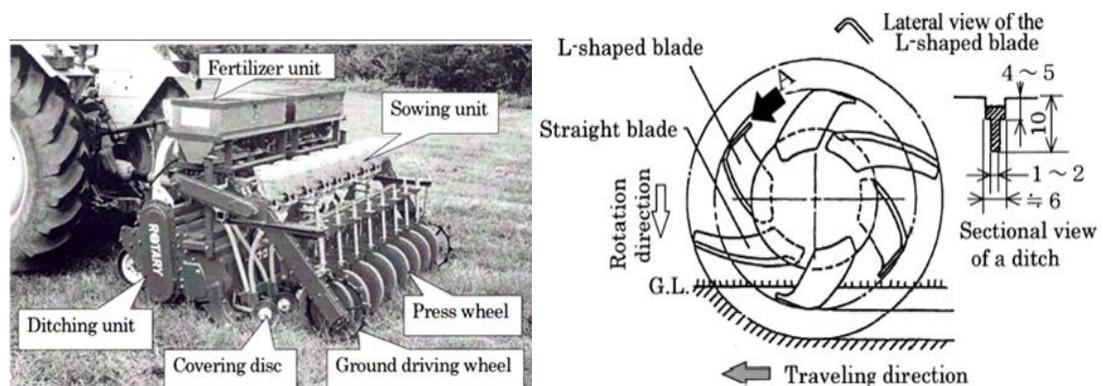


Figura 4. Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas japonés. Yamana et. al. 2003.

- ❖ **Renovador de praderas de acción vertical “AerWay”:** Una máquina usada ampliamente en Norteamérica y varios países europeos. Consiste básicamente en una estrella de cuchillas que giran libremente alrededor de un eje. Su movimiento se origina al avanzar sobre el suelo. Con esta herramienta, que se observa en la Figura 5, se hace aireación y escarificación al mismo tiempo. Las cuchillas penetran más de 20 cm en el suelo, creando una red de fracturas que incrementan la aireación y el flujo de agua y nutrientes. Como los dientes alternan sobre el eje, no hay un corte continuo que sirva como canal al agua (Lozano, 2004). Las 6-8” superiores del suelo puede ser aireado sin destruir la cobertura de corte existente, debido a la acción de romper y fracturar del AerWay. Esto libera y atenúa, la compactación aflojando la estructura del suelo. Las cuchillas se están alternando en el rodillo, de modo que nunca haya un surco continuo o surco para acanalar el agua (Robinson, *et al.*, 2000).



Figura 5. Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas de acción vertical. Robinson et al., 2000.

- ❖ **Renovador de praderas con cinceles:** Según el equipo especializado en Colombia para la renovación de praderas es un arado de cinceles, montado de tal forma que no permite que el cespedón se levante. Lozano (2004) señala que el objetivo principal es romper las capas compactas de suelo a diferentes profundidades y airearlo atravesando la capa de pasto, sin invertir el perfil. La profundidad de operación de los cinceles puede ser hasta de 60 cm. Esta depende de la profundidad a la que se encuentren, si hay, capas compactas. Además los

cinceles ayudan a oxigenar el suelo, haciendo estallar los terrones en frente de la herramienta Ashburner (1983 en Lozano, 2004) destaca el uso de cinceles, los cuales aumentan la porosidad del suelo y rompen estratos impermeables compactos, debido al estallado del suelo en capas profundas. Una imagen de este tipo de maquinaria se observa en la Figura 6.



Figura 6. Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas con cinceles. Lozano, 2004

- ❖ **Renovador de praderas con “Paratill”.** La herramienta consiste en pares de brazos estacionarios que se ajustan en la barra de tiro. En frente de estos tiene un cortador que pasa a través del césped y de los residuos vegetales. Las observaciones han mostrado que este deja una superficie de suelo aún mas suave que un arado de cinceles o un subsolador parabólico (Lozano, 2004).

Clark et al. (1993), evaluaron la influencia de la frecuencia de pasadas de Paratill sobre las propiedades físicas de un suelo pesado erosionado. Las tasas de infiltración estabilizadas fueron 86, 42 y 14 mm h⁻¹ para el Paratill pasado uno, dos y tres años antes, respectivamente y encontraron que el contenido de humedad del suelo era menor cuando se había pasado un Paratill un año antes que cuando el mismo implemento se había pasado dos y tres años antes, este efecto fue atribuido a un mayor consumo de agua por el cultivo.

Wales Davies et al. (1989 en Lozano, 2004), indican que con este implemento que podemos ver en la Figura 7, se redujo la compactación del suelo causada por tráfico de animales; así mismo en Florida Williams y Kalmbacher, (1996 en Lozano, 2004), señalan que el índice de cono bajó después del uso del aireador pero que los rendimientos fueron iguales que sin su uso.



Figura 7. Vista de la maquinaria correspondiente a un renovador de praderas con paratill.

Reaper, et al. (1997), estudiaron en Kentucky el efecto de la aplicación anual de *paratill*, *aerway* y no labranza sobre un pasto bermuda establecido en un suelo arenoso limoso fino, el cual había sido pastoreado continuamente desde moderada a intensamente con 26 pares vacas-becerro. Antes de la labranza había una capa compacta a 10 cm con un I.C. superior a 2 MPa, un año después el paratill redujo el IC bajo el perfil, pero el Aerway no lo influyó en ninguna de las áreas. A profundidades menores de 12 cm los tratamientos con pastoreo tuvieron mayores IC que los tratamientos sin pastoreo. A niveles inferiores el IC decrece en pastoreo independientemente de la labranza.

Estos autores, consideraron además, que las diferencias estaban relacionadas al tráfico y a la composición de especies. Indican además que con respecto al requerimiento de fuerza, el paratill requiere mucha mas fuerza de tiro que las otras dos herramientas, sobre lo cual influye la profundidad de trabajo del paratill y el nivel de disturbación del suelo causado.

Self-Davis et al., (1996) desarrollaron una investigación sobre renovación de praderas usando un paratill, un aerway en contraste a un tratamiento sin renovación, en Crossville. Previamente se retiró el ganado del área de pastura y la renovación fue aplicada cada año. Concluyeron que el daño al sistema radicular causado por el paratill puede reducir la producción de forraje en condiciones de tiempo seco. Sin embargo el aflojamiento del suelo a mayores profundidades con el paratill puede ser un factor por el cual se incrementa el rendimiento en condiciones de alta humedad. Por su parte el Aerway mostró efectos más favorables en la producción de forraje en las condiciones mas secas. Los resultados sugieren que el incremento en la producción ocurre bajo algunas condiciones climatológicas especiales.

2.2.2. Tecnologías de reforestación.

La reforestación, o siembra de árboles, es sólo una de las muchas prácticas dirigidas a la conservación y utilización sabia de los terrenos. En muchas situaciones, puede ser más importante el asegurar la protección y manejo adecuado de los bosques existentes y arboledas que el reforestar los terrenos baldíos. Por lo tanto, la reforestación es con frecuencia un complemento al sabio manejo de los bosques existentes (Manual de Reforestación).

La reforestación es costosa en términos tanto de tiempo como de dinero. En un sentido, es un proceso de retribución por prácticas anteriores que eliminaron el bosque. Requiere tener unos objetivos claros y un cabal entendimiento de las diferentes prácticas

forestales conocidas. Entre los objetivos comunes para la siembra de árboles están la rehabilitación de terrenos degradados, la protección de los recursos de suelos y de agua, la producción de leña, el enriquecimiento o plantación intercalar del bosque secundario degradado, la producción comercial o industrial de madera y la producción combinada de alimentos, forraje y madera en un mismo paisaje (agroforestación) y las investigaciones experimentales (manual de reforestación) (INE, 2006).

Uno de los problemas ambientales prioritarios es el de la rehabilitación de los ecosistemas y de las zonas productivas afectadas por los procesos de deforestación y la ganadería extensiva. En México diversos institutos y grupos de trabajo han estudiado las condiciones y procesos de deterioro ambiental que afectan al país entre ellos el Instituto Nacional de Ecología de la SEDESOL bajo el Programa de Aprovechamiento Integral de los Recursos (PAIR), y apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En México las reforestaciones que se han realizado, y que aún se realizan, han utilizado principalmente especies exóticas como *Eucalyptus* spp., *Casuarina* spp., y *Pinus radiata*, entre otras, que en la mayoría de los casos no contribuyen al mejoramiento del medio ambiente ni responden a las expectativas de la población rural. Si observamos el Cuadro 3, vemos como se distribuye la tasa de deforestación a lo largo del período 1993 – 2006, con fluctuaciones dispares, propiamente, esta tendencia se debe a la escasez de estudios sobre la biología de especies nativas útiles y por consecuencia se desconoce la forma de propagarlas masivamente y de lograr su establecimiento exitoso (INE, 2007).

Cuadro 3. Superficie Reforestada a Nivel Nacional. Semarnat, Comisión Nacional Forestal, Programa Nacional de Reforestación, México, Septiembre, 2006.

AÑO	HAS
1993	14,513
1994	42,303
1995	64,048
1996	109,880
1997	139,829
1998	200,621
1999	225,151
2000	240,495
2001	164,823
2002	224,772
2003	186,715
2004	195,819
2005	182,674
2006	14,598

Las áreas que se elijan para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo. En México es muy común que la reforestación se intente en terrenos completamente degradados, en general por uso agrícola y por haber soportado el sobrepastoreo o una explotación forestal sin manejo adecuado. La mayoría de los terrenos no presentan características adecuadas para la reforestación con especies leñosas por tener escaso suelo y una textura inadecuada, además de sufrir agudos procesos erosivos.

Para rehabilitar se tendrá que echar mano de otros tipos de estrategias de restauración que permitan, en pasos sucesivos, recuperar las características mínimas necesarias para que en ellos se puedan establecer especies leñosas como son profundidad de suelo (no menos 30 cm), textura de suelo (que permita una infiltración adecuada del agua), existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno,

formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo (INE, 2007)

Por lo general, sin embargo, las áreas con estas características son utilizadas con fines agropecuarios, y no se disponen para reforestar sino aquellos terrenos en los que ya no se persigue ningún fin productivo inmediato porque su degradación es evidente. Debemos entender que para que tenga un fin aceptable, la reforestación, debe revertir de forma artificial las características negativas del terreno, lo que implica una inversión económica fuerte y abundante empleo de mano de obra.

Podemos aseverar que una inadecuada selección de especies conduce inevitablemente al fracaso de la reforestación. No se deben anteponer juicios que conduzcan a elegir o desechar anticipadamente a las especies, sino que esto se debe hacer de acuerdo a múltiples criterios (INEGI, 2005)

2.3. Mecanismos de evaluación y control ambiental en la aplicación de técnicas de restauración ambiental.

Un ecosistema de referencia sirve de modelo para planear un proyecto de restauración y más adelante, para su evaluación. De la misma manera, un ecosistema que pasa por la restauración puede terminar en uno de una gran variedad de estados posibles. Cualquier estado que se exprese se acepta como restauración, con tal que sea comparable con alguno de los estados posibles en que la referencia se pudiera haber desarrollado. Cuando sea factible, se deberá incluir por lo menos una parcela testigo no tratada en el sitio del proyecto, para fines de comparación con el ecosistema restaurado (SER, 2004).

El grado de limitantes abióticas generalmente restringe la restauración de plantaciones y regeneración natural (Whisenant, 1999 en Cummings, 2005). El establecimiento exitoso de plantas semillero puede ser retardado, lo cual limita la capacidad del semillero de acumular nutrientes y almacenar energía (Whisenant, 1999; Sweeney, Czapka & Yerkes, 2002 en Cummings, 2005).

El establecimiento de especies competitivas junto con el crecimiento de especies nativas deseables es importante para su control y reemplazo. Claramente las especies son afectadas diferentemente por diferentes tratamientos, al conducir ensayos de investigación usando diversas técnicas de manejo de la especie, en sitios de restauración los encargados pueden tomar decisiones sobre cómo sus acciones pueden influenciar la composición de la comunidad (Cummings, 2005).

En la actualidad lo que procede es identificar las características del sitio, el tipo y concentración de los contaminantes, sí los hay, la medición de parámetros físico-químicos del entorno e indicadores de degradación ecológica que nos oferten los atributos de los sistemas biológicos en estudio y nos permitan descifrar factores ambientales que determinen el nivel de degradación presente, o bien que nos oferten la panorámica de los daños, perturbaciones, o procesos de sucesión forzados, entre otras variantes a las que se ha visto expuesto el ecosistema, lo cual constituye el punto de partida para estudiar las alternativas que permitan su tratamiento.

2.4. Patrones de uso y sostenibilidad de servicios ambientales como la captura de carbono.

Mantener la cubierta arbórea de las plantas puede reducir la erosión eólica, proveer la captura de energía, incrementar las precipitaciones, incrementar la estabilidad del suelo y mejorar la retención de humedad del suelo y las condiciones microclimáticas para la germinación de otras especies deseables (Whisenant, 1999 en Cummings, 2005)

Se ha destacado, asimismo, que las plantaciones pueden, por un lado, reducir la presión sobre el bosque nativo y ayudar a limitar la desertificación, y por otro, contribuir al desarrollo económico. Al mismo tiempo, las forestaciones comerciales suelen también generar controversia en cuanto a sus potenciales impactos ambientales negativos. En definitiva, el interés local en proyectos de uso y manejo en la captura de carbono debe evaluarse en base a un delicado análisis costo-beneficio de sus efectos socioeconómicos y ambientales, locales y regionales (Chidiak et al., 2003).

Sin duda, el conocimiento humano acerca del ciclo global del carbono requiere aún mayor profundidad, no obstante, se sabe que los ecosistemas terrestres intercambian con la atmósfera alrededor de 60 Pg^1 de carbono por año, lo que representa cerca de 10 veces la suma de las emisiones de carbono provenientes del cambio del uso de la tierra ($1.6 \pm 1.0 \text{ Pg C/a}$) y la quema de combustibles fósiles ($5.5 \pm 0.5 \text{ Pg C/a}$). Por lo tanto, pequeños cambios en el reservorio de carbono terrestre pueden poseer una influencia substancial en el balance global de carbono atmosférico. (Karjalainen y Liski, 1997)

Los cambios en el uso de la tierra, la forestación y el uso de distintas prácticas de manejo forestales (LUCF, según su sigla en inglés) han representado, históricamente, emisiones netas de carbono hacia la atmósfera). Sin embargo, existe la potencialidad para que dichos cambios y prácticas actúen para mitigar emisiones de carbono. Eso se puede lograr ya sea conservando reservorios preexistentes de carbono (por ejemplo, deteniendo la deforestación o mejorando las prácticas actuales de tala); expandiendo la capacidad de almacenaje (vía la plantación, actividades agroforestales, regeneración natural, o la mejora en las prácticas de manejo) o bien substituyendo materiales intensivos en el uso de la energía por madera, con un esquema de tala acorde con la dinámica del ecosistema (Brown et al., 1996 en Chidiak et al., 2003).

¹ Pg = Petagramos (1.000 millones de toneladas)

Recientemente, ha sido reconocido el importante papel que desempeñan los bosques en el proceso de secuestro o captura de carbono atmosférico, al punto tal que las actividades forestales han sido incluidas dentro de la definición de "sumidero"⁹. Sin embargo, también ha sido reconocido lo difícil que será, en ausencia de mecanismos específicos creados a tal fin, que los forestadores y/o propietarios de tierras forestadas puedan apropiarse de los beneficios monetarios derivados de los "servicios de captura de carbono" que éstas prestan (Chidiak et al., 2003)

De esta manera, la captura de carbono ha adquirido valor monetario, puesto que los certificados de reducción poseen un precio de mercado (a futuro, por el momento) y, en consecuencia, las actividades de plantación, que pueden no estar justificadas sobre la base de la producción maderera solamente, pueden ver incrementada su rentabilidad y, de esta forma, los incentivos financieros para llevarlas a cabo (Sedjo, 2000; Laclau, 2003).

Los resultados obtenidos, bajo numerosos estudios han intentado estimar el tamaño del mercado de carbono y el precio de los créditos bajo diferentes supuestos y escenarios pero difieren sustancialmente en función de las proyecciones de población, crecimiento económico, intensidad de carbono en la producción energética, nivel tecnológico y economías de escala de las fuentes de energía alternativas que sean consideradas.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que el potencial de reducción de emisiones (de CERs) que podrá lograrse a través de proyectos forestales compite dentro del MDL con actividades de otros sectores tales como energía, manejo de residuos, sustitución de combustibles fósiles, etc. Es por ello que resulta crucial evaluar el potencial y los costos de captura de carbono o de reducción de emisiones en los distintos sectores. Para estimar la captura de carbono existen varias fuentes de información, por ejemplo, los datos *default* del IPCC o los propios calculados (agencias forestales, INTA, etc.). Una de las garantías básicas para el éxito de un proyecto de secuestro de carbono dentro del mecanismo MDL depende de la posibilidad de contar con metodologías confiables para

medir y/o estimar emisiones y secuestro de GEI (Busch *et al.*, 2000). Básicamente, esta cuantificación se basa en el establecimiento del "escenario de línea base" (uso de la tierra o cambio en la cobertura vegetal hipotético sin proyecto) y de un "escenario de proyecto" (Chidiak *et al.*, 2003).

Los ingenieros forestales han realizado durante décadas muestreos y mediciones en bosques con el fin de calcular volúmenes comercializables y tasas de crecimiento de diferentes especies, por lo que sus técnicas están bien desarrolladas y aceptadas. De esta forma, la realización de un inventario de carbono en un bosque puede utilizar, a través de una extrapolación casi directa, estas metodologías forestales (Brown, 1999 en Ellis, 2002).

Existen muchos métodos que pueden ser apropiados para monitorear emisiones o captura en un proyecto. Estas distintas aproximaciones pueden resultar en estimaciones de emisión y/o captura a diferentes costos y con diferentes niveles de precisión y confianza (Ellis, 2002).

Brown (1998), hace alusión a los principales compartimentos en un ecosistema boscoso como son: la biomasa viva; la necromasa; el suelo; los productos comerciales, indicando que cada uno de estos subsistemas puede ser, a su vez, subdividido. Por ejemplo, para la biomasa viva puede identificarse la biomasa aérea (tallos, ramas y hojas) y la subterránea (raíces); la necromasa puede descomponerse en hojarasca fina y gruesa; el suelo, en horizontes orgánicos y minerales, mientras que los productos pueden ser de larga o de corta vida

La decisión sobre qué compartimentos del sistema incluir en el proyecto es una decisión crítica. Los criterios a considerar en la selección del tipo de compartimento a incluir en el plan de MERV son: el tipo de proyecto, el tamaño del compartimento, la tasa

de cambio de los niveles de carbono, la dirección del cambio, el costo de la medición y la posible precisión que se pueda alcanzar en su medición (Brown, 1999).

También hay que considerar que es distinta la situación en el inventario de carbono inicial, comparado con los monitoreos subsiguientes. En el inventario inicial de carbono, deben medirse todos aquellos compartimentos que se consideren relevantes, mientras que en los monitoreos posteriores pueden medirse sólo algunos de ellos (MacDicken, 1997 en Ellis, 2000; Brown, 1999).

2.5. Métodos y estrategias de captura de carbono.

Generalmente, se considera que la tala, incluso el desmote, tienen poca influencia en términos de cambios en el contenido de carbono en el suelo, en la medida en que la cobertura vegetal se restablezca enseguida (Schlesinger, 1986 en Chidiak et al, 2003). Se podría decir que, en la mayoría de los casos, estamos frente a cambio cero y rangos que van de un 25% de pérdida a un 25% de ganancia de C en el suelo post-cosecha. También se ha verificado que la existencia y/o dirección del cambio depende del tipo de aprovechamiento comercial del bosque (Heatha et al., 2002).

La mayor sofisticación de ciertos métodos de medición podría acarrear mayores costos por la utilización de equipos más caros o personal más especialmente entrenado.

El subsistema suelo es el que ofrece mayor dificultad ya que, por un lado, es cuantitativamente el más importante y, por el otro, es el más complicado de medir y estimar dada la dinámica temporal que presenta el carbono en el mismo. Algunos institutos e investigadores consideran importante incluirlo en el análisis de stock, como, por ejemplo, en el caso del proyecto de PROFAFOR S.A. de la Face Foundation (Holanda), mientras que otros investigadores, por ejemplo del Winrock Institute, lo dejan sujeto a consideraciones de carácter económico (Chidiak et al., 2003).

2.5.1. Estrategias de captura de carbono para en sistemas naturales y agrícolas de ladera.

Algunas técnicas empleadas para la determinación de carbono constan del establecimiento de parcelas experimentales, medición o estimación en su caso de la biomasa aérea, determinación de la concentración de carbono en la parte aérea, cálculo de los almacenes de carbono en los componentes de esa porción, muestreo y medición de la concentración de carbono en el suelo, medición de la biomasa de raíces finas, medición de la concentración de carbono y densidad de las raíces finas, medición de la densidad aparente del suelo cálculo de los almacenes de carbono en los componentes subterráneos.

❖ Concentración de carbono en suelo mineral, raíces y componentes de la biomasa aérea.

- **Suelo mineral:** Las mediciones de la concentración de carbono en el suelo mineral se realizan en una submuestra del suelo colectado originalmente en el campo, después de haber sido debidamente homogeneizada. La submuestra, de aproximadamente 5 g, se muele hasta pasar íntegramente la malla 100. Para su molienda se utiliza un molino mecánico de ágata.
- **Raíces y componentes de la biomasa aérea:** La concentración de carbono en las raíces finas y componentes de la biomasa aérea se mide en muestras de estos materiales secados en estufa a 72 °C y luego se muelen hasta pasar por malla 40.

❖ Biomasa aérea de cultivos agrícolas y mixtos.

- **Biomasa de la parte aérea de los cultivos anuales:** La biomasa aérea de los cultivos agrícolas anuales en campo, se mide la madurez, el peso de plantas con su humedad de campo en áreas de muestreo seleccionadas. Muestras de esas plantas se secan para determinar el porcentaje de humedad y estimar la biomasa por hectárea.

- **Biomasa de los frutales:** La biomasa de los árboles frutales se estima de igual manera que la de los árboles de los bosques secundarios, es decir se establecen ecuaciones alométricas empleando el mismo procedimiento.
- **Biomasa de las podas:** La biomasa retirada en las sucesivas podas se estima y agrega a la biomasa generada por los árboles.
- **Biomasa en la hierbas que persisten después de la cosecha:** En el caso de las parcelas con cultivos agrícolas las hierbas que se mantienen después de la cosecha y que se mueren por falta de humedad y/o frío, quedando sobre la superficie del suelo se colectan cuadros de 30 x 30 cm, a razón de una muestra por cada repetición.

❖ **Procedimiento analítico para la medición de carbono** (Figura 18).

- **Método estándar para el análisis químico de carbono.** Las muestras de suelo y material vegetal se procesan y preparan para el análisis químico de acuerdo a un protocolo estandarizado, diseñado ex-profeso. La determinación del contenido de carbono orgánico (CCO) se hace por combustión seca en un analizador automático de carbono Shimadzu TOC 5000-A.
- **Almacenes de carbono.** Para calcular los almacenes de carbono de cada componente (aéreo o subterráneo) de los sistemas de uso de la tierra, se emplean los resultados de las mediciones o estimaciones de la biomasa y de la concentración de carbono ya descritas. En el caso del suelo, se considera para el cálculo, la densidad aparente correspondiente a cada condición.
- **Relojes de muestreo.** Se establece "Reloj" inscrito en las parcelas, georeferenciado, con las 12 horas orientadas al norte magnético como se observa en la figura 8. Dos por cada repetición en el caso de los bosques secundarios y cultivos permanentes (total 10 círculos por sistema) y tres por cada repetición en los cultivos anuales y el MIAF (total de 9 círculos por

sistema de uso de al tierra). Los círculos de 0.5m de radio, se georeferencian y marcan magnéticamente en el centro con una varilla de fierro de aproximadamente 50 cm de largo, doblada en 90 grados en un extremo, que se entierra para que quedase a aproximadamente 30cm de la superficie. Esta marca permite la ubicación exacta del centro del círculo con ayuda de un detector de metales en futuros muestreos. Para cada sistema de bosque secundario y permanente se colectaron muestras en 20 puntos y para cada sistema anual y MIAF en 18 puntos. Este alto número de muestras tiene por objeto tener una mejor estimación de la tendencia central y reducir el error provocado por variabilidad espacial natural cuyo valor fue empleado para el cálculo de la densidad aparente

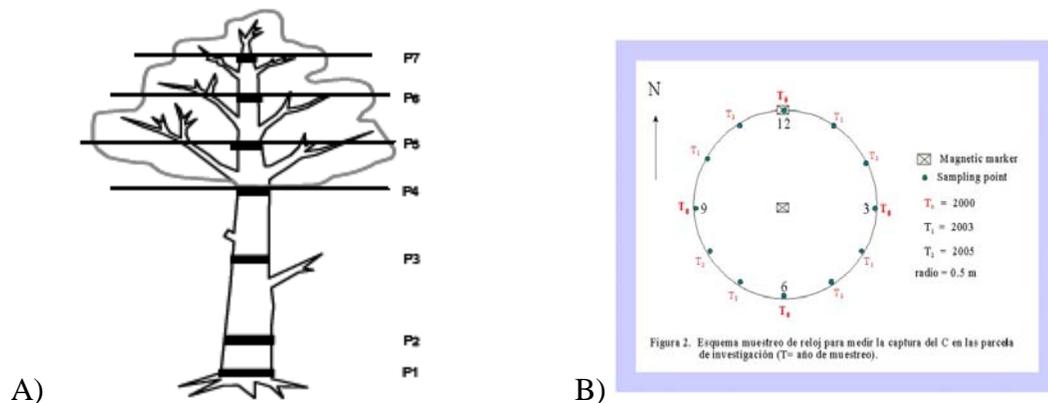


Figura 8. Proceso de determinación de parámetros para la captura de carbono
a) Selección de árboles y metodología de determinación de biomasa.
b) Esquema de los relojes de muestreo.

❖ **Carbono en la biomasa aérea de los vegetales**

- **Porcentaje de carbono en los vegetales:** Muestras de todos los materiales colectados, después de secos al horno (72 a 80 °C), se pulverizan hasta pasar la malla 80 y se analizan para determinar su porcentaje de carbono en un analizador automático carbono.

- **Carbono acumulado en cada componente y sistema de uso de la tierra:** El porcentaje de carbono correspondiente a los diferentes tejidos vegetales se multiplica por la biomasa de cada componente de un sistema determinado (expresada en kg ha^{-1}). La sumatoria del carbono presente en los diferentes componentes de un sistema permite estimar el carbono acumulado en un momento cualquiera en la biomasa aérea del sistema particular.

2.5.2. Estrategia de captura de carbono en zonas áridas y semiáridas.

En tierras áridas y semiáridas las estimaciones deben tomar en consideración el tipo de suelo y la región agroecológica, pero los principales factores son el tipo de uso de la tierra y el manejo específico del suelo y del cultivo. También es importante tomar en consideración los criterios de tierras degradadas según Oldeman et al. (1991) si bien no pueden ser relacionados a contenidos específicos de materia orgánica del suelo.

Opciones de manejo de la tierra para la captura de carbono.

En el cuadro 4 se muestra la comparación entre la última evaluación de Lal (1999) para el proyecto FAO-FIDA (Food and Agriculture Organization of the United Nations-Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola) y los últimos datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) haciendo énfasis en las prácticas más provechosas para establecer prioridades respecto a la captura de carbono. Todas las estimaciones se hacen en t/ha/año , y actualmente en la unidad tonelada es substituida por gigagramos (Gg), existen fluctuaciones en el valor y se observan que son menores para zonas áridas que para zonas tropicales. Para este propósito, se asume que las actividades o las prácticas de manejo tienen una duración finita de 20 a 50 años, correspondientes a la capacidad limitada de los suelos de almacenar carbono (según el tipo de suelo). Este es un rango importante y será fundamental utilizarlo debidamente si es que se desea tener sistemas de intercambio de carbono eficientes (IPCC, 2000)

Cuadro 4. Principales efectos de las prácticas de manejo o de uso de suelos sobre la captura de carbono t C/ha/año). Zonas áridas y tropicales (De Lal, 1999).

TIERRAS DE CULTIVO	ZONAS ÁRIDAS (3 000 millones ha)	ZONAS TROPICALES (húmedas y subhúmedas) (2 000 millones ha)	Millones de ha
Labranza de conservación	0.1-0.2	0.2-0.5	700
Cultivos con cobertura viva o muerta	0.05-0.1	0.1-0.3	
Agricultura de conservación	0.15-0.3	0.3-0.8	
Con composta	0.1-0.3	0.2-0.5	
Manejo de nutrientes	0.1-0.3	0.2-0.5	
Manejo del agua	0.05-0.1		
TIERRAS DE PASTOREO	0.05-0.10	0.1-0.2	
REFORESTACIÓN		4-8	3000
AGROSILVICULTURA		0.2-3.1	1 000

En las zonas áridas o semiáridas, el uso de plantas de cobertura o de residuos es importante para suprimir el barbecho desnudo o para mejorar el barbecho. En estas áreas el uso de estiércol o composta también puede ser de importancia fundamental para iniciar la retención del agua y la producción de cultivos en zonas desertificadas. La fertilización, al incrementar la biomasa obtenida, aumentará el carbono disponible para ser capturado en el suelo. Pero, para ser efectivo, esta captura implica el uso de las prácticas descritas anteriormente, incluyendo la no labranza. La llamada intensificación agrícola o el uso del riego -combinado con un buen drenaje- permiten un incremento de la producción de biomasa, pero las condiciones no son necesariamente compatibles con las requeridas para el almacenamiento de carbono (FAO, 2005).

Todas las prácticas dirigidas a la acumulación de carbono en las tierras cultivadas también restauran los suelos degradados o previenen la erosión: cualquier opción es igualmente favorable.

La pérdida de materia orgánica por erosión es así eliminada y la acumulación de materia orgánica aumentará. La captura de carbono y el aumento de la materia orgánica del suelo tendrán un impacto directo sobre la calidad y la fertilidad de los suelos. Habrá también efectos positivos importantes sobre el ambiente y la resiliencia y la sostenibilidad de la agricultura que es de ingente importancia dentro de la perspectiva ambiental de conservación y desarrollo sostenible (FAO, 2005).

2.6. Oportunidad ecológica y socioeconómica de la captura de carbono en ecosistemas degradados.

Los bosques como sumideros de carbono han ganado mucha importancia en los últimos años, esto nos indica la significancia y necesidad de desarrollar metodologías para la estimación del contenido de carbono de los bosques. Situación que permitirá definir la variación en la captura de carbono entre un ecosistema y otro, especialmente, en los que han sido degradados o restaurados y/o rehabilitados.

Las técnicas para la estimación de la biomasa de los árboles en pie y otra vegetación no presentan grandes dificultades. Aunque la estimación de la necromasa requiere de métodos nuevos, tampoco es muy difícil. Lo más complicado es la estimación de la biomasa de raíces y el carbono en el suelo. La inclusión de estos componentes es importante ya que más de una mitad del carbono asimilado en la vegetación de un bosque eventualmente entra en el suelo por medio de la incorporación y pudrición de las hojas caídas, detritus leñoso sobre el suelo y raíces muertas. Varios estudios han indicado que los suelos generalmente contienen más que una mitad del carbono en un ecosistema forestal (Hush, 2001).

La prevención del cambio climático exige mantener los niveles de CO₂ en la atmósfera por debajo de un cierto nivel, que probablemente hayamos superado ya. Para volver a este nivel, o, en cualquier caso, para estabilizar los niveles de CO₂, podemos

reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y/o capturar más CO₂ de la atmósfera y fijarlo en la biosfera. Este segundo mecanismo es el que corresponde a los sumideros de carbono. Un sumidero es un ecosistema capaz de absorber más CO₂ del que emite, actuando como una trampa de carbono. Importantes sumideros naturales de carbono son el mar y (en determinadas años) la vegetación terrestre (IPCC, 2000).

Se podría pensar que aumentar los sumideros de carbono es tan válido para controlar el nivel de CO₂ en la atmósfera como reducir las emisiones de éste. Sin embargo, existen diferencias sustanciales entre ambos procedimientos: La emisión ahorrada corresponde a un combustible fósil que permanece en forma segura bajo tierra, sin pasar a la atmósfera. La captura de carbono (en un bosque, por ejemplo) puede ser fácilmente reversible, es decir, el carbono puede volver a la atmósfera (por ejemplo, al incendiarse el bosque o al ir degradándose por efecto del propio cambio climático). Por otro lado, al contrario que el carbono procedente de los combustibles fósiles, el carbono capturado por un bosque es bastante difícil de medir con una mínima precisión, por lo que no debería mezclarse con las emisiones para calcular las supuestas emisiones netas. Por desgracia, las emisiones que deben reducir los países desarrollados son las emisiones netas, lo que constituye otro importante trampa potencial del protocolo de Kioto, al ser posible apuntarse absorciones de carbono bastante mal cuantificadas (IPCC, 2000).

Existen muchas más razones para rechazar la idea de que un fomento de los sumideros puede usarse, en vez de las medidas radicales de recorte de emisiones, para controlar el CO₂ atmosférico. En efecto, la mayor cantidad de carbono capturada a corto plazo se obtiene por medio de plantaciones forestales, con especies de crecimiento rápido (eucaliptos, algunos pinos, chopos, etc.). Estas reforestaciones pueden tener efectos ambientales y sociales muy negativos.

Además, al conteo del carbono emitido por deforestación, se podría estimular la destrucción de bosques para establecer plantaciones con las que ganar créditos de carbono, creando conflictos debido a que el carbón emitido por la destrucción de dicho sitio es generalmente muy superior al que acumularían las plantaciones, cuando se sabe que un bosque es mucho más que un sumidero de carbono, y las consideraciones ambientales y sociales generales deben primar sobre el uso de los bosques como tales sumideros, máxime cuando la solución necesaria pasa por recortar las emisiones de gases de invernadero principalmente.

Las principales formas de obtener un incremento de la materia orgánica en el suelo están asociadas a la agricultura de conservación y comportan la labranza mínima o cero y el uso de una cobertura vegetal continua y protectora formada por materiales vegetales vivos o muertos sobre la superficie del suelo (FAO, 2002).

Posibles propuestas para la captura de carbono.

El Protocolo de Kyoto en su artículo 3.3 en lo que concierne a forestación, la reforestación y la deforestación, y al período 2008 a 2012, el balance entre las dos primeras actividades -46 millones de toneladas de C/año- y la tercera -deforestación, 90 millones de toneladas C/año- es negativo. El pronóstico de la FAO para la deforestación en los países en desarrollo -sin incluir China- también es de 90 millones de hectáreas en los próximos 10 años. Por lo tanto, la preservación de los bosques debe ser una prioridad en todos los países (FAO, 2005).

Batjes (1996) discute el potencial de captura de carbono especialmente en referencia al estado de degradación de la tierra. El enfoque distingue entre la degradación ligera y moderada (que puede ser restaurada por un mejor manejo de la tierra) y la degradación fuerte y extrema que requiere trabajos específicos de restauración, incluyendo la conversión a nuevos usos de la tierra.

Existen varios problemas importantes que deben ser resueltos y también faltan datos de campo sobre los diferentes factores que controlan el nivel de carbono en el suelo en períodos de 20 a 50 años, tales como: tipo de suelo, condiciones climáticas, uso de la tierra y prácticas agrícolas (Heatha et al., 2002).

Usando algunas técnicas específicas -isótopos de carbono, fraccionamiento de la materia orgánica- será posible obtener un mejor conocimiento del efecto de distintas prácticas de manejo sobre la captura de carbono. Algunas recomendaciones y prácticas generales serán formuladas y publicadas en una Guía para la evaluación de las existencias de carbono en los suelos (FAO, 2005). Los grandes cambios que están ocurriendo en la agricultura exigen también grandes revoluciones y una más amplia aplicación y sostenibilidad en el manejo de los recursos.

CAPÍTULO III
CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO,
DISEÑO EXPERIMENTAL Y PROCESAMIENTO DEL
MATERIAL EN CAMPO Y LABORATORIO.

3.1. Área de estudio.

3.1.1. Descripción de los sitios.

El área de estudio (Figura 9), comprende cinco sitios que constituyen predios o ranchos doble propósito (ganadero-cinegético) y un sitio de aprovechamiento sustentable de vida silvestre a saber:

- ❖ Rancho Los Lobos ubicado el municipio de Anahuac, N. L. (Figura 10).
- ❖ Rancho Los Fresnos localizado en el Municipio de Mina, N. L. (Figura 11).
- ❖ Ranchos El Calabozo y Purgatorio ubicados en el Municipio de China, N. L. (Figuras 12 y 13, respectivamente).
- ❖ Ranchos San Cayetano ubicado en el municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas. (Figura 14).

Esto cinco sitios están considerados dentro del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de Pronatura Noreste A. C., los cuales aparecen que comprende un total de 62 ranchos, de los cuales 60 corresponden al estado de Nuevo León y dos ranchos al estado de Coahuila, con un total tratado 21,000 ha por un período de 4 años. Además que desarrollan una actividad ganadera, en diferentes intensidades en cada caso y además poseen poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético tales como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), jabalí de collar (*Tayassu tajacu*). Especies de caza menor como liebre (*Lepus californicus*), codornices (*Colinus virginianus*), palomas, entre otros.

- ❖ “Campo Santa María” o Rancho Santa María (Figura 15), que se ubica en los límites de los estados de Nuevo León y Coahuila, dentro de los municipios de Lampazos de Naranjo, Nuevo León y Candela, Coahuila.

Dicho predio es una propiedad dedicada a la rehabilitación de los recursos naturales y a la investigación y se encuentra dentro del área denominada El Jabalí, que tiene una superficie total de 28,000 ha, de las cuales 12,000 ha, pertenecen a dicho rancho, dedicado al aprovechamiento sustentable de la vida silvestre bajo los criterios de conservación y reproducción de especies nativas de fauna silvestre.

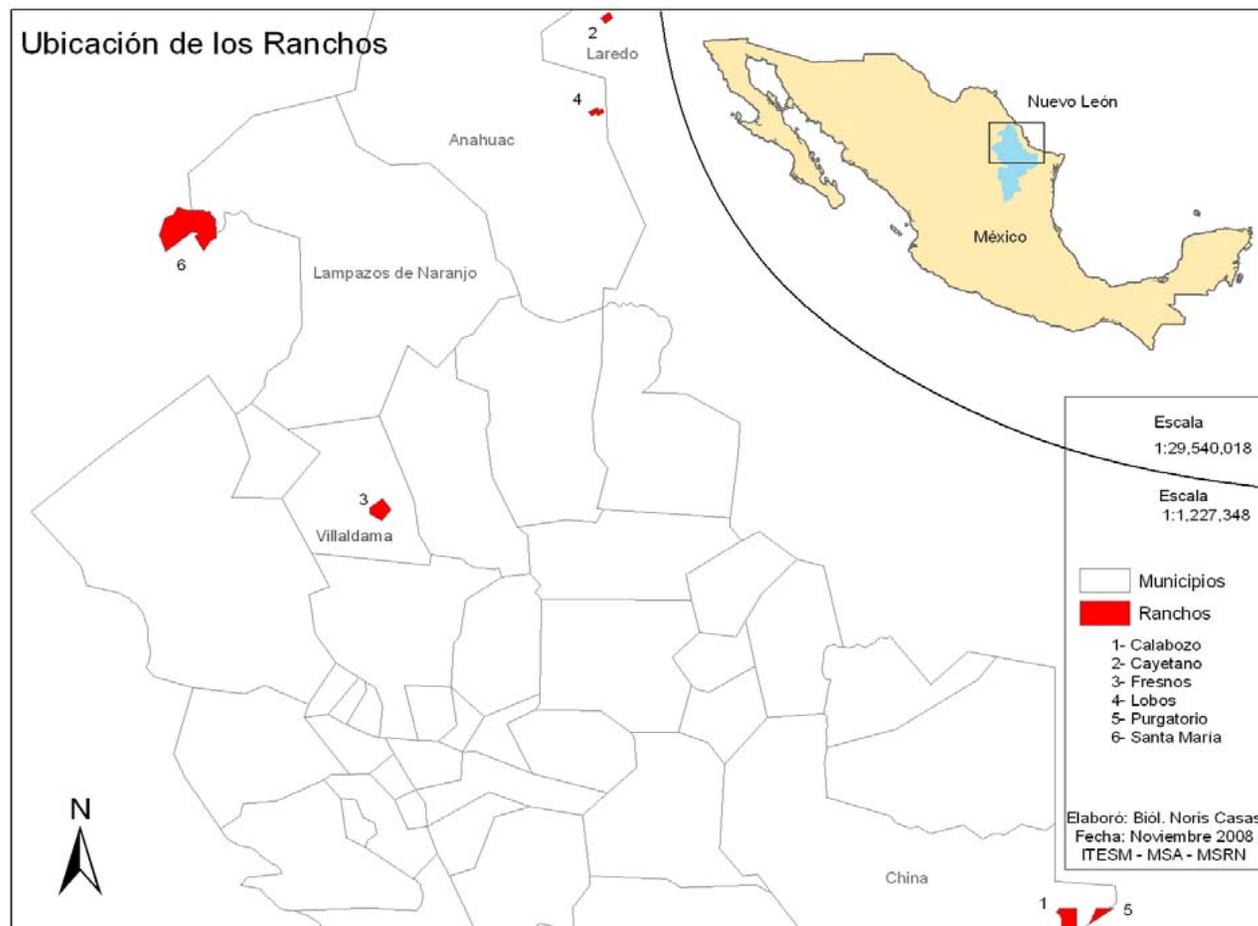


Figura 9. *Mapa de ubicación de los seis sitios del área de estudio.*

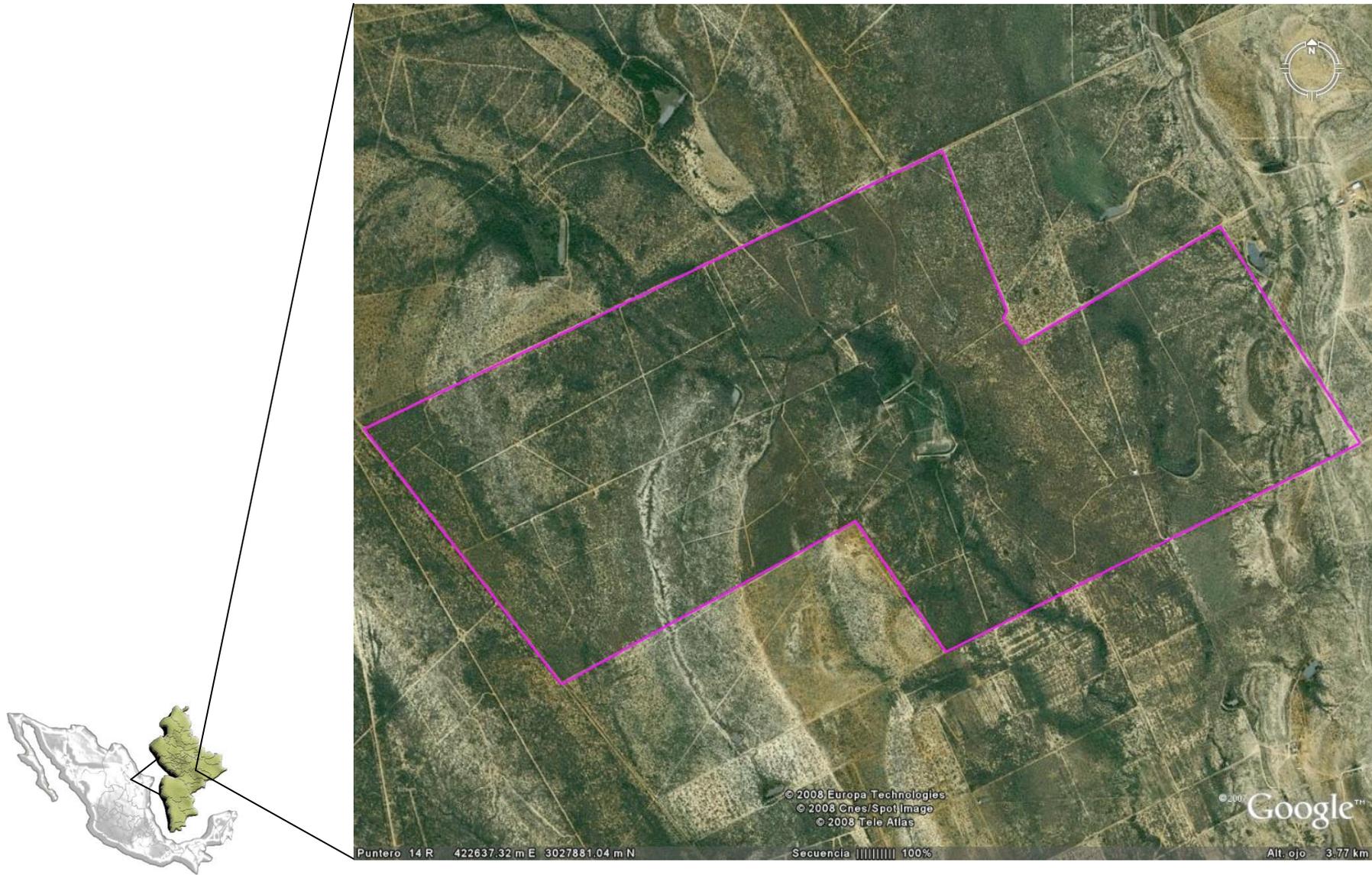


Figura 10. Mapa de ubicación del Rancho Los Lobos. Anahuac. N. L. Imagen satelital tomada de Google Earth.

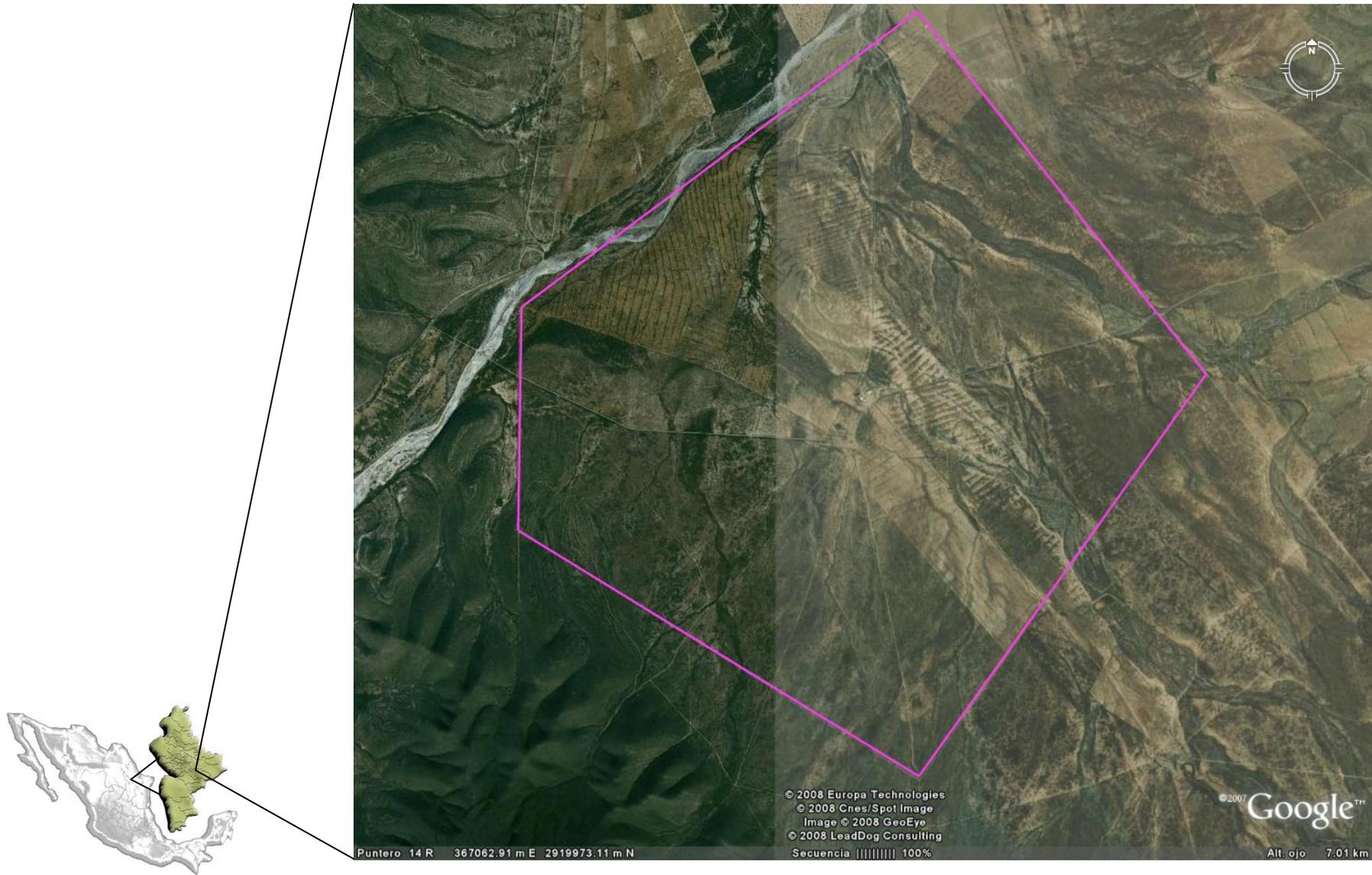


Figura 11. Mapa de ubicación del Rancho Los Fresnos. Mina. N. L. Imagen satelital tomada de Google Earth.

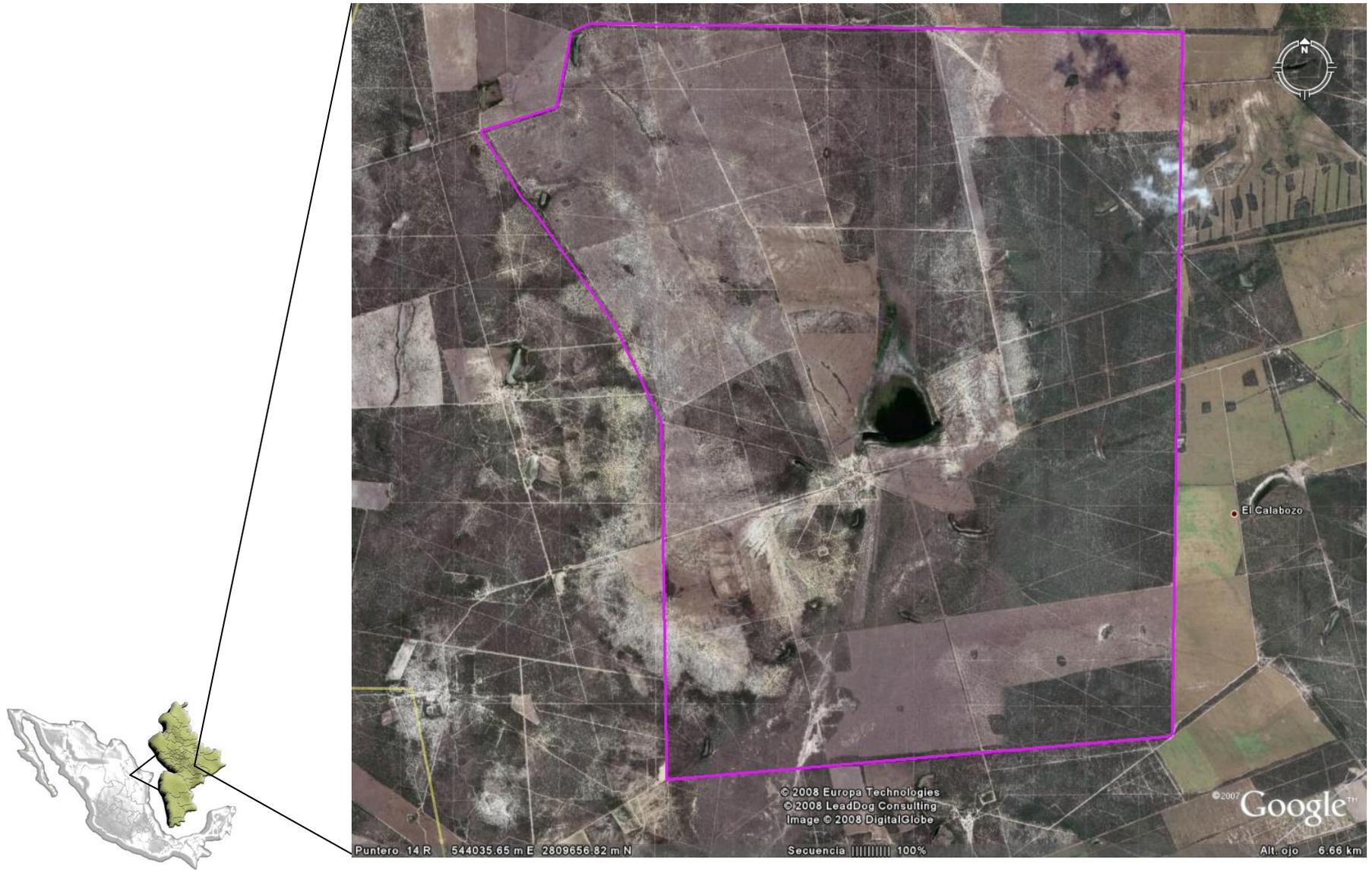


Figura 12. Mapa de ubicación del Rancho Calabozo. Imagen satelital tomada de Google Earth.

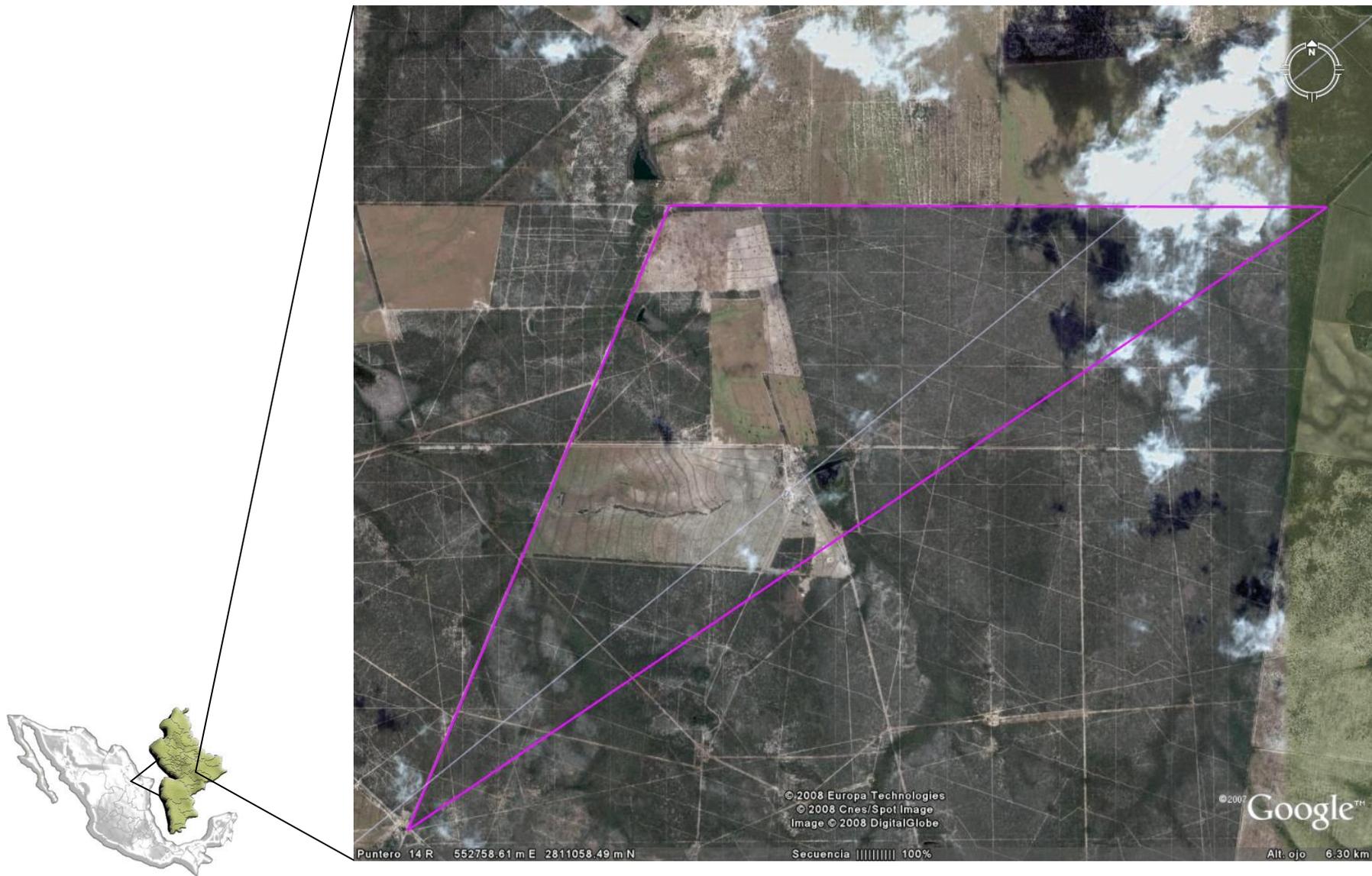


Figura 13. Mapa de ubicación del Rancho Purgatorio. Imagen satelital tomada de Google Earth.

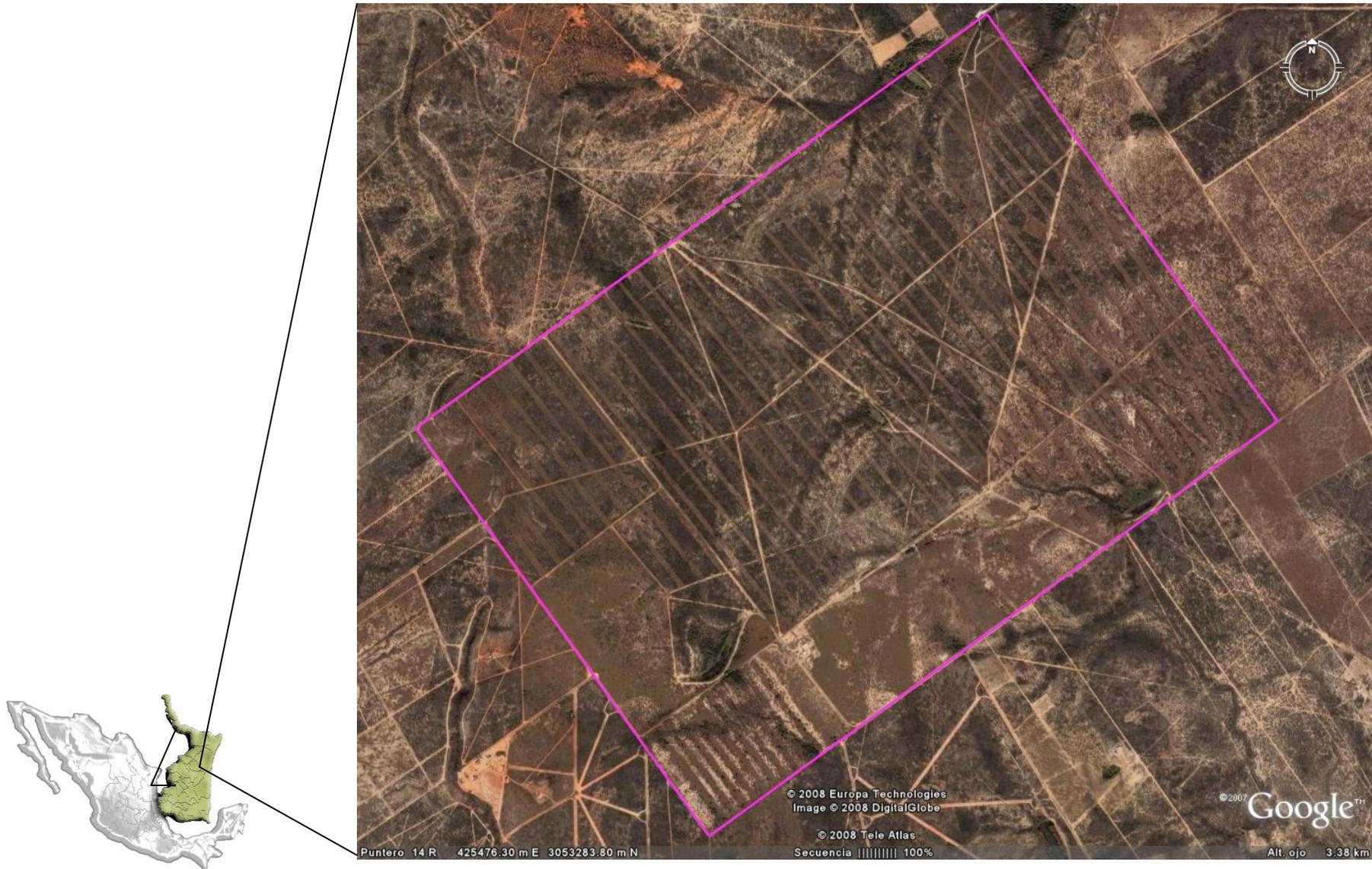


Figura 14. Mapa de ubicación del Rancho San Cayetano. Imagen satelital tomada de Google Earth.

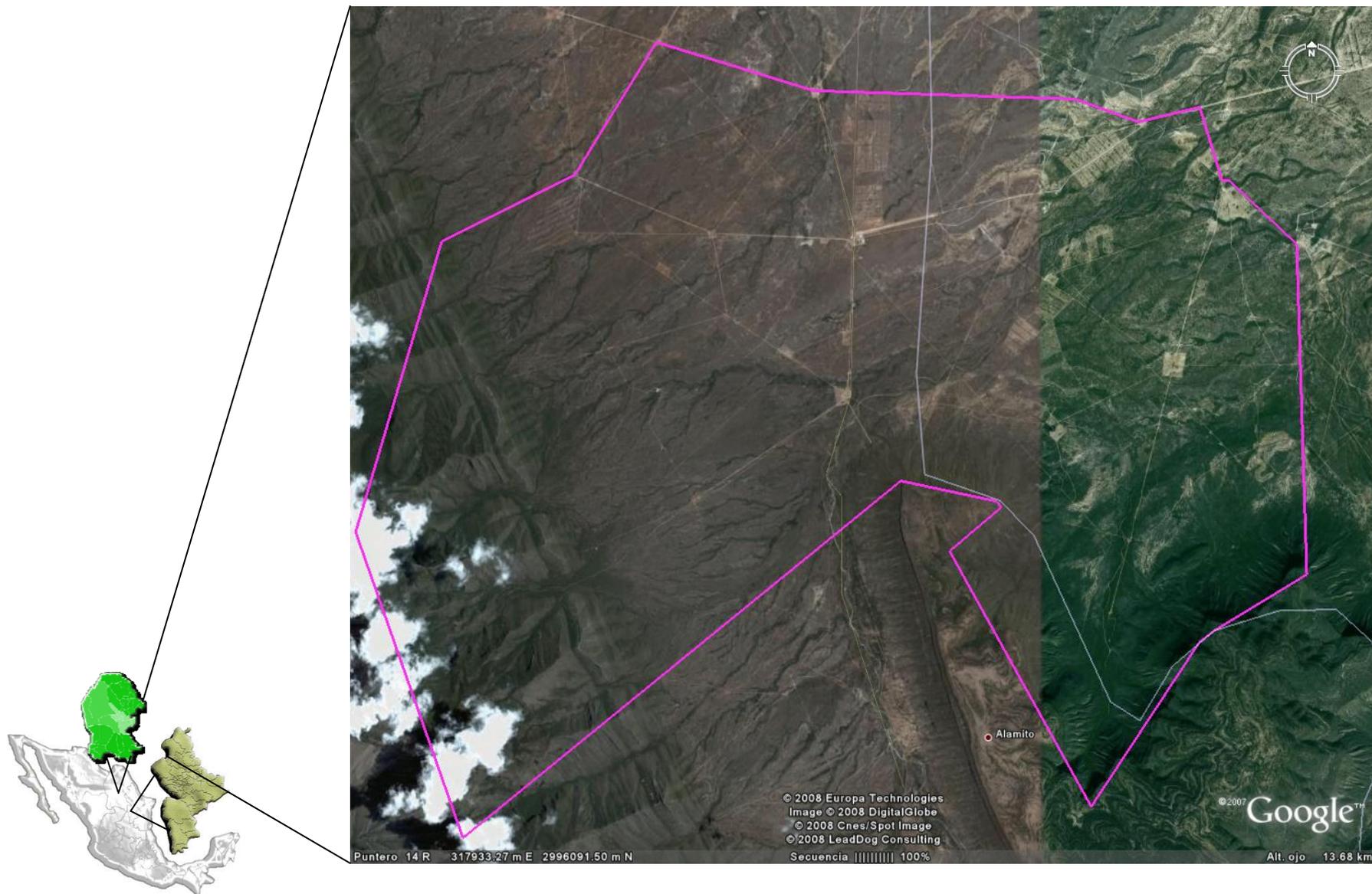


Figura 15. Mapa de ubicación del Rancho Santa María. Lampazos de Naranjo, N. L. y Candela, Coha. Imagen satelital tomada de Google Earth.

En el Cuadros 5 aparece desglosado la superficie total de área con tratamiento y sin tratamiento de cada uno de los sitios de estudio, propietarios y el tiempo de tratamiento que oscila entre uno y cuatro años.

Cuadro 5. Ranchos de rehabilitación con tecnología de rodillo aireador, ubicación, superficie tratada y tiempo de tratamiento dentro del proyecto de restauración de ecosistemas. PRONATURA Noreste A. C.

Rancho	Ubicación Municipio	Propietario	Tiempo Tratamiento (años)	Superficie total (ha)	Superficie tratada (ha)
Los Lobos	Nuevo Laredo	Gustavo Treviño Villarreal	1	402	144
Santa María	Lampazos, N. L. y Candela, Coah.	CEMEX	1.5	12,000	309
San Cayetano	Nuevo Laredo	Julio Escudero	2	630	502
Los Fresnos	Mina	Mauricio Benavides Pérez	3	8840	632
El Calabozo	China	Antonio Manuel García González	3	1098	973
El Purgatorio	China	Antonio Manuel García González	4	609	853

3.1.2. Caracterización por sitio.

❖ Rancho Los Lobos.

Este sitio se ubica en el municipio de Anahuac, Nuevo León, en los límites del municipio de Nuevo Laredo Tamaulipas entre las coordenadas -99.803953 (oeste), -99.760988 (este), 27.382848 (norte) y 27.362366 (sur). El área representa en su conjunto, un relieve plano con escasas elevaciones montañosas, altitud de 240m.s.n.m. y presenta un clima BS1(h')hx²

La vegetación reportada en el predio según información cartográfica del mapa de vegetación y uso de suelo indica que la misma varía entre matorral espinoso tamaulipeco,

² Clima estepario semiseco cálido con lluvias escasas todo el año.

En el Cuadros 5 aparece desglosado la superficie total de área con tratamiento y sin tratamiento de cada uno de los sitios de estudio, propietarios y el tiempo de tratamiento que oscila entre uno y cuatro años.

Cuadro 5. Ranchos de rehabilitación con tecnología de rodillo aireador, ubicación, superficie tratada y tiempo de tratamiento dentro del proyecto de restauración de ecosistemas. PRONATURA Noreste A. C.

Rancho	Ubicación Municipio	Propietario	Tiempo Tratamiento (años)	Superficie total (ha)	Superficie tratada (ha)
Los Lobos	Nuevo Laredo	Gustavo Treviño Villarreal	1	402	144
Santa María	Lampazos, N. L. y Candela, Coah.	CEMEX	1.5	12,000	309
San Cayetano	Nuevo Laredo	Julio Escudero	2	630	502
Los Fresnos	Mina	Mauricio Benavides Pérez	3	8840	632
El Calabozo	China	Antonio Manuel García González	3	1098	973
El Purgatorio	China	Antonio Manuel García González	4	609	853

3.1.2. Caracterización por sitio.

❖ Rancho Los Lobos.

Este sitio se ubica en el municipio de Anahuac, Nuevo León, en los límites del municipio de Nuevo Laredo Tamaulipas entre las coordenadas -99.803953 (oeste), -99.760988 (este), 27.382848 (norte) y 27.362366 (sur). El área representa en su conjunto, un relieve plano con escasas elevaciones montañosas, altitud de 240m.s.n.m. y presenta un clima BS1(h')hx²

La vegetación reportada en el predio según información cartográfica del mapa de vegetación y uso de suelo indica que la misma varía entre matorral espinoso tamaulipeco,

² Clima estepario semiseco cálido con lluvias escasas todo el año.

mezquital (incluye huizachal) y pastizal. Por su parte, los reportes geológicos, aluden a rocas de tipo lutita y limolita y la carta edafológica del predio registra suelos de tipo regosol y xerosol (Figura 16).

Los informes meteorológicos del área señalan que los meses más calurosos se presentan en junio, julio y agosto; la temperatura media anual es de 22° C con fuertes variaciones; en invierno se registra una temperatura media de 8°C. Por su parte, la precipitación media anual fluctúa entre los 48 y 75 milímetros y el índice termo pluviométrico varía de 55,76 a 71,89 por ciento. Con régimen de lluvias en los meses de julio, agosto y septiembre. La dirección de los vientos en general es de sureste a noroeste (INEGI, 2006).

Rancho: Los Lobos

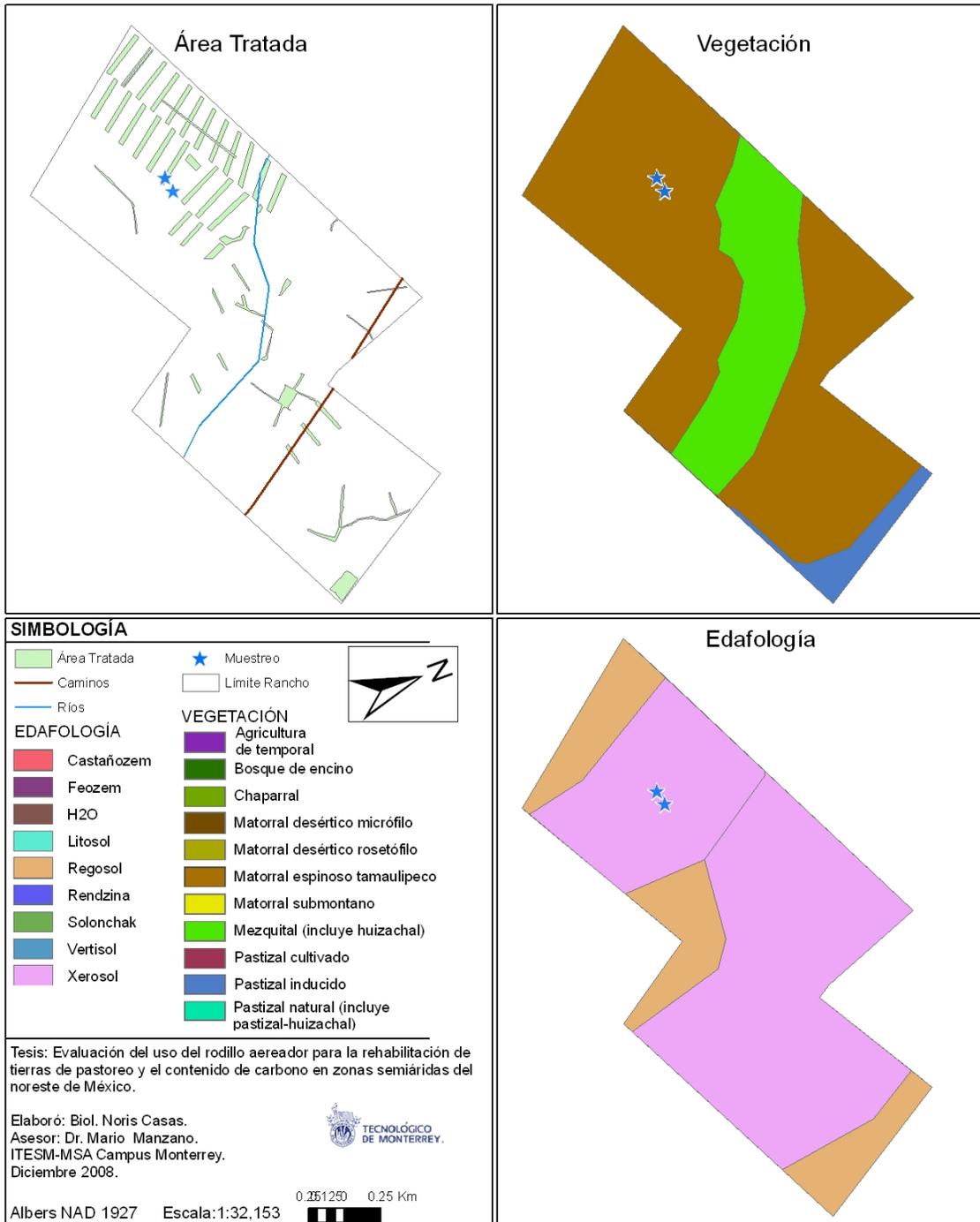


Figura 16. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho Los Lobos. Anahuac, Nuevo León.

❖ **Rancho Santa María.**

Este predio se ubica en los límites de los estados de Nuevo León y Coahuila, dentro de los municipios de Lampazos de Naranjo, Nuevo León y Candela, Coahuila entre las coordenadas 27° 01' y 27° 08' de Latitud Norte y los 100° 51' y 100° 56' de Longitud Oeste. El rancho se encuentra al pie de la Sierra Pájaros Azules (planicies y parte montañosa de Lampazos de Naranjo, Nuevo León. Localizada e la provincia fisiográfica de la Gran Llanura de Norteamérica en la Sierra Madre Oriental.

Este sitio posee llanos interrumpidos por lomeríos dispersos, bajos y de pendientes suaves. La zona de estudio es una prolongación rumbo este al Desierto Chihuahuense de acuerdo a Rzedowski (1978 en Heredia, 2000).

La carta de vegetación señala presencia de bosque de encino, chaparral, matorral desértico microfilo, matorralo desértico rosetófilo, matorral submontano y pastizal. Geológicamente las rocas son de tipo aluvión, arenisca y conglomerado, y edafológicamente los tipos de suelo que se encuentra son xerosol, vertisol, litosol, regosol, feozem y rendzina (Figura 17).

Dicho predio es una propiedad dedicada a la rehabilitación de los recursos naturales, al aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y a la investigación bajo los criterios de conservación y reproducción de especies nativas de fauna silvestre. Forma parte de del área denominada El Jabalí, que cuenta con una extensión de 28,000 ha, de las cuales 12,000 ha, pertenecen a este predio.

En la fauna silvestres de interés cinegético destacan poblaciones de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), venado bura del desierto (*Odocoileus hemionus*), jabalí de collar (*Tayassu tajacu*), guajolote silvestre (*Meleagris gallipavo*).

Además de especies de caza menor como codornices (*Colinus virginianus*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*) y la paloma huilota (*Zenaida macroura*) (Heredia, 2000).

Entre otras especies de mamíferos presentes en el área resaltan el coyote (*Canis latrans*), puma (*Felis concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), oso negro (*Ursus americanus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), liebre (*Lepus californicus*), mapache (*Procyon lotor*) y tejón (*Nasua nasua*) (Heredia, 2000).

Existe una amplia diversidad de especies de aves que favorecen prácticas de cacería, como prácticas de observación y fotografía y recorridos ecoturísticos. Se han detectado 71 especies de aves según estudios realizados en el predio, de las cuales 35 fueron clasificadas dentro de alguna categoría estacional de migración y 36 se identificaron como residentes (Heredia, 2000).

Rancho: Santa María

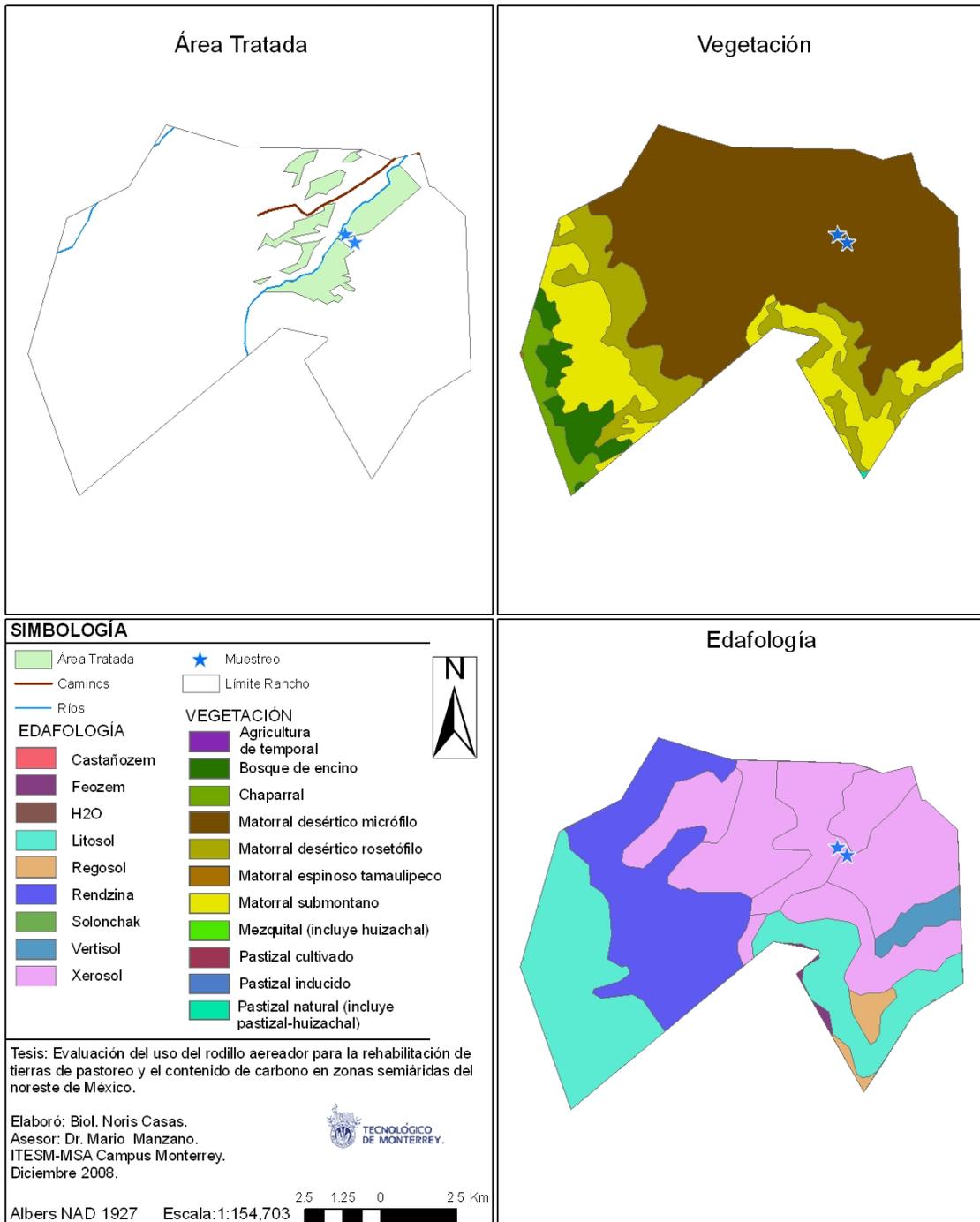


Figura 17. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho Santa María. Lampazos, Nuevo León y Candela, Coahuila.

❖ **Rancho San Cayetano.**

El rancho San Cayetano se encuentra en el municipio de Nuevo Laredo, Tamaulipas, entre las coordenadas -99.772725 (oeste), -99.739059 (este), 27.615940 (norte) y 27.587595 (sur). El municipio esta situado al norte del Estado de Tamaulipas, limita al norte con los Estados Unidos de Norteamérica y con el Estado de Nuevo León; al sur y al oeste con el mismo estado, y con el Municipio de Guerrero y al oeste nuevamente con los Estados Unidos de Norteamérica. La región es semiplana y no registra alturas ni depresiones de importancia. Posee altitud de 230m.s.n.m. y tipo de clima BS1(h')hx.

La cartografía de vegetación para el predio incluye matorral espinoso tamaulipeco, mezquital (incluye huizachal) y pastizal agricultura de temporal, mezquital (incluye huizachal) y pastizal. Geológicamente, la carta del sitio indica roca de tipo lutita y edafológicamente aparecen suelos de tipo xerosol (Figura 18).

Meteorológicamente se registran grandes oscilaciones respecto a la temperatura que varían desde los 14°C bajo cero en invierno, hasta los 40°C sobre cero en verano; su precipitación pluvial media anual es de 472.5 mm³ y los vientos predominantes provienen del sur (INEGI, 2006).

Rancho: Cayetano

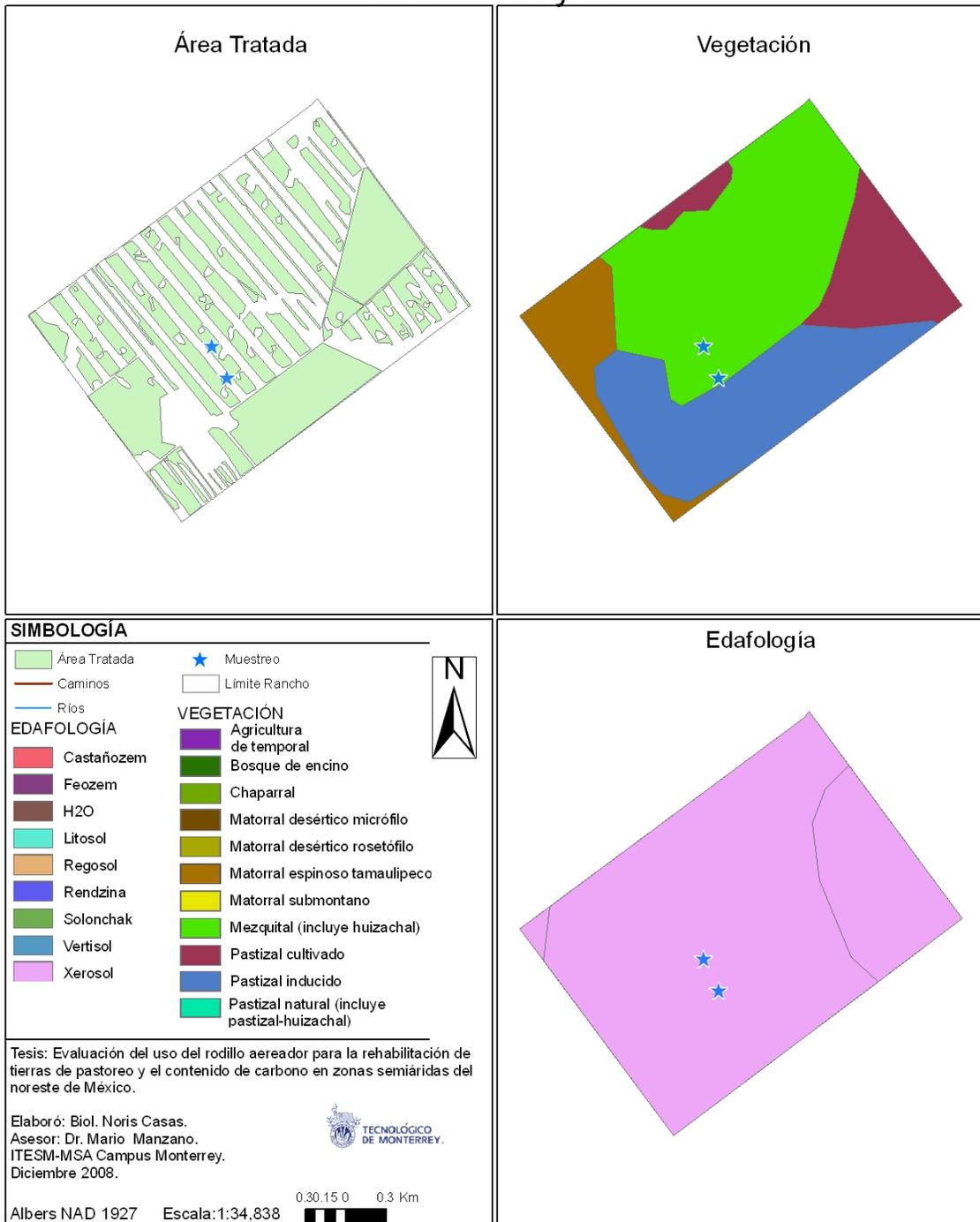


Figura 18. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho San Cayetano. Nuevo Laredo, Tamaulipas.

❖ **Rancho Los Fresnos.**

Este rancho se localiza en el municipio de Mina, Nuevo León, entre las coordenadas -100.698720 (oeste), -100.588727 (este), 26.432366 (norte) y 26.308302 (sur). Altitud de 500m.s.n.m y se reporta para la zona un clima BS1(h')hx

La información cartográfica para vegetación señala que varía entre matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano y pastizal. La carta geológica indica que las rocas son de tipo y la carta edafológica del predio registra suelos de tipo rendzina, litosol, xerosol, feozem (Figura 19).

La temperatura media anual del sector se registra en 24°C, la mínima registrada de 0°C y la máxima de 40°C. En cuanto a precipitación, las lluvias, que no son frecuentes, aparecen entre mayo y octubre, su precipitación anual es de 270mm. Los meses más calurosos, se presentan durante el transcurso de julio y agosto y la dirección dominante del viento es del este (INEGI, 2006).

Rancho: Los Fresnos

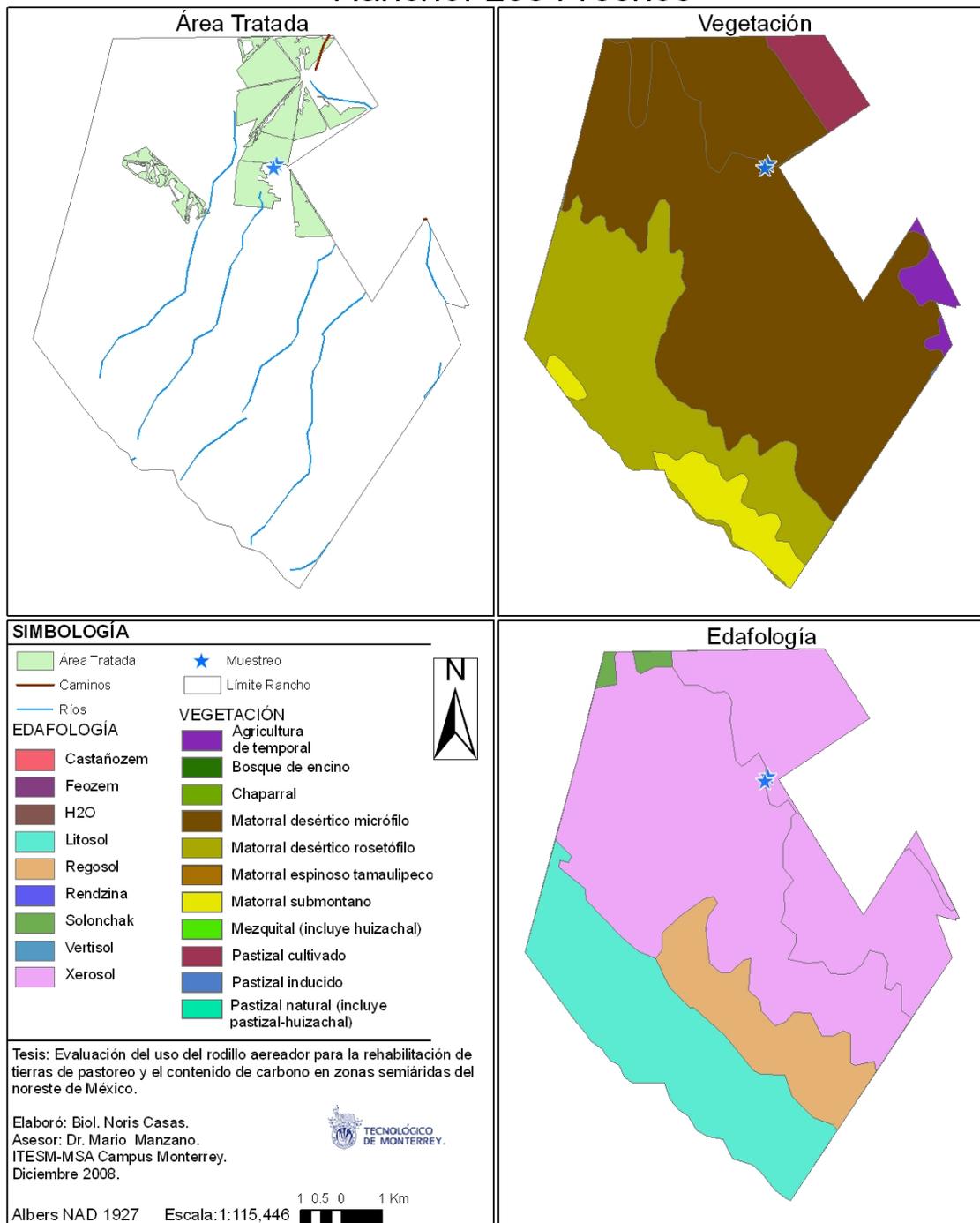


Figura 19. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho Los Fresnos. Mina, Nuevo León.

❖ **Rancho El Calabozo.**

Este predio se encuentra en el municipio de China, Nuevo León, entre las coordenadas -98.590794 (oeste), -98.537816 (este), 25.430608 (norte) y 25.379413 (sur). La superficie de China, es llana contando sólo con dos lomas: “La Loma de San Felipe” y “La Loma de Caciques” en la cabecera municipal. El sitio corresponde a una altitud de 248 m.s.n.m. y tipo de clima BS1(h’)hx.

La carta de vegetación para el predio incluye agricultura de temporal, mezquital (incluye huizachal) y pastizal. Geológicamente, la carta correspondiente al sitio señala tres tipos de roca de origen aluvión, arenisca y conglomerado y en cuanto a edafología se refiere aparecen los suelos tipo vertisol, feozem y xerosol (Figura 20).

Se registra una temperatura media anual de 22-24°C. Hacia el sur y sureste es semicálido y subhúmedo con lluvias escasas todo el año; al norte y oriente el clima es semiseco muy cálido con lluvias escasas todo el año; en ambos casos el porcentaje de precipitación invernal es mayor de 18. Por su parte la pluviosidad media oscila entre 600-700mm anuales en el sur y centro; mientras que en el oriente extremo y norte es de 500-600mm. Las granizadas se presentan de 0 - 2 días al año; así como las heladas que se presentan de 0 - 20 días al año. Los vientos predominantes son del sureste la mayor parte del año con vientos del norte en invierno (INEGI, 2006).

Rancho: El Calabozo

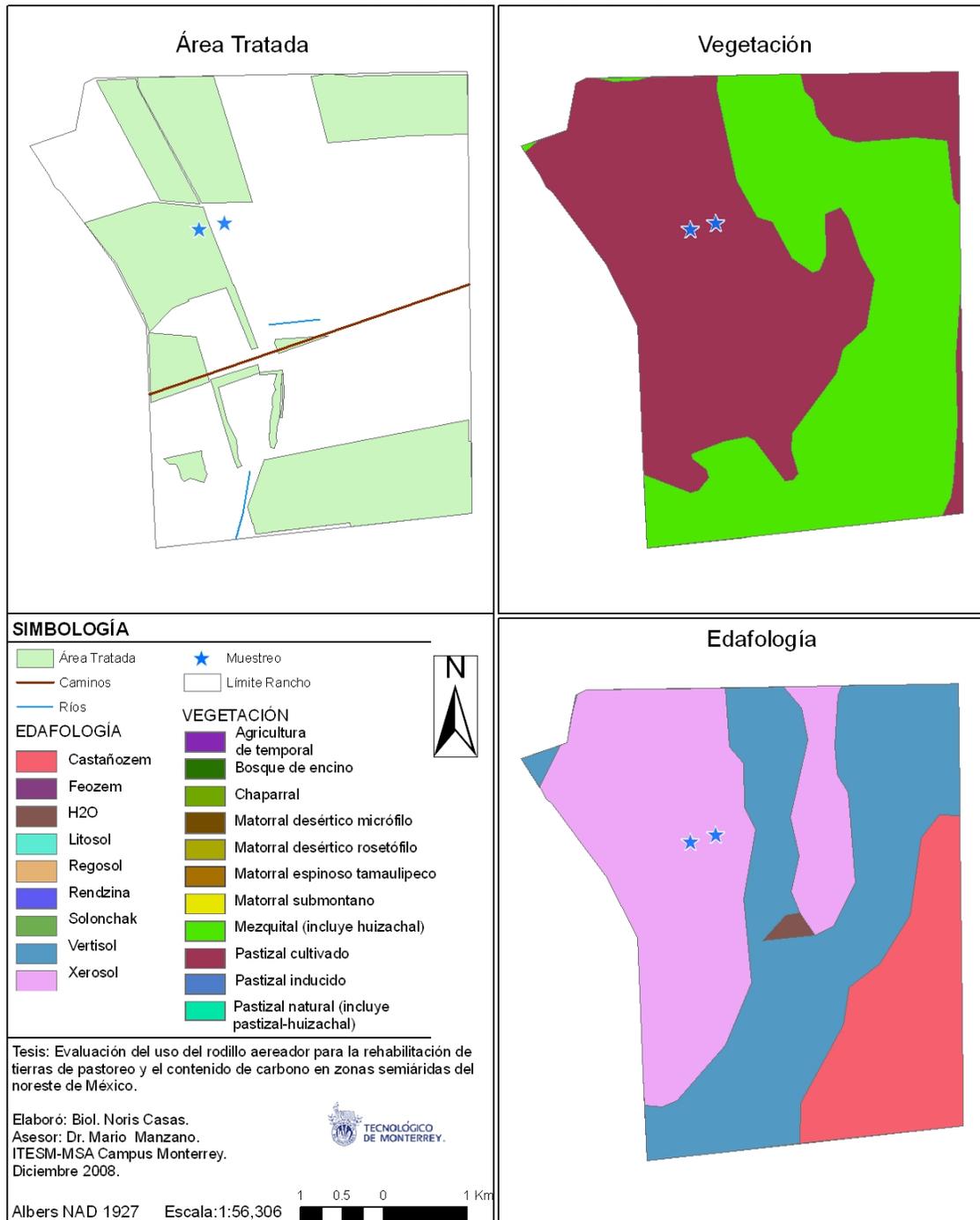


Figura 20. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho El Calabozo. China, Nuevo León.

❖ **Rancho El Purgatorio.**

Este predio al igual que el Rancho Calabozo se encuentra en el municipio de China, Nuevo León, entre las coordenadas -98.509963 (oeste), -98.442523 (este), 25.430298 (norte) y 25.377693 (sur). El sitio corresponde a una altitud de 248 m.s.n.m. y tipo de clima BS1(h')hx.

La cartografía de vegetación para el sitio indica mezquital (incluye huizachal) y pastizal (Figura 35). En cuanto a la carta geológica, el predio incluye roca de tipo lutita y aluvión (Figura 36) y edafológicamente, aparece suelo de tipo feozem (Figura 21).

Rancho: El Purgatorio

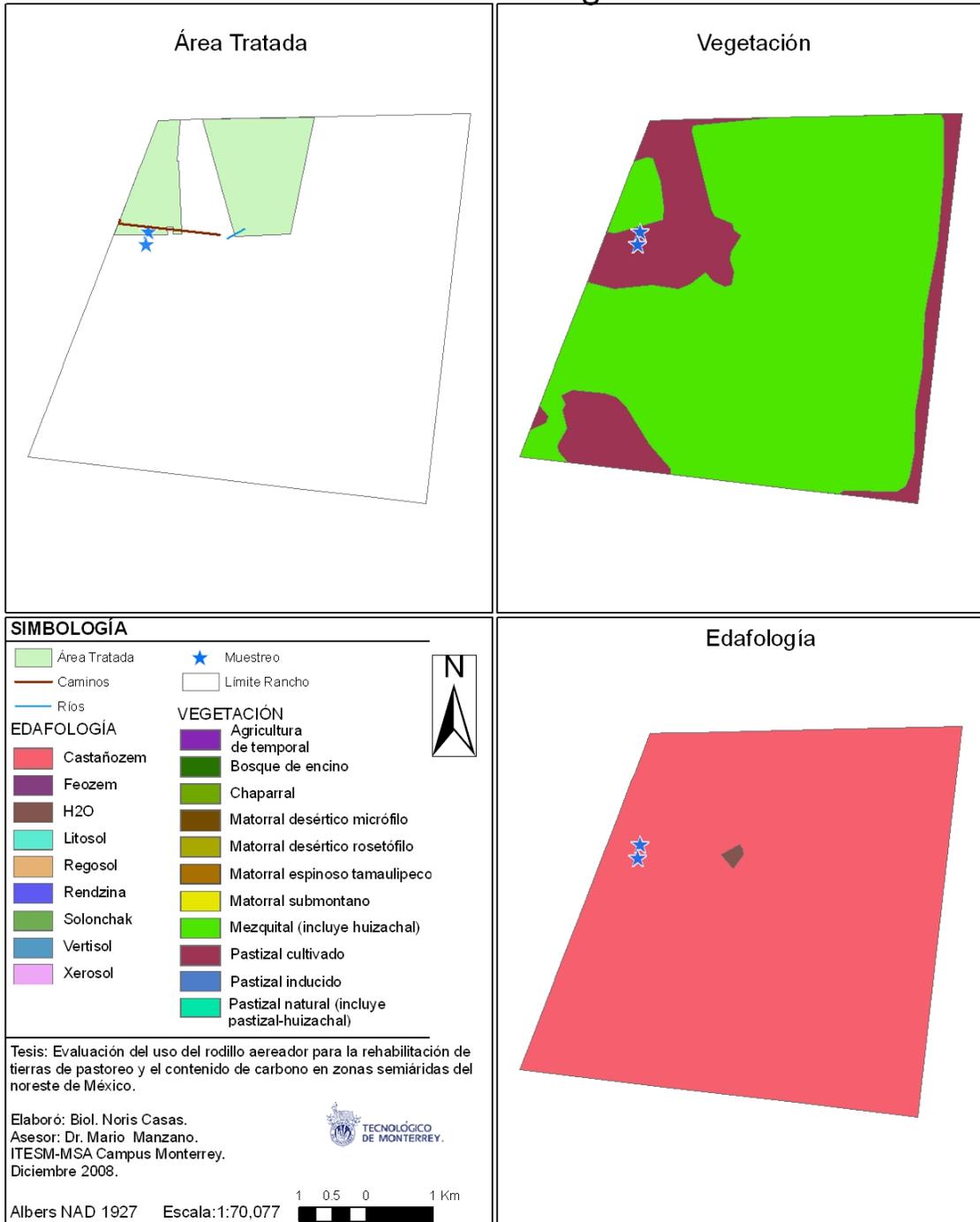


Figura 21. Mapa de uso de suelo, vegetación y edafología. Rancho El Purgatorio. China, Nuevo León.

3.2. Frecuencia de estudio y diseño experimental.

El estudio de evaluación de la tecnología del rodillo aireador, mecánica de aireación, que comprende esta investigación se efectuó en el período correspondiente de Junio a Octubre, 2008. Se seleccionaron cinco predios o ranchos doble propósito (ganadero-cinegético) considerados dentro del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de Pronatura Noreste A. C. y un predio catalogado como sitio de aprovechamiento sustentable de vida silvestre, a saber:

- ❖ Rancho Los Lobos. Anahuac, N. L.
- ❖ Rancho Santa María. Límites de Lampazos de Naranjo, N. L. y Candela, Coah.
- ❖ Ranchos San Cayetano. Nuevo Laredo, Tamaulipas.
- ❖ Rancho Los Fresnos. Mina, N. L.
- ❖ Ranchos El Calabozo. China, N. L.
- ❖ Rancho Purgatorio. China, N. L.

Para la selección de los mismos se aplicaron los siguientes criterios:

- ❖ Haber sido tratados con la tecnología del rodillo aireador con la metodología aplicada y ejecutada dentro del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de Pronatura Noreste A. C. (Figura 22).
- ❖ Disponer de una zona adyacente al área de tratamiento (condición experimental), esto es, no tratada (condición control), en el mismo terreno. De modo que el área tratada correspondiera en vegetación y suelo con un área natural no tratada en el mismo sitio y descartando de esta manera, condicionantes que produjeran variantes extremas de condición en los resultados de la investigación.
- ❖ Haber sido áreas expuestas a pastoreo nulo o leve posterior al tratamiento.
- ❖ No haber sido expuestas a condiciones de quema, resiembra de zacates, tala, u otras variantes similares que propiciaran cambios drásticos en la vegetación y suelo y que pudiesen influenciar en los resultados obtenidos durante este estudio.



Figura 22. Paso del rodillo aireador por una parcela de tratamiento. Demostración experimental conforme a la metodología aplicada como parte del Proyecto de Restauración de Ecosistemas de Pronatura Noreste A. C. en el Rancho Rosita, Anahuac. N. L.

La metodología ejecutada con la tecnología del rodillo aireador corresponde al Programa de Restauración de Ecosistemas Degradados del Noreste de México, integrado por Pronatura Noreste A. C. (PRONATURA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Cementos Mexicanos (CEMEX) entre otros, que se creó el 13 de octubre del 2003. Ésta se basa a su vez en la Tecnología de Restauración desarrollada por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad de Texas A & M en Kingsville.

Para llevar a cabo la restauración al inicio se determinan la zonas a tratar usando cartografía temática del Plan Ecorregional del Matorral Tamaulipeco e información real del Estatus Poblacional y Distribución de Plantas raras, ambos llevados a cabo por Pronatura Noreste A. C. y patrocinados por The Nature Conservancy. Se establece una programación para el tratamiento y se firma un acuerdo con el productor para que se comprometa a evitar el pastoreo en el área tratada durante 2 a 3 años. Posteriormente se toman muestras de suelo para evaluar el germoplasma existente, se pasa el tractor con el rodillo aireador doble y según sea necesario, se utilizan semillas de zacates nativos (PRONATURA, 2003).

En el presente estudio se realizó una visita por sitio o rancho, se ubicaron las áreas sin y con tratamiento tal como se observa en la Figura 23, y en cada una de ellas, para la medición de las variables de efectividad del tratamiento en vegetación y suelo, se establecieron a lo largo y ancho de las mismas los siguientes criterios:

- ❖ Cinco transectos de 400x30 m para incorporar parcelas y subparcelas.
- ❖ Cuatro parcelas de 5x5 m por transecto con separación de 80 m entre ellas. Las parcelas se estructuraron para medir vegetación arbustiva, herbáceas y zacates.
- ❖ Una subparcela de 0,5 x 0,5 m, para colecta de vegetación arbustiva, herbácea y gramínea a ras de suelo y hasta una altura de pecho de 1.5 m vertical, seleccionada aleatoriamente por sorteo en uno de los cuadrantes externos de la parcela.
- ❖ Una muestra de suelo, colectada por parcela, hasta una profundidad de 20 cm.
- ❖ Ocho medidas de la resistencia a la penetración, por parcela, con el penetrómetro con profundidades de 0 – 18 pulgadas.

Las imágenes del área sin y con tratamiento correspondientes a cada sitio aparecen en el Anexo I, Figuras 1 a 6.

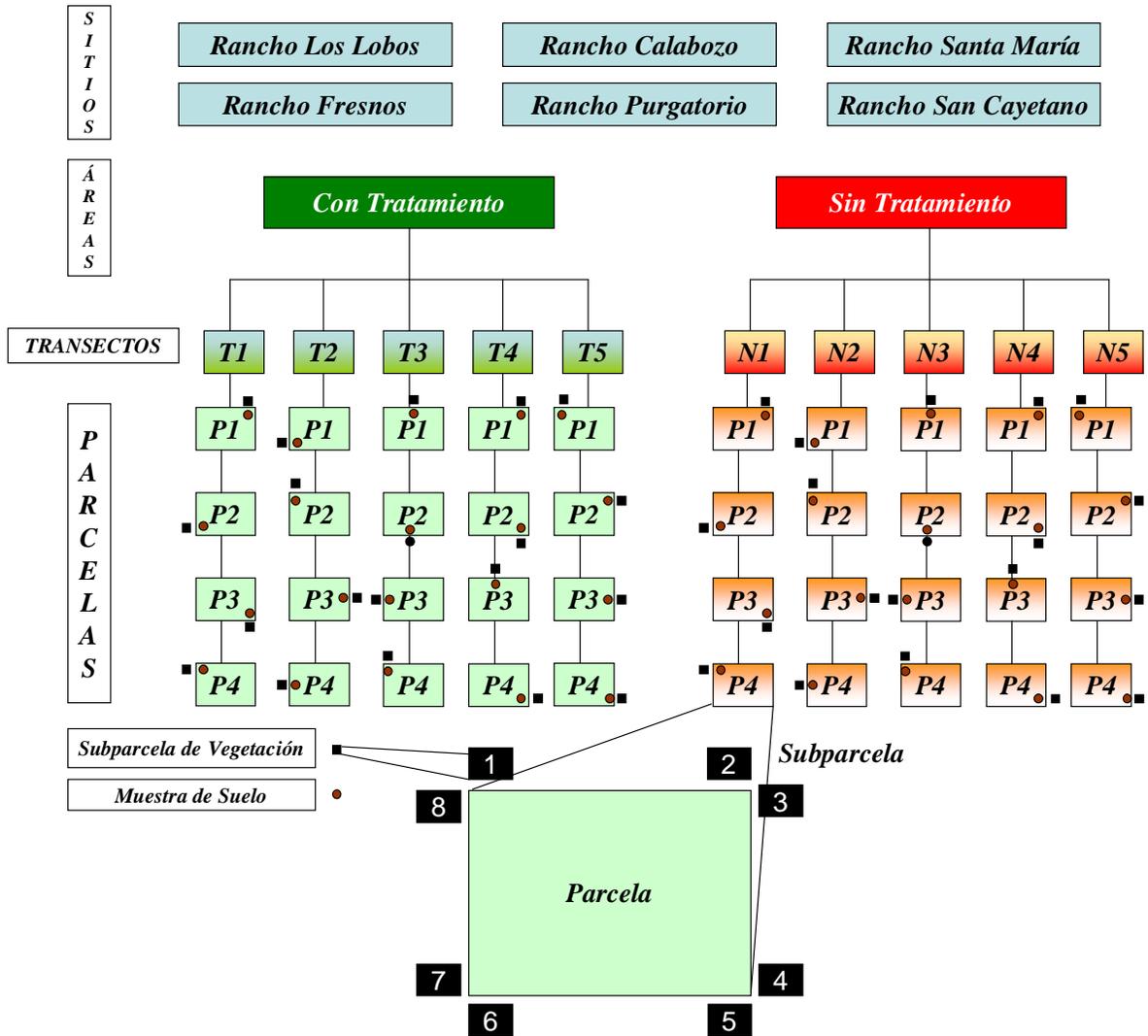


Figura 23. Esquema del diseño experimental para el establecimiento de transectos, parcelas y subparcelas en campo.

3.3. Materiales y métodos.

Aunque la aplicación de tratamientos al suelo con el rodillo aireador no fue parte de los trabajos de campo de esta investigación, se hace referencia al mismo y a las especificaciones técnicas consideradas para su aplicación en cada uno de los sitios correspondientes a este estudio, por ser la tecnología con la que fueron tratadas con anterioridad las áreas evaluadas.

❖ **Rodillo aireador:** Es un cilindro metálico pesado con cuchillas soldadas helicoidalmente a lo largo del mismo para lograr una mayor penetración en el suelo y una mayor eficiencia en el rodado, ya que este diseño permite que todo el peso del cilindro se concentre solamente en una o dos cuchillas a la vez³. Se puede observar una vista del rodillo en la figura 24. Cuenta con las siguientes disposiciones técnicas:

- **Impresiones:** 22 impresiones/m²
- **Velocidad de aplicación:** 15-20 has/día
- **Cuchillas:** 6" ancho/8" largo
- **Rodillo:** 30" ancho, 36" ancho
- **Peso:** 3 a 6 toneladas
- **Tiempo de cambio:** 3 años
- **Cavidades u hoyos:** 20 cm. de diámetro
15 a 25cm de profundidad

³ Ibarra, F., Martín M.; Aguayo H. 2004. Yamana et al. (2003); Lozano, 2004; Robinson, et al., 2000; Clark et al. (1993 en Daniel, 2006); Reaper, et al. (1997), Self-Davis et al., (1996); Pronatura, 2003; INIFAP, 2004.



Figura 24. Vista del tipo de rodillo y cuchillas correspondiente al rodillo aireador y procedimiento de paso aplicado para el tratamiento del predio. Demostración experimental en el Rancho Rosita, Anahuac. N. L. Mayo, 2008.

3.3.1. Técnica de medición, colecta y procesamiento del material.

En cada sitio se ubicaron las áreas sin y con tratamiento, los transectos y parcelas y subparcelas correspondientes. Para lo cual se empleó la ayuda de un posicionador geográfico GPS, cinta métrica y estacas para designar los puntos equidistantes de cada cuadrante y el apoyo de un mínimo de nueve personas para la ejecución del trabajo de campo.

La medición, colecta y procesamiento de material (vegetación y suelo) aplicado en este estudio siguió el siguiente proceso metodológico en campo y laboratorio.

3.3.1.1. Vegetación.

❖ *Parcela.*

En campo se contabilizó, por parcela, el número de especies arbustivas, herbáceas y zacates presentes tanto para área sin y con tratamiento y se hicieron mediciones dasométricas como altura (h), diámetros de cobertura mayor y menor D1 y D2, diámetro basal (Db) para cada una de las especies registradas como se observa en la Figura 25.



Figura 25. Medición de las variables dasométricas de las especies presentes por parcela en cada uno de los sitios de muestreo. Junio, 2008.

Las variables consideradas en este estudio para determinar la efectividad de la tecnología del rodillo aireador en materia vegetación por parcela, transectos y área sin y con tratamiento fueron:

- ❖ **Composición florística:** la identificación de las especies se efectuó bajo la colaboración y verificación de Biol. Rosalba Miranda, Biol. Santiago Salazar (Centro de Calidad Ambiental, ITESM); M.sc. Marco A. Guzmán Lucio, del Laboratorio de Fanerógamas del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL); Msc. José Uballe, de la Facultad de Ciencias Forestales de Linares (UANL).

- ❖ **Densidad de especies (indiv./m²):** para determinar el número de individuos por especie presentes por parcela, transectos y área tratada y no tratada. Su cálculo estuvo dado por:

$$D_i = n_i/A \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: D_i es la densidad de la especie i
 n_i es el número total de individuos de la especie i
 A es el área total muestreada.

- ❖ **Cobertura aérea (m²):** para determinar la proporción de suelo ocupado por la proyección vertical de las partes aéreas de las especies, por parcela, transectos y área sin y con tratamiento. Debido a que por lo general la forma de copa de los arbustos y árboles es irregular el valor de cobertura aérea de las especies se calculó utilizando dos mediciones de diámetro de cada especie, tomando en cuenta que estas mediciones deben ser perpendiculares una a la otra, se hizo una medición siguiendo una orientación Norte – Sur y otra con orientación Este – Oeste, se utilizó para su cálculo la fórmula basada en Muller-Dombois y Ellenberg (1974), para lo cual se midió en campo los diámetros D_1 , D_2 y D_b (basal) y su cálculo estuvo dado por:

$$CC = \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2 \pi \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde: CC es la cobertura aérea
 D_1 es el primer diámetro
 D_2 es el segundo diámetro
 $\pi = 3,1416$

El valor de cobertura aérea se expresa en unidades de área, en este caso se reportan en m²

- ❖ **Frecuencia de especies:** para determinar la posibilidad de encontrar una determinada especie dentro de la muestra. Su cálculo estuvo dado por:

$$F_i = j_i/k \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde: F_i es la frecuencia de la especie i
 j_i es el número de muestras en las que ocurre la especie i
 A es el área total muestreada.

❖ **Producción de biomasa aérea (ton/ha):** para estimar la producción de biomasa del sistema. Se estimó la biomasa aérea para las especies contabilizadas y medidas en campo correspondientes a cada una de las especies encontradas por parcela, transectos y área tratada y no tratada. Se tomaron como referencia algunas experiencias de investigaciones en la región noreste de México (e.g. Navar *et al.*, 2002) en donde se usaron los atributos cuadráticos por especie tomando en cuenta altura y diámetro basal de las mismas. En este caso, de cada una de las especies contabilizadas y medidas en campo se registraron datos de altura y diámetro basal.

❖ **Contenido de carbono en la biomasa (ton/ha):** la determinación de contenido de carbono por especie se obtuvo de dos formas: Para un grupo de especies, estimando el valor a partir del valor de biomasa estimada (IPCC, 2000), y estuvo dado por:

$$CCO_i = PBi_i * 0,5 \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde: CCO_i contenido de carbono orgánico de la especie i

PBi_i producción de biomasa (ton/ha) de la especie i

0.5 valor estimado de porcentaje de carbono a partir de biomasa

Para otro grupo de especies fue posible analizar las muestras en laboratorio para determinar el contenido de carbono en su biomasa. Posteriormente se describe la aplicación del método analítico.

❖ **Valor de importancia:** para determinar qué tan densa, frecuente y qué tanta cobertura tiene una especie respecto a las demás. Corresponde a la suma de las medidas de relativas de densidad, frecuencia y cobertura. Su cálculo viene dado por:

$$Vi = Dri + Fri + CRi \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde: Vi es el valor de importancia de la especie i

Dri es el valor relativo de Di

Fri es el valor relativo de Fi

CRi es el valor de cobertura aérea de la especie i

❖ **Subparcela.**

El material colectado en cada subparcela fue depositado por especie en bolsas de papel estraza de varios tamaños, y trasladadas al Laboratorio de Suelos del ITESM para su respectivo análisis como se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Muestras de vegetación y suelo colectadas en cada uno de los sitios de colecta. Julio, 2008.

Cada especie fue pesada en gramos en balanza granataria de tres barras para determinar peso húmedo del material colectado y luego fue llevado al horno a 105°C por 24 horas para determinar peso seco del material. El material seco fue triturado y molido en un molino tipo mortero PULVERISETE 2 marca FRITSCH y luego depositado en frascos de plástico de 100 ml para su posterior análisis de determinación de carbono tal como aparece en las Figuras 27 y 28.



Figura 27. Vista de las muestras para secado en el horno.



Figura 28. *Vista del procesamiento del material en laboratorio.*

El análisis de contenido de carbono se realizó aplicando el software WINTOC el cual permite la operación del OI Analytical Solids TOC creando una interface con el modelo 1010 TOC Analyser y con ello el programa permite operar la secuencia de análisis y registrar los datos de contenido de carbono de las muestras analizadas y que está certificado bajo la normas de ISO 9001. La Figura 29 muestra el equipo empleado. Los componentes del analizador pueden ser observados en el Anexo II, Figura 1.



Figura 29. *Vista frontal del TOC Analyzer empleado para determinar el contenido de carbono orgánico de las muestras analizadas en este estudio.*

El TOC Analizador de Sólidos, Modelo Orgánico Total Analizador de Carbono utiliza el USEPA aprobado por el método de combustión para analizar muestras que contengan entre 0,05mg a 30mg de carbono.

El analizador de sólidos determina por acidificación llevando la muestra a calefacción de 75°C a 500°C para eliminar carbono inorgánico (TIC). Posteriormente el sistema calienta la muestra una segunda vez de 500°C – 900°C para el resto de la combustión del carbono total orgánico (TOC). El carbono en la muestra se convierte en dióxido de carbono y es detectado por un dispositivo infrarrojo no dispersivo (NDIR) que utiliza un sistema fotométrico que minimiza las influencias debido a contaminación de la célula de medición y las vibraciones y que está calibrado para mostrar directamente el carbono de la masa de dióxido de carbono registrado. El resultado de la masa de dióxido de carbono es proporcional a la masa TC en la muestra. Los resultados son expresados en porcentaje de carbono de la muestra y las muestras deben ser incorporadas al analizador en copas de cuarzo. El TOC Analyzer emplea un tanque de oxígeno y un tanque de nitrógeno para los procesos de oxidación y refrigeración que tienen lugar durante el procesamiento de la muestra.

- El procesamiento de la muestra que va al analizador conlleva los siguientes pasos:
- ❖ El TOC Analyzer debe encenderse unas nueve horas previas al análisis para estabilización de la temperatura de procesamiento.
 - ❖ Para ingresar las muestras al analizador las mismas deben ser colocadas en copas de cuarzo. Estas a su vez son colocadas en gradilla, previamente limpias, y empleando guantes y pinzas para evitar contaminación, se les sella con una ligera capa de fibra de cuarzo y luego se ingresan a la balanza analítica para adicionar con pinzas la porción de muestra de vegetación que se va a procesar en el analizador de contenido de carbono. Se registra el peso de la muestra y se procede a agregar unas gotas de ácido fosfórico (2 ó 3) para reaccionar con la muestra y liberar carbono inorgánico. Esto se hace empleando una jeringa y se deja reposar la muestra por espacio de 15min.
 - ❖ Terminado el tiempo de reposo la muestra está lista para introducirse en el analizador de carbono lo cual se debe realizar con las mayores precauciones por la fragilidad de la copa y del vástago del analizador.
 - ❖ Luego se deben introducir los datos en el procesador, que permite ingresar al paquete TOC Analyzer y verificar que la temperatura adecuada (200-500 °C). Se ingresa la clave de identificación de la muestra, se designa el tipo de método a utilizar (madera o suelo) dependiendo de lo que se analice, se ingresa el peso de la muestra y se da la orden de inicio del análisis.
 - ❖ El análisis tarda un período de 20 a 30 min por muestra pues primero se quema el carbono inorgánico por la reacción con el ácido fosfórico al 5%. Después se quema el carbono orgánico que es el que requerimos para el análisis. Una vez terminado el análisis el procesador arroja una tabla que incluye el porcentaje de carbono de la muestra.

- ❖ La copa de cuarzo con la muestra quemada que sale del analizador debe dejarse reposar hasta que se enfríe. Una vez fría se procede a limpiarla para lo cual se remueve la fibra de cuarzo con que se selló la copa, se la lava la copa con agua y jabón utilizando un cepillo pequeño, se enjuagan las copas en agua destilada tres veces. Se dejan reposar 24 horas en un crisol con ácido nítrico al 10% para eliminar residuos de carbono. Se dejan secar en el horno para remover humedad y luego se depositan en una gradilla en un desecador. Luego de ello, las copas están listas para ser reutilizadas y comenzar el nuevo proceso de análisis de la muestra que prosigue.

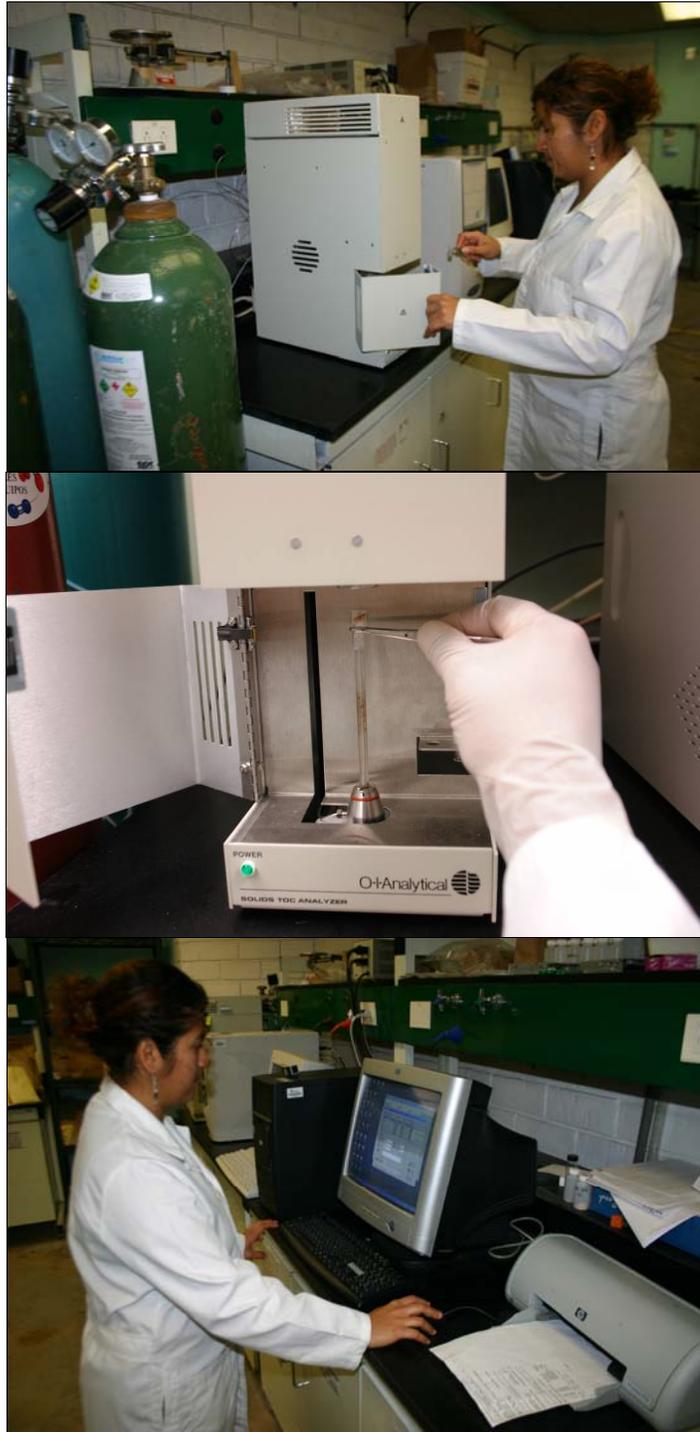


Figura 30. Vista del ingreso de la muestra y datos de entrada al analizador.

Del total de muestras de vegetación por especie obtenidas en campo se seleccionó, para analizar el contenido de carbono en el TOC Analyzer, las parcelas con mayor y menor número de especies registradas por transectos y por área sin tratamiento y con tratamiento. De modo que se analizaron un total de dos parcelas por transectos.

Debido a condicionantes de naturaleza electromecánica el TOC Analyzer mostró desperfectos que impidieron analizar el contenido de carbono de las muestras correspondientes a los seis sitios en estudio. Sólo se registraron valores de contenido de carbono para la vegetación de dos sitios como parte del área de estudio.

Las variables determinadas con las muestras colectadas y analizadas en el TOC Analyzer fueron:

- ❖ **Humedad relativa:** resultante de la variación peso húmedo y peso seco de las muestras colectadas por parcela. Su cálculo estuvo dado por:

$$Hi = \left(\frac{phi - psi}{pti} \right) * 100\% \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde: *Hi* es la humedad relativa de la especie *i*

phi es el peso húmedo de la especie *i*

psi es el peso seco de la especie *i*

pt es el peso total de la especie *i*

- ❖ **Biomasa (ton/ha):** los valores de biomasa se obtuvieron considerando el contenido de materia seca de la muestra y el área total a la cual correspondía la muestra, en este caso, la subparcela y luego se extrapoló a ton/ha.
- ❖ **Contenido de carbono (ton/ha):** los valores de carbono se obtuvieron de los resultados obtenidos de las muestras que fueron procesadas en el analizador de carbono. Posteriormente, se consideró el valor de biomasa obtenido y se siguió el procedimiento expuesto para la obtención del valor de contenido de carbono que se expuso anteriormente para contenido de carbono de las especies medidas en campo no así colectadas.

3.3.1.2. Suelo.

Se tomó una muestra de suelo que incluía todo el perfil de suelo hasta 20 cm de profundidad que contabilizaba un total de 40 muestras por sitio, 20 para el área sin tratamiento y 20 para el área con tratamiento a razón de una muestra por parcela. El material se depositó y rótulo en bolsas plásticas con capacidad de 2kg. Posteriormente fue trasladado al Laboratorio de Suelos del ITESM para su posterior análisis. En la Figura 31, se observa el proceso de colecta de la muestra de suelo.



Figura 31. Colecta de la muestra de suelo en las parcelas del área de estudio.

El material fue depositado en bandejas previamente esterilizadas y homogenizado. Se tomó una muestra proporcional y se llevó al horno a 105°C por un período de 24 horas para eliminar exceso de humedad. Una vez seca, la muestra de suelo fue tamizada con una batería de 2 tamices USSM, para reducir contenido de material vegetal presente.

Una vez tamizado el material fue triturado y molido en un molino tipo mortero PULVERISETE 2 marca FRITSCH y depositado en frascos plásticos de 100ml para su posterior análisis. Posteriormente la muestra se procesó siguiendo la metodología para contenido de carbono en la muestra de vegetación que se expuso en el apartado anterior.

Se seleccionó un total de 20 muestras para analizar el contenido de carbono en el TOC Analyzer de las 40 muestras de suelo obtenidas en campo. Para su selección se consideró la muestra de la parcela 1 y la muestra de la parcela 4 de cada uno de los transectos correspondientes tanto para área con tratamiento como para el área sin tratamiento de cada uno de los seis sitios en estudio.

Adicionalmente se midió resistencia a la penetración del suelo en campo, a razón de 8 muestras por parcela.

Las variables determinadas con las muestras de suelo fueron:

- ❖ **Porcentaje de Contenido de carbono (%):** Obtenido a partir del análisis de las muestras efectuadas con el Analizador de Carbono.

- ❖ **Resistencia a la penetración:** Se empleó el penetrómetro para medir el grado de compactación del suelo a través de la resistencia del suelo a la penetración.

Se tomaron ocho medidas de resistencia a la penetración por parcela. Las medidas fueron tomadas por el Ing. Manuel Medina de Pronatura Noreste A. C. para evitar sesgos por manipulación del equipo en la toma de estos datos (Figura 32)



Figura 32. *Vista de la medida de resistencia a la penetración en suelo con el penetrómetro.*

Este aparato digital determina distintos niveles de compactación en suelo a través de un exclusivo sensor ultrasónico que proporciona lecturas de profundidad del suelo desde 1” (2,54 cm) y mide la resistencia a la penetración en PSI (libras/pulgadas²). Adicionalmente el equipo posee un registrador de datos que permite transferir los datos de resistencia obtenidos para su uso en una hoja de cálculo (Field Scout SC-900 soil compaction meter).

- **Unidades de medida:** Índice de Cono (PSI); **Rango:** 0 – 18”

3.4. Análisis estadístico.

Las hipótesis planteadas para todos los análisis estadísticos efectuados fueron:

❖ **H₀:** $\mu_1 = \mu_1$

El efecto de tratamiento con la tecnología del rodillo aireador no mejora positivamente las medidas de las variables de influencia y la captura de carbono en la rehabilitación de las áreas de pastoreo estudiadas.

❖ **Hi:** $\mu_1 \neq \mu_2$

El efecto de tratamiento con la tecnología del rodillo aireador mejora positivamente las medidas de las variables de influencia y la captura de carbono en la rehabilitación de las áreas de pastoreo estudiadas.

Las variables consideradas fueron:

Variable Independiente (nominal o de etiqueta)

Nombre: TECNOLOGÍA AGRÍCOLA: RODILLO AIREADOR

Niveles: **Sin tratamiento** (condición de control)

Con tratamiento (condición experimental)

Variables Dependientes (cuantitativa)

Nombre 1: DENSIDAD DE ESPECIES

Nombre 2: COBERTURA

Nombre 3: PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Nombre 4: CONTENIDO DE CARBONO EN SUELO

Nombre 5: CONTENIDO DE CARBONO BIOMASA

Nombre 6: VALOR DE IMPORTANCIA

Nombre 7: RESISTENCIA DEL SUELO A LA PENETRACION

Las pruebas estadísticas empleadas en el estudio fueron:

❖ ***Prueba t para muestras relacionadas o emparejadas de dos colas o bidireccional:*** que permite determinar si existe un cambio significativo en las medidas de la variable dependiente y entre la condición de control (Sin tratamiento) y la condición de la variable independiente (Con tratamiento).

❖ ***Prueba t para muestras relacionadas o emparejadas de una cola o direccional:*** que permite determinar si las medidas de la variable dependiente, en la condición de la variable independiente (con tratamiento) no son mejores que las medidas de la variable dependiente, en la condición de control (sin tratamiento).

- ❖ *Índice de diversidad de Shannon Weaver:* para determinar diversidad de especies.
- ❖ *Índice de Simpson:* para determinar dominancia de la proporción de abundancia de las especies.
- ❖ *Índice de Equitatividad de Shannon:* para determinar el grado de uniformidad de la abundancia de las especies.
- ❖ *Índice de Similitud de Jaccard:* para determinar especies coincidentes entre sitios.
- ❖ *Índice de disimilitud de Bray – Curtis:* para determinar nivel de disimilitud de presencia de especies entre sitios.

CAPÍTULO IV

**VARIACIÓN EN LAS VARIABLES ECOLÓGICAS DE LA
VEGETACIÓN POR SITIOS DE ESTUDIO Y
ÁREAS SIN Y CON TRATAMIENTO**

4.1. Número de individuos en las áreas evaluadas.

Se realizaron mediciones a un total de 108 especies (arbustivas, herbáceas y gramíneas) correspondientes a 12,270 individuos, en los seis sitios de muestreo, para las parcelas, transectos, y áreas con tratamiento y sin tratamiento, considerados en este estudio.

El área sin tratamiento registró un total de 72 especies (arbustivas, herbáceas y gramíneas) para 4,588 individuos medidos en campo en los seis sitios en los que se llevó a cabo esta investigación. Por su parte, para el área con tratamiento, registró un total de 85 especies (arbustivas, herbáceas y gramíneas) correspondientes a 7,682 individuos medidos en campo.

La variación en el número de individuos en campo como resultado del conteo y mediciones dasométricas de arbustivas, herbáceas y gramíneas efectuadas por parcela y transectos, área con tratamiento y sin tratamiento, de cada uno de los sitios evaluados se puede observar en los Cuadros 6a y 6b. El mayor valor registrado en el área sin tratamiento aparece en el rancho San Cayetano, que representa el 22.41% de la cantidad total de mediciones efectuadas, y el menor valor reportado fue para el rancho Los Fresnos con 9.8% del número de mediciones realizadas en campo. Por su parte el área con tratamiento reporta el valor más alto de número de mediciones en campo para el rancho El Calabozo que representa el 34.27% de las mediciones efectuadas en esta área, y el menor valor reportado aparece en el Rancho San Cayetano con el 5.19% de la totalidad de individuos medidos en campo para el área con tratamiento.

Cuadro 6a. Variación en el número de individuos contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área sin tratamiento estudiada en zonas de rehabilitación de áreas de pastoreo en el noreste de México. Junio – Diciembre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	N1	N2	N3	N4	N5	
<i>Los Lobos</i>	200	229	128	124	105	786
<i>Santa María</i>	183	109	130	130	120	672
<i>San Cayetano</i>	193	188	269	218	160	1028
<i>Los Fresnos</i>	101	83	137	65	64	450
<i>El Calabozo</i>	260	155	274	142	159	990
<i>El Purgatorio</i>	183	109	120	130	120	662
SUMATORIA	1120	873	1058	809	728	4588

Cuadro 6b. Variación en el número de individuos contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área con tratamiento estudiada en zonas de rehabilitación de áreas de pastoreo en el noreste de México. Junio – Diciembre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Los Lobos</i>	196	148	673	163	90	1270
<i>Santa María</i>	256	193	456	435	138	1478
<i>Los Fresnos</i>	208	114	327	139	222	1010
<i>San Cayetano</i>	32	71	15	91	190	399
<i>El Calabozo</i>	396	666	786	200	585	2633
<i>El Purgatorio</i>	247	251	109	154	131	892
SUMATORIA	1335	1443	2366	1182	1356	7682

Asimismo, se puede observar la variación en cuanto a número de especies registradas por parcela en cada sitio en estudio, a nivel de transectos y por área sin tratamiento y con tratamiento en los Cuadros 7a y 7b. Se puede notar que el mayor número de especies registradas en el área sin tratamiento aparece reportado para el Rancho San Cayetano que representa el 51.38% del total de especies registradas en el estudio. El Rancho Los Fresnos registró el menor valor que representa el 18.06% de las especies presentes en campo.

Para el caso del área con tratamiento el Rancho con mayor número de especies registradas fue Rancho Los Lobos que representa el 49.41% de las especies contabilizadas en campo y el Rancho Los Fresnos registró el menor número de especies reportadas considerando todos los transectos de esta área en los sitios en estudio, con una representación del 15.29%.

Cuadro 7a. Variación en el número de especies contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área sin tratamiento estudiada en zonas de rehabilitación de áreas de pastoreo en el noreste de México. Junio – Diciembre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	N1	N2	N3	N4	N5	
<i>Los Lobos</i>	20	26	23	23	20	35
<i>Santa María</i>	15	12	14	17	16	25
<i>San Cayetano</i>	20	21	24	18	18	37
<i>Los Fresnos</i>	11	9	8	8	8	13
<i>El Calabozo</i>	23	15	17	17	19	33
<i>El Purgatorio</i>	15	12	14	18	16	25
SUMATORIA						72

Cuadro 7a. Variación en el número de especies contabilizados y medidos dasométricamente por sitio y transectos del área con tratamiento estudiada en zonas de rehabilitación de áreas de pastoreo en el noreste de México. Junio – Diciembre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Los Lobos</i>	26	18	27	24	14	42
<i>Santa María</i>	19	17	14	16	16	28
<i>San Cayetano</i>	6	14	7	15	11	24
<i>Los Fresnos</i>	7	7	9	6	7	13
<i>El Calabozo</i>	23	21	21	25	26	34
<i>El Purgatorio</i>	23	20	24	24	19	35
SUMATORIA						85

4.2. Riqueza, diversidad florística y valor de importancia.

❖ *Rancho Los Lobos.*

Se contabilizó y midió dasométricamente un total de 2056 individuos correspondientes a 48 especies entre arbustivas y herbáceas/gramíneas. El área sin tratamiento registró un total de 786 muestras y 35 especies y el área con tratamiento registró un total de 1270 muestras correspondientes a 42 especies.

Los transectos que reportaron el mayor número de individuos fueron N2 y T3, que representan el 29.13% y 52.99%, respectivamente del total muestreado y los que reportaron el menor número de individuos fueron los transectos N5 y T5, que representan el 13.35% y 7.09% de los individuos presentes en este rancho. Se observa una variación de razón de 1.6:1 del número de individuos presentes entre área con tratamiento y sin tratamiento.

Respecto al número de especies registradas, en el área sin tratamiento los valores mantuvieron variaciones poco fluctuantes con media de 17.8 especies por transectos y coeficiente de variación de 11.2%. Sin embargo, en el área con tratamiento la media de especies por transectos fue de 21.8 y el coeficiente de variación alcanzó los 25.62%. Se aprecia una diferencia de 1.2:1 del número de especies entre área con tratamiento y sin tratamiento.

De las variaciones del número de individuos entre transectos, tanto para el área con tratamiento como para el área sin tratamiento, las mayores diferencias se evidenciaron entre los transectos T3 y N3 a razón de 5.2:1 respectivamente y las menores registradas ocurrieron entre los transectos T1 y N1 a razón de 0.9 a 1, respectivamente siendo el área sin tratamiento la que registró el mayor número de individuos en todos los transectos respecto al área con tratamiento a excepción de T3- N3 y T4-N4 donde el área con tratamiento mantuvo valores proporcionalmente más elevados.

La media de densidad para área no tratada y tratada estuvo dada por 1.57 individuos/m² y 2,54 individuos/m², respectivamente.

La mayor riqueza específica para arbustivas y zacates se reportó en el área con tratamiento. La variación en abundancia relativa de las especies arbustivas para área sin tratamiento registró lo siguiente: *Opuntia engelmannii* con un 12.77% fue la especie de mayor abundancia relativa, con media de densidad de 0.151ind./m² y cobertura aérea de 0.032m² y las especies *Astragalus sp.* y *Wilcoxia sp.*, con 0.13% fue la especie de menor abundancia relativa, con media de densidad de 0.04ind./m² y de cobertura aérea de 0.159 y 0.007m² Un 34.97% de las especies contabilizadas correspondió a especies con menos de 5% de abundancia relativa para el área sin tratamiento. La variación en el porcentaje ocupado por cada especie se registra en la Figura 33.

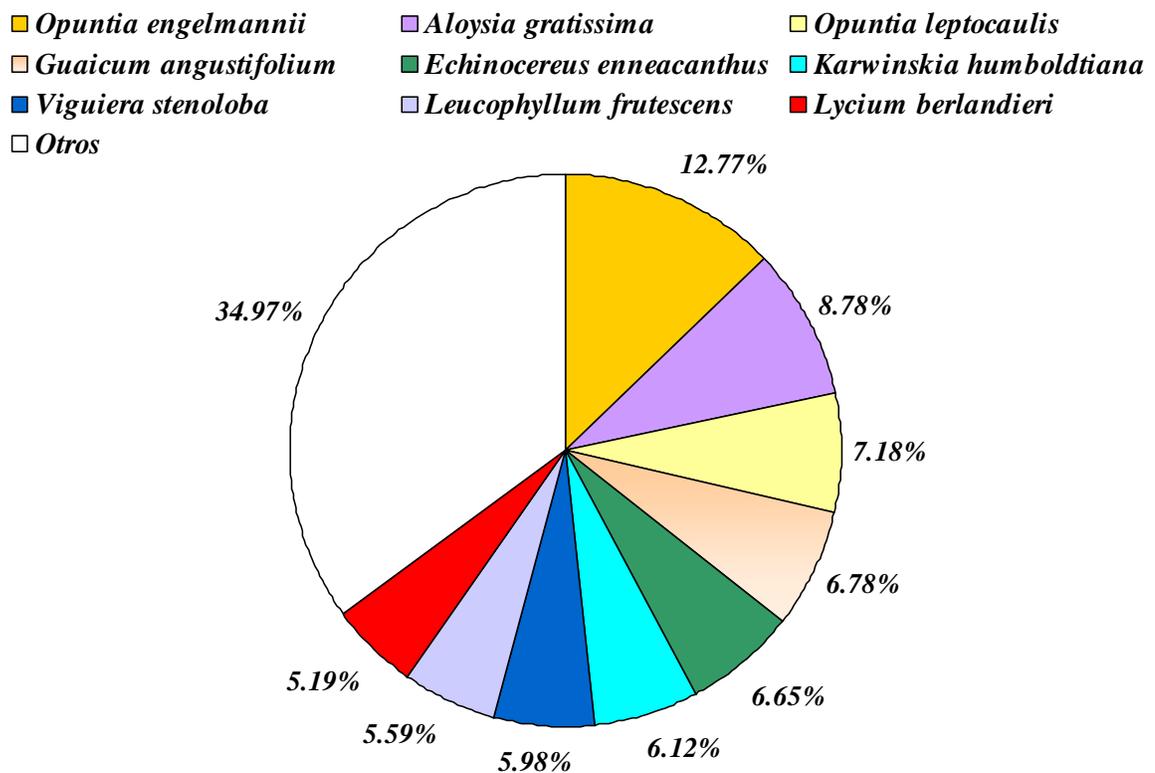


Figura 33. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho Lobos.

Aloysia gratissima y *Euphorbia glyptosperma* con 12.0% representaron las especies de mayor abundancia relativa para el área con tratamiento con media de densidad de 0.375ind./m² y 0.333ind./m², respectivamente; y media de cobertura de 4.41m² y 0.27m². *Evolvulus sp.*, con 0.08% es la especie de menor abundancia relativa, con densidad media de 0.04 ind./m² y cobertura media de 0.0005m². Un 32.96% de las especies contabilizadas correspondió a especies con menos de 5% de abundancia relativa.

La variación en el porcentaje registrado por las especies para la abundancia relativa aparece en la Figura 34.

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| ■ <i>Aloysia gratissima</i> | ■ <i>Euphorbia glyptosperma</i> | ■ <i>Jatropha dioica</i> |
| ■ <i>Opuntia engelmannii</i> | ■ <i>Viguiera stenoloba</i> | ■ <i>Opuntia leptocaulis</i> |
| ■ <i>Echinocereus enneacanthus</i> | ■ <i>Celtis pallida</i> | ■ Otros |

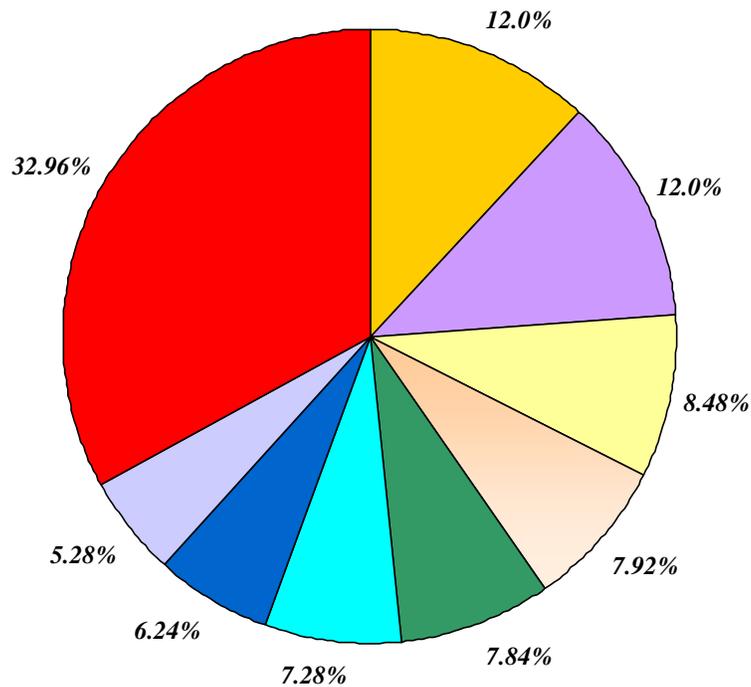


Figura 34. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho Lobos.

Las especies con media de mayor cobertura fueron *Prosopis glandulosa*, *Acacia berlandieri*, *Lycium berlandieri* y *Ehpedra antishypilitica* aparecen en el Cuadro 8, con valores de 10.56m², 7.88m², 4.02m² y 2.835m², respectivamente. Del resto de las especies un 11.27% de media de cobertura relativa mantuvo valores >1m² y un 6.46% representó especies <1m².

Cuadro 8. Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura</i> ⁽¹⁾ <i>Aérea (m²)</i>	<i>Cobertura Relativa (%)</i> <i>(C.R.)</i> ⁽²⁾
Área sin tratamiento		
<i>Prosopis glandulosa</i>	10.57	34.34
<i>Acacia berlandieri</i>	7.87	25.62
<i>Lycium berlandieri</i>	4.02	13.08
<i>Ehpedra antishypilitica</i>	2.83	9.22
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1.69	5.75
<i>Acacia schafnerii</i>	1.77	5.52
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.87	2.84
<i>Especies <1% C. R.</i>	1.11	3.61
Área con tratamiento		
<i>Acacia schafnerii</i>	0.92	18.19
<i>Acacia berlandieri</i>	0.71	14.05
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.58	11.41
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.49	9.74
<i>Ehpedra antishypilitica</i>	0.39	6.88
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.28	5.49
<i>Celtis pallida</i>	0.25	4.89
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	0.24	4.68
<i>Aloysia gratissima</i>	0.22	4.46
<i>Forestiera angustifolia</i>	0.22	4.35
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.13	2.56
<i>Zanthoxilum fagara</i>	0.13	2.52
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.09	1.69
<i>Castela texana</i>	0.07	1.33
<i>Lantana macropoda</i>	0.06	1.14
<i>Especies <1% C. R.</i>	0.34	6.67

Nota:

- (1) La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.
- (2) La cobertura relativa es el valor obtenido de $C_i \times 100\%$ entre el total de las especies.

El análisis de prueba t para muestras relacionadas en cuanto a cobertura por transectos para área tratada y no tratada reveló que si existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento (Prob. 0.0051) y que el cambio fue positivo para área sin tratamiento (Prob. 0.0025) como se puede observar en Anexo I, Cuadro 3a. Cuando la relación se analiza por transecto el estadístico indica que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento pero si se registró variación significativa entre N3 vs. T3 y N5 vs. T5 (Prob. 0.0394 y 0.0367, respectivamente) a favor del área sin tratamiento que se registra en el Anexo I, Cuadro 3b. En zacates la cobertura tuvo un incremento entre área sin tratamiento y con tratamiento de 1.8:1 a favor del área con tratamiento.

En cuanto al valor de importancia de las especies calculada con la Ec. 5, reportadas para área sin y con tratamiento, las variaciones aparecen en el Cuadro 9. El análisis estadístico aplicado reveló que no existió diferencia significativa a nivel de área ni a nivel de transecto para este sitio, el mismo puede ser visto en el Anexo I, Cuadros 4a y 4b).

Cuadro 9. Valor de importancia, palatabilidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i> ⁽¹⁾	<i>Porcentaje (%)</i> ⁽²⁾	<i>Palatabilidad</i>
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.086	16.91	SD
<i>Acacia berlandieri</i>	0.059	12.84	4
<i>Lycium berlandieri</i>	0.033	7.52	SD
<i>Ephedra antishypilitica</i>	0.024	5.42	SD
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.017	3.96	3
<i>Acacia schafnerii</i>	0.017	3.87	3
<i>Especies < 3% VI</i>	0.223 0.013-0.006	49.46 1.89-1.31	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	0.101	14.61	SD
<i>Acacia schafnerii</i>	0.061	8.83	3
<i>Acacia berlandieri</i>	0.049	7.19	4
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.044	6.44	3
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.029	4.22	SD
<i>Ephedra antishypilitica</i>	0.029	4.15	SD
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.027	3.89	SD
<i>Aloysia gratissima</i>	0.025	3.69	1
<i>Celtis pallida</i>	0.024	3.52	4
<i>Especies < 3% de VI</i>	0.299 0.02-0.006	43.48 2.85-0.80	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5
(2) Porcentaje obtenido del resultado $Ec.5 \times 100$ entre el total de valor de importancia.
(3) Palatabilidad \rightarrow 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media; 2 = palatabilidad baja y 1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

❖ **Rancho Santa María.**

Se contabilizó un total de 2150 individuos para 38 especies en este rancho. El área sin tratamiento y con tratamiento reportó las siguientes cantidades 672 individuos con 25 especies y 1478 individuos con 28 especies, respectivamente.

Los transectos con tratamiento y sin tratamiento con mayor número de individuos y cantidad de especies fueron N1, N4 y T3 y T1, respectivamente. Ello representó el 27.23% y 30.85% respecto a la cantidad de individuos y 68% y 67.86% respecto a número de especies para ambas áreas.

Las variantes entre transecto y transecto fueron más notorias en T3 y N3 donde la diferencia alcanzó una razón de 3.5:1 para cantidad de individuos y 1.2:1 para T1 y N1 respecto a cantidad de especies presentes. La media de especie por transecto, estuvo dado por 14.8 especies para área sin tratamiento y 16.4 especies para área con tratamiento.

La densidad de individuos para área sin tratamiento fue de 1.34 indiv./m² y 2.96 indiv./m². En lo referente a abundancia relativa el área sin tratamiento registró a las especies *Acacia rigidula* con 20.62% y *Prosopis glandulosa* con 0.19%, con mayor y menor abundancia relativa, respectivamente. Hubo 5.39% de abundancia relativa con menos del 2% de las especies presentes. Para el área con tratamiento la especie con mayor abundancia relativa fue *Dalea* sp. con 21.34% y la de menor abundancia fue *Prosopis glandulosa* con 0.11%. Ocurrió un 6.47% de especies por debajo del 2% de abundancia relativa. Estas variaciones se observan en las figuras 35 y 36.

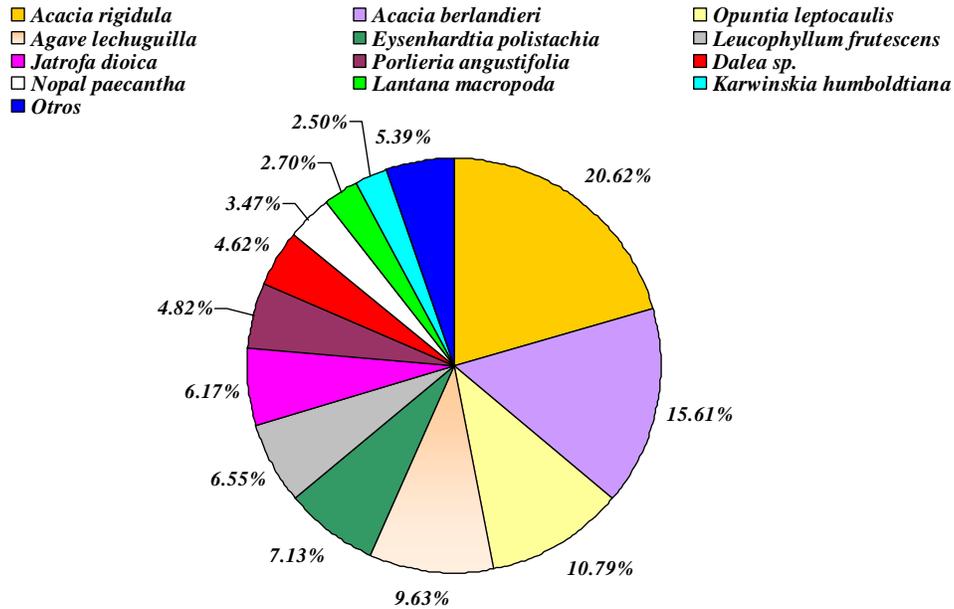


Figura 35. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho Santa María.

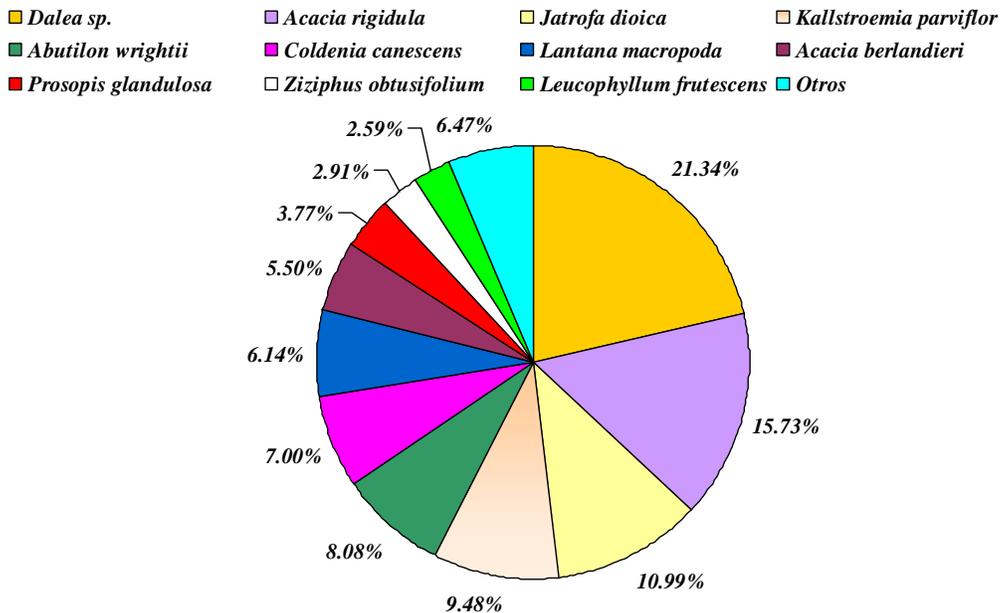


Figura 36. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho Santa María.

En lo que respecta a cobertura aérea los resultados se reportan en el Cuadro 10, los más altos valores los registra *Yucca sp.*, con 39.17m² y *Coldenia canescens* con 18.94m² para el área sin y con tratamiento, respectivamente.

Cuadro 10. Valores medios de cobertura aérea registrada para las especies arbustivas contabilizada y medida dasométricamente para área sin y con tratamiento. Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura Aérea (m²)⁽¹⁾</i>	<i>Cobertura Relativa (%) (C.R.)⁽²⁾</i>
Área sin tratamiento		
<i>Yucca sp.</i>	39.17	45.24
<i>Acacia berlandieri</i>	8.45	9.77
<i>Acacia rigidula</i>	7.76	8.97
<i>Nopal paecantha</i>	6.21	7.18
<i>Eleotropeo sp.</i>	3.96	4.58
<i>Aloysai macrostata</i>	3.83	4.43
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	3.05	3.52
<i>Croton torreyanus</i>	2.26	2.61
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2.14	2.48
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.14	2.47
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.93	2.23
<i>Especies <2% C. R.</i>	5.06	6.47
Área con tratamiento		
<i>Coldenia canescens</i>	18.94	69.48
<i>Acacia berlandieri</i>	3.13	11.49
<i>Acacia rigidula</i>	1.18	4.35
<i>Erethia anacua</i>	0.96	3.54
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.92	3.39
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.59	2.18
<i>Especies <1% C. R.</i>	1.52	5.54

Nota: (1) La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.
 (2) La cobertura relativa es el valor obtenido de $Ci \times 100\%$ entre el total de las especies.

El análisis estadístico aplicado reveló que si existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento (Prob. 0.0339) y fue mejor que el área con tratamiento (Prob. 0.0169). En el caso transecto *con* y *sin tratamiento*, la prueba reveló diferencia significativa para los transectos N1 vs. P1 (Prob. 0.0262) y el área sin tratamiento fue mejor que su correspondiente tratada para esta variable (Prob. 0.0131); igual situación se observó para N3 vs. T3 (0.018 y 0.009) y N5 vs. T5 (Prob. 0.0028 y 0.0014); en N2 vs. T2, no hubo diferencia significativa pero el cambio si fue significativo (Prob. 0.04); y en N4 vs. T4, no se reveló diferencia significativa (ver Anexo I, Cuadros 5a y 5b).

De las especies reportadas para área sin y con tratamiento tenemos que las pruebas estadísticas revelan diferencia significativa para valor de importancia (Prob. 0,0035 y Prob. 0,0018) y en la relación transectos N4 vs. T4 (Prob. 0.0472 y 0.0236) y N5 vs. T5 (Prob. 0.0071 y 0.0036). la estimación de biomasa mostró diferencia significativa a nivel área (Prob. 0.026 y 0.013) siendo el resultado a favor del área sin tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 6a y 6b).

Las variables valor de importancia de las especies presentes en el área sin y con tratamiento aparecen registradas en el Cuadro 11, resultando la especie *Yucca sp.* con valor de importancia de 39.17 relativamente alto respecto al resto de las especies.

Cuadro 11. Valor de importancia y palatabilidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Palatabilidad</i>
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Yucca sp.</i>	39.173	99.16	SD
<i>Acacia rigidula</i>	0.032	0.08	4
<i>Acacia berlandieri</i>	0.031	0.08	4
<i>Celtis pallida</i>	0.029	0.07	4
<i>Opuntia paecantha</i>	0.022	0.06	SD
<i>Eysenhardtia polistachya</i>	0.022	0.05	SD
<i>Eleotrope sp.</i>	0.021	0.05	SD
<i>Aloysia macrostata</i>	0.018	0.05	SD
<i>Especies < 0,05% VI</i>	0.157 0.015-0.008	0.40 0.04-0.02	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Coldenia canescens</i>	0.115	31.284	SD
<i>Kallstroemia parviflora</i>	0.036	9.806	SD
<i>Acacia berlandieri</i>	0.025	6.729	4
<i>Acacia rigidula</i>	0.017	4.683	4
<i>Dalea sp.</i>	0.017	4.618	1
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.015	4.103	SD
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	0.015	4.052	SD
<i>Partenium bipinnatifidum</i>	0.015	4.027	SD
<i>Jatrofa dioica</i>	0.012	3.197	SD
<i>Aloysia macrostata</i>	0.011	3.071	SD
<i>Erethia anacua</i>	0.011	3.056	SD
<i>Especies < 3% de VI</i>	0.078 0.010-0.006	21.38 2.77-1.65	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5
(2) Porcentaje obtenido del resultado $Ec.5 \times 100$ entre el total de valor de importancia.
(3) Palatabilidad \rightarrow 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media; 2 = palatabilidad baja y
1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

❖ ***Rancho San Cayetano.***

Un total de 1427 individuos para 39 especies se registró en este sitio. Las cantidades para área sin tratamiento y con tratamiento reportadas fueron 1028 individuos con 37 especies y 399 individuos para 24 especies.

Los transectos para el área sin tratamiento con mayor número de individuos y de especies presentes fueron N3, N3, respectivamente y los menores valores estuvieron dados en N5 y N4, N5, respectivamente. Esto representó el 26.16% y 64.86 % para número de individuos y número de especies respectivamente.

En el caso del área con tratamiento el transecto más destacado en cuanto a cantidad de individuos fue T5 y el menos destacado T3, que representan el 47.62% y 3.76%, respectivamente. En cuanto a número de especies la mayor cantidad de especies registrada fue T4 y la menor cantidad T1 que representan el 62.5% y 25%, respectivamente.

La densidad de individuos para área sin y con tratamiento estuvo dada por 2.01 indiv./m² y 0.79 indiv./m², respectivamente. El rancho San Cayetano mostró mayor abundancia relativa en el área sin tratamiento como podemos ver en la Figura 37, para la especie *Coldenia canescens* con un valor de 25.95%, y la especie con menor abundancia relativa apareció en la especie *Partenium bipinnatum* con un 0.17% de abundancia relativa.

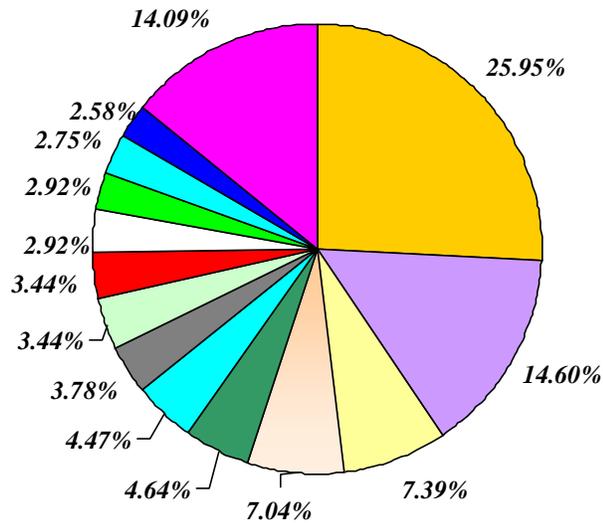


Figura 37. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho San Cayetano

Existió un 14.09% de especies con abundancia relativa por debajo del 2%. Para el área con tratamiento las variaciones fueron *Prosopis glandulosa* con 24.5% y *Opuntia paecantha* con 0.33% como especies con mayor y menor abundancia relativa registrada. Existió un 5.30% de especies con menos de 2% de abundancia relativa lo cual se puede observar en la Figura 38.

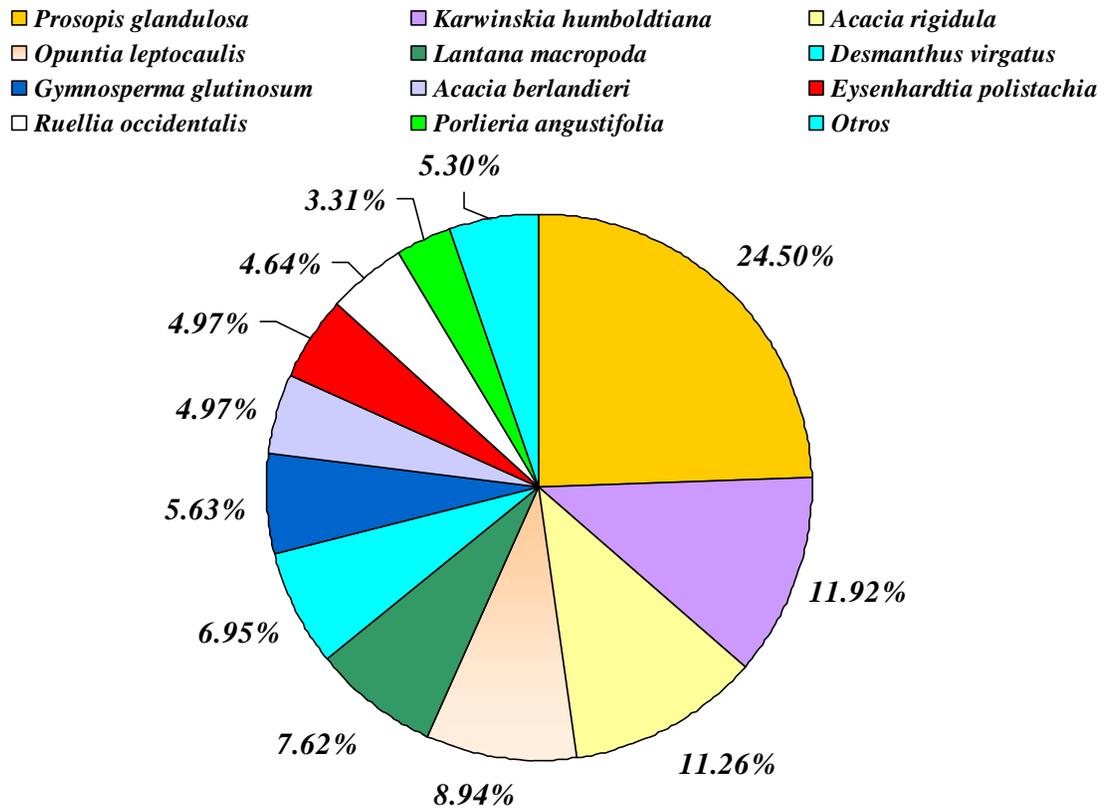


Figura 38. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho San Cayetano.

De las especies reportadas para área sin y con tratamiento tenemos que las pruebas estadísticas revelan diferencia significativa para valor de importancia (Prob. 0,0035 y Prob. 0,0018) y en la relación transectos N4 vs. T4 (Prob. 0.0472 y 0.0236) y N5 vs. T5 (Prob. 0.0071 y 0.0036). La estimación de biomasa mostró diferencia significativa a nivel área (Prob. 0.026 y 0.013) siendo el resultado a favor del área sin tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 6a y 6b).

En el caso cobertura, el cuadro 12 nos muestra especies con mayor cobertura en el área sin tratamiento, el análisis estadístico reveló que para este sitio no existe diferencia significativa entre ambas áreas sin y con tratamiento.

Cuadro 12. Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. San Cayetano. Junio-October, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura Aérea (m²)⁽¹⁾</i>	<i>Cobertura Relativa (%) (C.R.)⁽²⁾</i>
Área sin tratamiento		
<i>Prosopis glandulosa</i>	7.28	17.46
<i>Acacia berlandieri</i>	5.40	12.95
<i>Lippia berlandieri</i>	3.56	8.54
<i>Acacia rigidula</i>	3.15	7.57
<i>Larrea tridentata</i>	2.84	6.80
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.68	6.43
<i>Porlieria angustifolia</i>	2.12	5.08
<i>Celtis pallida</i>	1.82	4.38
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	1.82	4.36
<i>Opuntia paecantha</i>	1.78	4.27
<i>Lantana macropoda</i>	1.78	4.27
<i>Dyospyros texana</i>	1.22	2.92
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.08	2.58
<i>Jatrofa dioica</i>	1.01	2.43
<i>Fouquieria splendens</i>	0.93	2.24
<i>Especies <1% C. R.</i>	3.22	7.73
Área con tratamiento		
<i>Acacia berlandieri</i>	3.52	23.11
<i>Ruellia occidentalis</i>	3.02	19.85
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	2.19	14.42
<i>Dyospyros texana</i>	1.74	11.42
<i>Lantana macropoda</i>	1.13	7.43
<i>Acacia rigidula</i>	1.03	6.77
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.59	3.91
<i>Gnaphalium viscosum</i>	0.34	2.21
<i>Especies < 2% VI</i>	1.66	10.88

Nota:

- (1) La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.
- (2) La cobertura relativa es el valor obtenido de $C_i \times 100\%$ entre el total de las especies.

No obstante se evidenció que los valores del área sin tratamiento reportados si son mejores que aquellos del correspondiente con tratamiento (Prob. 0.0414). Igual situación se presentó en la relación transecto para N1 vs. T1 (Prob. 0.0358); y en N3 vs. T3 (Prob. 0.0450 y Prob. 0.0225) (ver Anexo I, Cuadros 7a y 7b).

En lo que respecta a valor de importancia de las especies reportadas para área sin y con tratamiento aparecen registradas en el cuadro 13. El valor de importancia se mostró relativamente homogéneo y con valores bastante similares entre área y área.

Cuadro 13. Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i> ⁽¹⁾	<i>Porcentaje</i> ⁽²⁾ (%)	<i>Palatabilidad</i> ⁽³⁾
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.038	7.45	SD
<i>Lippia berlandieri</i>	0.034	6.55	SD
<i>Acacia berlandieri</i>	0.033	6.42	4
<i>Larrea tridentata</i>	0.030	5.81	2
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.028	5.33	4
<i>Acacia rigidula</i>	0.025	4.78	4
<i>Lantana macropoda</i>	0.023	4.46	4
<i>Porlieria angustifolia</i>	0.021	4.10	SD
<i>Jatrofa dioica</i>	0.019	3.73	SD
<i>Opuntia paecantha</i>	0.018	3.42	SD
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.016	3.13	SD
<i>Celtis pallida</i>	0.016	3.07	4
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	0.016	3.06	SD
<i>Especies < 3% VI</i>	0.200 0.015-0.009	38.68 2.91-1.67	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.04	11.20	SD
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.03	8.21	SD
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.03	7.31	1
<i>Ruellia occidentalis</i>	0.03	6.50	SD
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.02	6.27	SD
<i>Acacia berlandieri</i>	0.02	6.27	4
<i>Lantana macropoda</i>	0.02	5.40	4
<i>Acacia rigidula</i>	0.02	5.40	4
<i>Desmanthus virgatus</i>	0.02	5.26	4
<i>Jatrofa dioica</i>	0.02	5.17	SD
<i>Lippia berlandieri</i>	0.02	4.46	SD
<i>Dyospyros texana</i>	0.02	4.37	SD
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	0.02	4.26	SD
<i>Especies < 3% VI</i>	0.08 0.015-0.012	19.92 3.81-3.08	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5
(2) Porcentaje obtenido del resultado $Ec.5 \cdot 100$ entre el total de valor de importancia.
(3) Palatabilidad \rightarrow 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media; 2 = palatabilidad baja y 1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

❖ **Rancho Los Fresnos.**

Un gran total de 1460 individuos y 15 especies se registraron en este sitio. El área sin tratamiento alcanzó los 1010 individuos correspondientes a 13 especies y el área sin tratamiento aparece con 450 individuos y 13 especies.

La mayor cantidad de individuos se registró en N3 y T3, que representan el 30.44% y 32.38%, respectivamente, entre área sin tratamiento y área con tratamiento. Mientras que el menor número de individuos se registra en N5 y T2 con 14.2% y 11.3% para área sin tratamiento y área con tratamiento, respectivamente.

En relación a la cantidad de especies presentes los valores por transectos se mantuvieron entre un mínimo de 6 especies hasta un máximo de 11 especies, tanto para área con tratamiento como para área sin tratamiento. La media de especies para el área sin tratamiento por transectos fue de 9.5, valor relativamente superior en relación al área con tratamiento que registró una media de 8.1 especies por transectos que resulta en una variación de 1.3 especies por transectos.

La densidad de individuos estuvo dada por 0.9 indiv./m² para área sin tratamiento y de 2.02 indiv./m² para área con tratamiento. La riqueza específica fue mayor en área con tratamiento vs. área sin tratamiento, tanto para arbustivas como para zacates.

Las especies con mayor y menor abundancia relativa para arbustivas fueron: *Agave lechuguilla* (42.18%) con densidad media de 0.0094 indiv./m² y cobertura media de 1.41m² y *Opuntia paecantha* (0.25%) con media de densidad de 0.04 indiv./m² y cobertura media de 0.038m² y existió un 2.98% con especies de menos del 1% de abundancia relativa, para área sin tratamiento que se observa en la Figura 39.

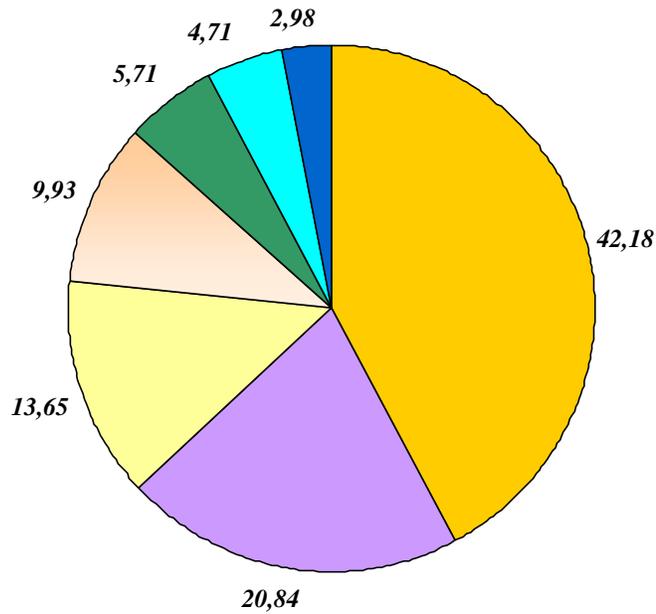
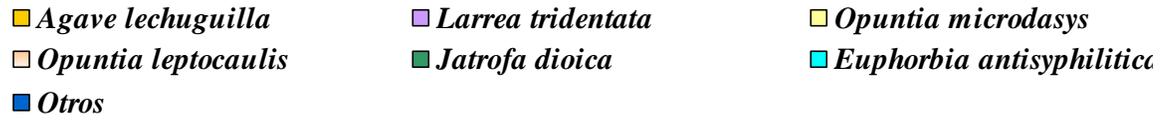


Figura 39. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho Los Fresnos.

En el caso del área con tratamiento, las especies *Larrea tridentata* (52.11%) con densidad media de 0.198 indiv./m² y cobertura media de y *Flourenxia cernua* (0.53%), densidad media de 0.04m² para área con tratamiento, en donde existió un 1.58% de especies por debajo del 1% de abundancia relativa como se observa en la Figura 40.

■ *Larrea tridentata*
 ■ *Agave lechuguilla*
 ■ *Opuntia leptocaulis*
 ■ *Opuntia microdas*
■ *Pereskia sp.*
 ■ *Coldenia canescens*
 ■ *Jatrofa dioica*
 ■ *Otros*

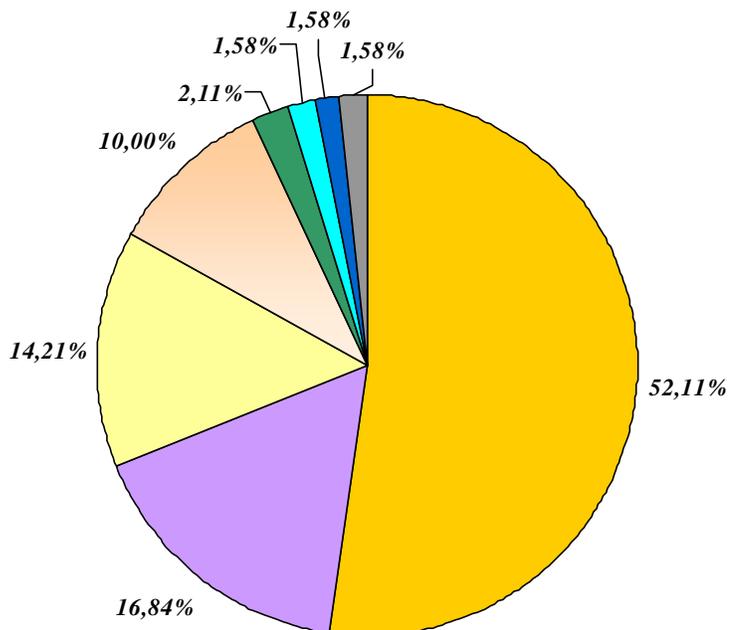


Figura 40. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho Los Fresnos.

Los valores de prueba t para media de cobertura por transectos mostró que no hubo diferencia significativa entre área sin y con tratamiento, ni evidenció significancia a nivel transectos a favor de ninguna de las dos áreas (ver Anexo I, Cuadro 9a), igualmente tampoco existió diferencia significativa entre transecto y transecto para la variable cobertura aérea, y ninguna de las dos fue mejor que su correspondiente. En lo que concierne a zacates, existió un incremento de pasto de 6.5:1 a favor del área de tratamiento (ver Anexo I, Cuadro 9b).

Las especies con mayor cobertura media aparecen registradas en el Cuadro 14 con valores que oscilan con valores entre 3.47m² y 7.11m² entre área sin y con tratamiento, respectivamente.

Cuadro 14. Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura ⁽¹⁾ Aérea (m²)</i>	<i>Cobertura Relativa (%) (C.R.)⁽²⁾</i>
Área sin tratamiento		
<i>Pereskia sp.</i>	3.47	27.52
<i>Larrea tridentata</i>	3.33	26.39
<i>Opuntia microdasys</i>	1.57	12.46
<i>Agave lechuguilla</i>	1.41	11.18
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.96	7.64
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.54	4.32
<i>Flourensia cernua</i>	0.51	4.07
<i>Especies <4% C. R.</i>	0.81	6.43
Área con tratamiento		
<i>Agave lechuguilla</i>	7.114	50.18
<i>Larrea tridentata</i>	5.717	40.33
<i>Aloysia gratísima</i>	0.687	4.84
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.270	1.90
<i>Especies <1% C. R.</i>	0.389	2.74

Nota:

- (1) *La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.*
- (2) *La cobertura relativa es el valor obtenido de $C_i \times 100\%$ entre el total de las especies.*

En cuanto al valor de importancia, la variación de las especies reportadas para área sin y con tratamiento aparece en el Cuadro 15. El análisis de prueba t mostró que no se evidenció diferencia significativa entre los valores de importancia de las especies presentes en el sitio (ver Anexo I Cuadro 10a). En el caso de la relación transecto entre área sin y con tratamiento, la prueba t tampoco reveló diferencias significativas (ver Anexo I, Cuadro 10b).

Cuadro 15. Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i> ⁽²⁾	<i>Porcentaje (%)</i> ⁽²⁾	<i>Palatabilidad</i>
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Larrea tridentata</i>	0.047	16.90	2
<i>Pereskia sp.</i>	0.036	12.87	SD
<i>Opuntia microdasys</i>	0.029	10.62	SD
<i>Agave lechuguilla</i>	0.028	10.01	1
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.022	7.87	SD
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.022	7.79	SD
<i>Flourensia cernua</i>	0.020	7.33	SD
<i>Jatrofa dioica</i>	0.018	6.54	SD
<i>Bidens sp.</i>	0.016	5.63	SD
<i>Especies < 5% VI</i>	0.039 0.014-0.131	14.45 4.92-4.74	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Agave lechuguilla</i>	0.058	24.48	1
<i>Larrea tridentata</i>	0.051	21.23	2
<i>Aloysia gratissima</i>	0.017	7.17	1
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.016	6.90	SD
<i>Pereskia sp.</i>	0.015	6.28	SD
<i>Especies < 6% de VI</i>	0.081 0.014-0.013	33.93 592-5.50	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5

(2) Porcentaje obtenido del resultado $Ec.5 \times 100$ entre el total de valor de importancia.

(3) Palatabilidad → 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media;

2 = palatabilidad baja y 1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

❖ **Rancho El Calabozo.**

El número de individuos y de especies presentes en El Rancho El Calabozo, estuvo dado por 3623 individuos y 42 especies. Las áreas sin tratamiento y con tratamiento registraron 990 y 2633 individuos respectivamente; y la cantidad de especies reportada fue 33 y 34 especies respectivamente.

Los transectos para el área sin tratamiento que reportaron mayor y menor número de individuos fueron N3 y N4 que representan el 27.68% y 14.34% respectivamente. Los transectos N1 y N2 por su parte fueron los que registraron mayor y menor cantidad de especies presentes con un 69.7% y 45.45% del total de las especies presentes a lo largo de todos los transectos sin tratamiento de este sitio.

Los transectos para el área con tratamiento resultaron con valores relativamente mayores en cuanto a número de individuos y de especies, que para el área sin tratamiento. Los valores más altos registrados para número de individuos y cantidad de especies fueron T3 y T5, respectivamente. Mientras que los valores menores registrados para cantidad de individuos y número de especies para los transectos del área con tratamiento fueron T4 y T2, T3 (mostraron misma cantidad numérica), respectivamente.

Las medias de números de especies por transectos estuvieron dadas por 18.2 especies por transectos para el área sin tratamiento y 23.2 para el área con tratamiento. Existió una razón de variación de 1.2:1 entre ambas medias.

Las variantes entre transectos y transectos tanto para área sin tratamiento y con tratamiento resultaron con valores más altos en los transectos T3 vs. N3; T2 vs. N2 y el más bajo registrado correspondió a los transectos T4 vs. N4, esto es para cantidad de individuos por transectos, y las razones de variación alcanzaron los valores de 2.9:1; 4.2:1; 1.4:1; respectivamente en todos los casos a favor del área con tratamiento.

La media de densidad estuvo dada por 1.98 indiv./m² en área sin tratamiento y de 5.3 indiv./m² en área con tratamiento. En cuanto a las especies arbustivas, las variaciones de abundancia relativa se registraron de la siguiente manera: *Porlieria angustifolia* (14.47%) con media de densidad de 0.009 indiv./m² y cobertura media de 4.20 m² y *Yucca sp.* (0.44%) con media de densidad de 0.0038 indiv./m² y cobertura media de 0.024m² con mayor y menor abundancia relativa respectivamente. Existió menos del 3% de abundancia relativa con 14.47% del total en área sin tratamiento que vemos en la Figura 41.

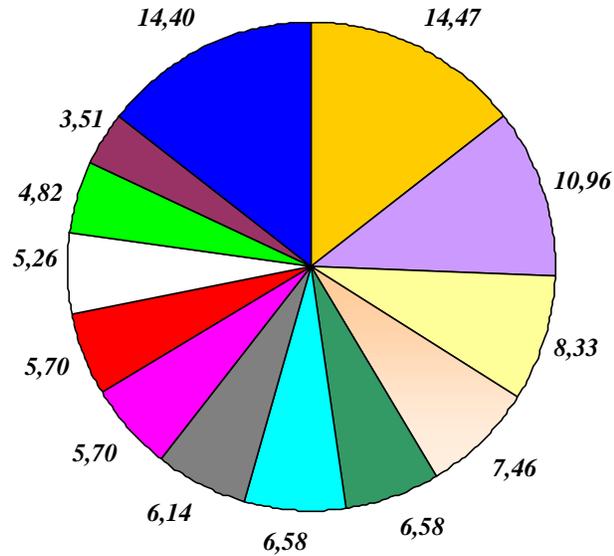
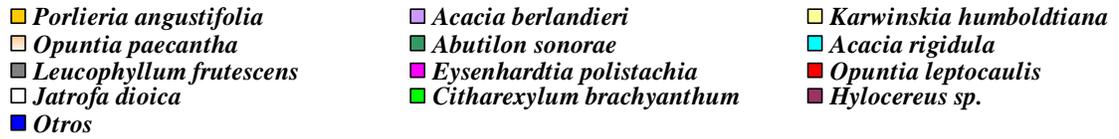


Figura 41. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho El Calabozo.

En el área con tratamiento, en la Figura 42, *Lippia berlandieri* (27.59%) con densidad media de 0.091 indiv./m² y cobertura media de 11.79 m², *Zexmenia hisplaba* (0.08%) con media de densidad de 0.0044 indiv./m² y cobertura media de 0.25 m² fueron las especies relativamente mayor y menor, y existió un 15.21% de las especies estuvieron por debajo del 3% de abundancia relativa

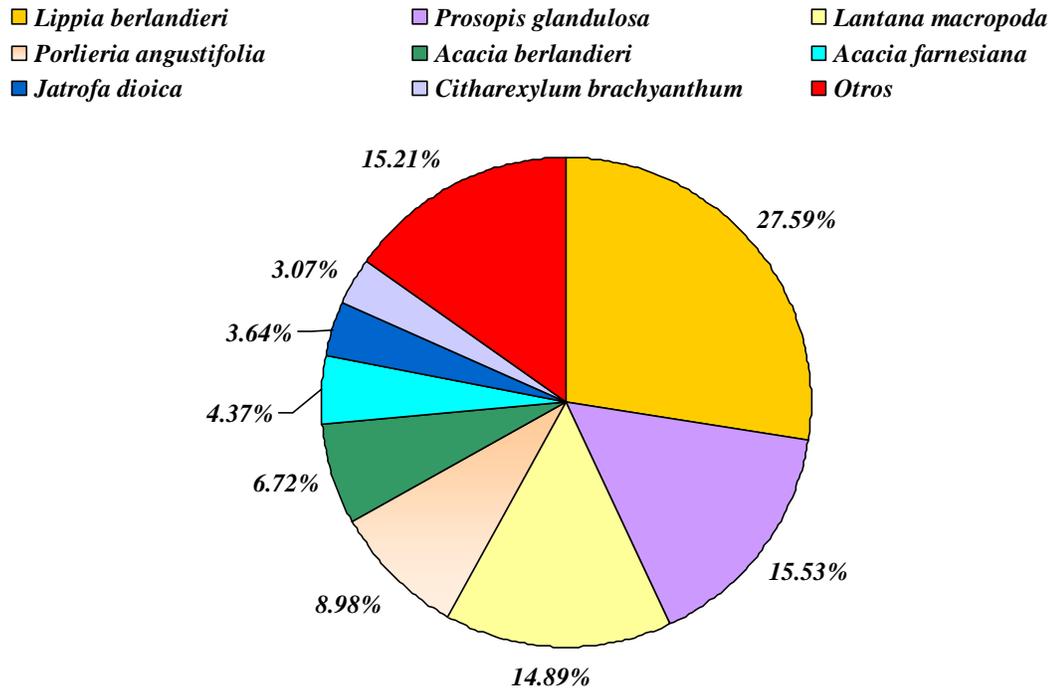


Figura 42. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho El Calabozo.

Los valores, resultado de la medición de cobertura aérea, para las áreas sin y con tratamiento se muestran en el Cuadro 16. El análisis de prueba t para muestras relacionadas reveló que no existe diferencia significativa para la variable cobertura aérea para ambas áreas. Sin embargo, el análisis aplicado entre transecto y transecto de las dos áreas reveló que para N1 vs. T1 hubo diferencia significativa a favor del área sin tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 11a y 11b)

Cuadro 16. Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura Aérea (m²)⁽¹⁾</i>	<i>Cobertura Relativa (%) (C.R.)⁽²⁾</i>
Área sin tratamiento		
<i>Abutilon sonora</i>	14.40	18.39
<i>Opuntia leptocaulis</i>	6.58	8.41
<i>Wilcoxia sp.</i>	4.26	5.44
<i>Leucophyllum frutescens</i>	4.25	5.43
<i>Porlieria angustifolia</i>	4.20	5.36
<i>Hylocereus sp.</i>	4.01	5.13
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	3.94	5.04
<i>Acacia rigidula</i>	3.59	4.58
<i>Opuntia paecantha</i>	3.48	4.45
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	3.37	4.31
<i>Lippia berlandieri</i>	3.37	4.30
<i>Citharexylum brachyanthum</i>	2.75	3.51
<i>Jatrofa dioica</i>	2.70	3.45
<i>Mammillaria heyderi</i>	2.35	3.00
<i>Acacia berlandieri</i>	2.34	2.99
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1.76	2.25
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	1.73	2.21
<i>Especies <2% C. R.</i>	9.20	78.27
Área con tratamiento		
<i>Leucophyllum frutescens</i>	14.39	21.11
<i>Krameria ramosissima</i>	13.12	19.24
<i>Lippia berlandieri</i>	11.80	17.31
<i>Croton torreyanus</i>	6.92	10.15
<i>Acacia berlandieri</i>	4.76	6.98
<i>Acacia farnesiana</i>	2.15	3.16
<i>Prosopis glandulosa</i>	1.97	2.89
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	1.56	2.29
<i>Especies <2% C. R.</i>	11.50	16.88

Nota:

- (1) La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.
- (2) La cobertura relativa es el valor obtenido de $C_i \times 100\%$ entre el total de las especies.

En cuanto al valor de importancia, de las especies reportadas para área sin y con tratamiento que se muestran en el cuadro 17, las pruebas t aplicadas a los resultados indica que no existe diferencia significativa entre ambas áreas (ver Anexo I, Cuadros 12a y 12b).

Cuadro 17. Valor de importancia, palatabilidad y longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i> ⁽¹⁾	<i>Porcentaje (%)</i> ⁽²⁾	<i>Palatabilidad</i> ⁽³⁾
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Abutilon sonorae</i>	0.0489	10.61	SD
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.0244	5.31	SD
<i>Porlieria angustifolia</i>	0.0231	5.03	SD
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.0219	4.75	4
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	0.0213	4.62	SD
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	0.0196	4.25	SD
<i>Hylocereus sp.</i>	0.0191	4.14	SD
<i>Acacia rigidula</i>	0.0186	4.05	4
<i>Especies < 4% VI</i>	0.2634 0.018-0.009	57.23 3.94-2.09	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Krameria ramosissima</i>	0.039	10.787	SD
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.038	10.568	4
<i>Lippia berlandieri</i>	0.032	8.934	SD
<i>Croton torreyanus</i>	0.022	6.241	SD
<i>Acacia berlandieri</i>	0.019	5.283	1
<i>Jatrofa dioica</i>	0.016	4.440	4
<i>Lantana macropoda</i>	0.013	3.775	4
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	0.013	3.767	SD
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.013	3.712	SD
<i>Celtis pallida</i>	0.012	3.273	4
<i>Citharexylum brachyanthum</i>	0.012	3.239	SD
<i>Desmanthus virgatus</i>	0.011	3.104	4
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.011	3.094	SD
<i>Acacia farnesiana</i>	0.011	3.037	3
<i>Especies < 3% VI</i>	0.096 0.011-0.007	26.74 2.95-1.91	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5

(2) Porcentaje obtenido del resultado $Ec.5 \times 100$ entre el total de valor de importancia.

(3) Palatabilidad → 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media; 2 = palatabilidad baja y 1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

❖ ***Rancho El Purgatorio.***

Se registró un total de 1554 individuos para 42 especies en este sitio, de los cuales 662 individuos con 25 especies correspondieron al área sin tratamiento y 892 individuos con 35 especies correspondieron al área con tratamiento.

Los transectos que registraron mayor número de individuos y cantidad de especies para ambas áreas fueron N1 y T2 que representan el 27.64% y 28.14% del total de especies por transectos correspondiente a cada área. Los menores valores ocurrieron en N2 y T3 que representan el 16.47% y 12.22% respectivamente del total reportado en ambas áreas.

En el caso de número de especies reportadas por transectos la media estuvo dada por 15 especies por transecto para área sin tratamiento y 22 especies por transecto para área con tratamiento, y una razón de variación de 1.5:1.

Las variaciones entre transecto y transecto evidenciaron mayor número de individuos en el área con tratamiento a excepción de N3-T3 donde el área sin tratamiento sobrepasó el número de individuos reportados respecto al área tratada.

La densidad de individuos estuvo dada por 1.32individ./m² y 1.78individ./m² para área sin y con tratamiento respectivamente. En el caso del Rancho El Purgatorio, la especie con mayor abundancia relativa fue *Acacia rigidula* que alcanza el 21.39% del total de especies arbustivas presentes en el sitio y la especie con menor abundancia relativa fue *Prosopis glandulosa* con el 0.19% de la totalidad de especies en el área sin tratamiento. Existió un 5.39% de representación para especies con menos del 2% de abundancia relativa como se observa en la Figura 43.

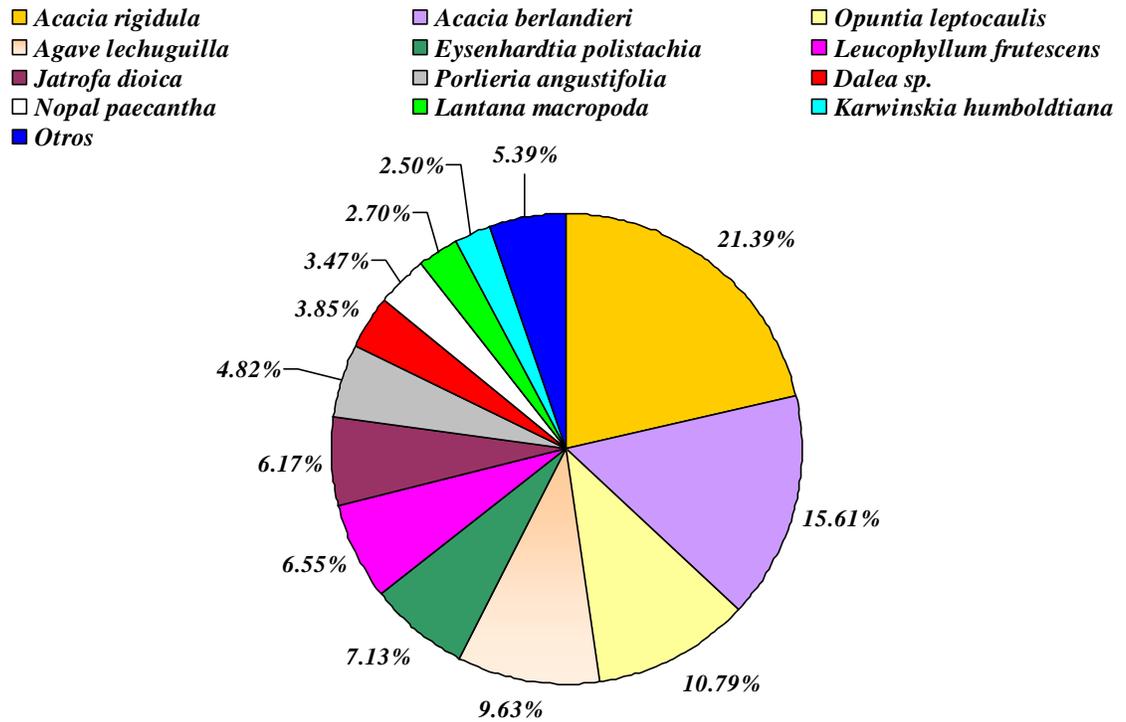


Figura 43. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área sin tratamiento. Rancho El Purgatorio.

En lo que respecta al área con tratamiento, en la figura 44 vemos que, la especie *Leucophyllum frutescens* representó el 13.73% de las especies presentes y *Yucca sp.* con 0.13% representó el 0.13% de las especies registradas para esta área. Existió un 10.33% de abundancia relativa para especies menores al 2%.

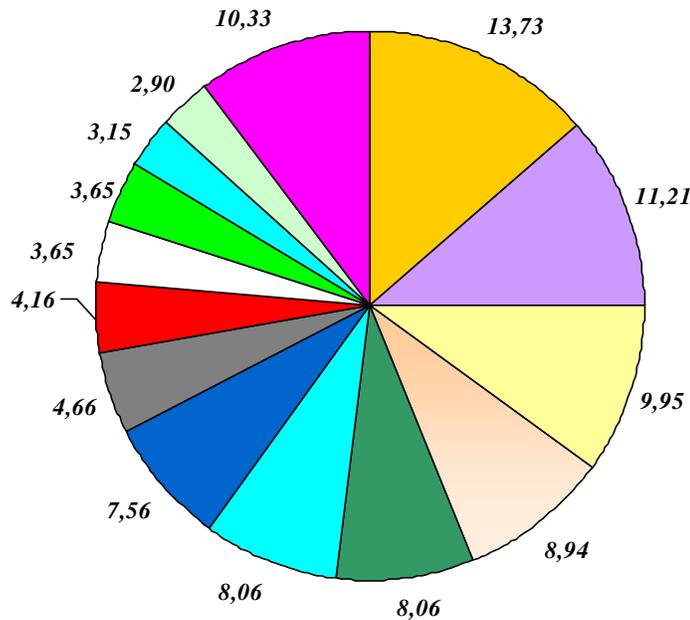
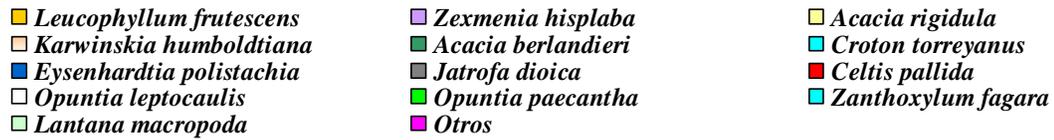


Figura 44. Variación porcentual (%) de la abundancia relativa de especies arbustivas presentes en área con tratamiento. Rancho El Purgatorio.

En el caso de cobertura aérea los resultados de la variable aparecen en el Cuadro 18. El análisis estadístico reveló que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento, y ninguna de las dos áreas fue mejor que su correspondiente (ver Anexo I, Cuadros 13a y 13b).

Cuadro 18. Valores medios de Cobertura aérea registradas para las especies arbustivas contabilizadas y medidas dasométricamente para área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Cobertura Aérea (m²)</i>	<i>Cobertura Relativa (%) (C.R.)</i>
Área sin tratamiento		
<i>Acacia berlandieri</i>	8.459	16.591
<i>Acacia rigidula</i>	7.581	14.868
<i>Nopal paecantha</i>	6.219	12.197
<i>Eleotropeo sp.</i>	3.968	7.783
<i>Aloysai macrostata</i>	3.837	7.525
<i>Acacia rigidula</i>	3.538	6.940
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	3.056	5.993
<i>Croton torreyanus</i>	2.266	4.444
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2.147	4.212
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.146	4.210
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.933	3.790
<i>Especies <2% C. R.</i>	7.79	11.45
Área con tratamiento		
<i>Celtis pallida</i>	33.64	31.85
<i>Acacia berlandieri</i>	25.13	23.80
<i>Coldenia canescens</i>	10.83	10.25
<i>Porlieria angustifolia</i>	6.30	5.97
<i>Acacia greggii</i>	5.93	5.61
<i>Opuntia paecantha</i>	5.42	5.13
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	3.34	3.16
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2.88	2.73
<i>Zanthoxylum fagara</i>	2.77	2.62
<i>Jatrofa dioica</i>	2.24	2.12
<i>Especies <2% C. R.</i>	7.14	6.76

Nota:

- (1) La cobertura aérea se refiere al área cubierta por cada especie en los 500m² correspondiente al área sin y con tratamiento respectiva.
- (2) La cobertura relativa es el valor obtenido de $C_i \times 100\%$ entre el total de las especies.

En cuanto al valor de importancia de las especies reportadas para área sin y con tratamiento que aparece en el Cuadro 19. Los análisis estadísticos no revelaron diferencia significativa entre ambas áreas (ver Anexo I, Cuadros 14a y 14b).

Cuadro 19. Valor de importancia, palatabilidad y Longevidad de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Valor de Importancia</i>	<i>Porcentaje (%)</i>	<i>Palatabilidad</i>
<i>Sin tratamiento</i>			
<i>Acacia rigidula</i>	0.032	8.96	4
<i>Acacia berlandieri</i>	0.031	8.60	4
<i>Celtis pallida</i>	0.029	8.12	4
<i>Opuntia paecantha</i>	0.022	6.27	SD
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	0.022	6.08	SD
<i>Eleotrope sp.</i>	0.022	6.04	SD
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.018	5.07	SD
<i>Lantana macropoda</i>	0.015	4.34	4
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.015	4.21	SD
<i>Croton torreyanus</i>	0.015	4.20	1
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.015	4.18	4
<i>Acacia rigidula</i>	0.015	4.13	4
<i>Agave lechuguilla</i>	0.014	4.05	1
<i>Especies < 4% VI</i>	0.092 0.013-0.008	25.74 3.69-2.35	
<i>Con tratamiento</i>			
<i>Celtis pallida</i>	0.056	10.647	4
<i>Acacia berlandieri</i>	0.043	8.257	4
<i>Opuntia paecantha</i>	0.031	5.895	SD
<i>Zexmenia hisplaba</i>	0.028	5.387	SD
<i>Porlieria angustifolia</i>	0.027	5.069	SD
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.025	4.860	4
<i>Kallstroemia parviflora</i>	0.023	4.374	SD
<i>Coldenia canescens</i>	0.023	4.316	SD
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.023	4.307	1
<i>Yucca sp.</i>	0.021	4.090	SD
<i>Especies < 4% de VI</i>	0.224 0.021-0.007	42.80 3.93-1.37	

Nota: (1) Valor de Importancia corresponde a la Ec. 5
(2) Porcentaje obtenido del resultado Ec.5*100 entre el total de valor de importancia.
(3) Palatabilidad → 4 = alta palatabilidad; 3 = palatabilidad media; 2 = palatabilidad baja y 1 = no palatable o tóxico. SD = sin datos.

Si consideramos las cantidades totales en cuanto a número de individuos y especies presentes por sitio o rancho, podemos observar que en ambos casos, para área sin tratamiento y área con tratamiento, ésta última, reportó los valores más altos en la mayoría de los casos. En este sentido Hanselka *et al.* (1993), indica que el tratamiento con el rodillo aireador permite un mejor desarrollo de las raíces e intercambio de gases dado que incrementa el nivel de aireación del suelo.

Asimismo, Ibarra *et al.*, (2002) observa que tales factores permiten mejor incorporación del material vegetativo de las plantas sobre la superficie del suelo, que trae como lugar el depósito de un mantillo que protege al suelo del calor, del viento y del impacto de las gotas de lluvia y por tanto, reduce la pérdida de agua por evaporación y escurrimiento, de modo que ello contribuye a un aumento en la producción de las plantas. Situación ésta que resultó notoria en cinco de los sitios en estudio y en la mayoría de los transectos.

Las excepciones estuvieron dadas de la siguiente manera, si observamos el Cuadro 6a y 6b, para el caso del Rancho San Cayetano el área sin tratamiento a nivel sitio, respecto al número de individuos resultó con mayores valores a razón de 2.5:1 en contra del área con tratamiento. A nivel transecto se observó la misma tendencia a excepción del transecto T5 y N5 donde la cantidad de individuos en el área con tratamiento es superior al correspondiente sin tratamiento, aunque la diferencia sólo alcanzó el 14.29%

Esta variación se puede explicar respecto al número de especies presentes entre área sin tratamiento y área con tratamiento, el Rancho San Cayetano, presentó un nivel de diversidad más baja en el área con tratamiento, debido a que este rancho presentó parcelas completas, del área con tratamiento que estuvieron prácticamente a un 100% con la única presencia de especies como *Cenchrus ciliaris*, especie que estuvo presente en

todas las parcelas sin excepción, lo cual se puede evidenciar en los registros de cobertura aérea en la sección de cobertura que se expone en adelante.

Otra variación importante se pudo observar en el Rancho Lobos en el cual, aunque el número de individuos y riqueza específica fueron más altos en área con tratamiento, sólo en dos transectos, T3 y T4, fue en donde se observó este ascenso, principalmente en el número de individuos registrados. El resto de los transectos estuvo por debajo de los registros que reportó el área sin tratamiento. Un análisis de la diversidad de los sitios en estudio respecto a área sin tratamiento y área con tratamiento se presenta en los cuadros 20a y 20b.

Cuadro 20a. Análisis de diversidad, de similitud y disimilitud para las especies arbustivas presentes en los sitios en estudio y área sin tratamiento y con tratamiento.

<i>ARBUSTOS</i>	<i>Los Lobos</i>		<i>Los Fresnos</i>		<i>El Calabozo</i>		<i>El Purgatorio</i>		<i>Santa María</i>		<i>San Cayetano</i>	
	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>
<i>Índice de Shannon Weaver</i>	4.392	4.231	2.376	2.081	2.473	3.403	3.542	3.997	3.560	3.492	3.885	3.486
<i>Índice de Simpson</i>	16.648	14.564	3.913	3.020	13.774	7.073	8.993	12.892	9.207	8.824	8.949	8.522
<i>Índice de Equitatividad</i>	0.878	0.806	0.687	0.626	0.520	0.733	0.820	0.841	0.824	0.808	0.792	0.821
<i>Índice de Jaccard</i>	0.628		0.615		0.529		0.300		0.379		0.469	
<i>Índice de Bray Curtis</i>	0.485		0.594		0.255		0.302		0.539		0.411	

* AN = área sin tratamiento.

* AT = área con tratamiento.

Cuadro 20b. Análisis de diversidad, de similitud y disimilitud para las especies de zacates presentes en los sitios en estudio y área sin tratamiento y con tratamiento.

<i>ZACATES</i>	<i>Los Lobos</i>		<i>Los Fresnos</i>		<i>El Calabozo</i>		<i>El Purgatorio</i>		<i>Santa María</i>		<i>San Cayetano</i>	
	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>	<i>AN</i>	<i>AT</i>
<i>Índice de Shannon Weaver</i>	1.012	1.154	0.489	0.089	1.134	2.162	1.815	2.557	1.815	2.393	1.749	1.307
<i>Índice de Simpson</i>	1.757	1.695	1.235	1.020	1.755	4.047	2.873	4.866	2.873	4.278	2.788	2.130
<i>Índice de Equitatividad</i>	0.638	0.577	0.489	0.056	0.439	0.721	0.782	0.852	0.702	0.755	0.623	0.654
<i>Índice de Jaccard</i>	0.471		0.667		0.750		0.382		0.500		0.625	
<i>Índice de Bray Curtis</i>	0.400		0.107		0.555		0.688		0.462		0.369	

* AN = área sin tratamiento.

* AT = área con tratamiento.

De acuerdo con el índice de Shannon Weaver, podemos observar en la Figura 45, que se mostró mayor y menor diversidad específica para área sin tratamiento y con tratamiento en Rancho Los Lobos (4.39 y 4.231) y Rancho Los Fresnos (2.37 y 2.08), respectivamente.

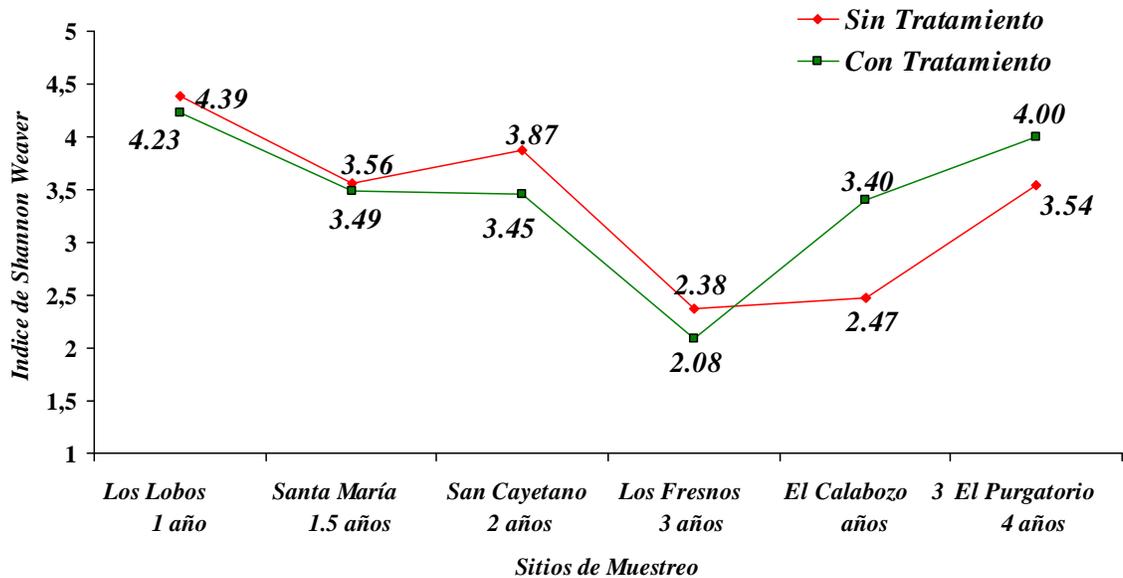


Figura 45. Variación en el índice de diversidad Shannon Weaver por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento de especies arbustivas.

Al analizar la variación en cuanto a diversidad entre área sin tratamiento y área con tratamiento para el caso de arbustivas (Cuadro 20a), se observó que el índice de Shannon Weaver indica un ambiente de similar heterogeneidad entre área tratada y no tratada y por tanto, de alta diversidad específica, en todas las relaciones para área sin tratamiento y área con tratamiento de cada uno de los sitios.

No obstante, se observó un incremento en el número de especies registradas para el área con tratamiento respecto a su correspondiente sin tratamiento, siendo más evidente en el Rancho Purgatorio donde se observó un incremento de 1.4:1 a favor de área sin tratamiento, seguido de Los Lobos 1.2:1; Santa María 1.12:1 y El Calabozo

1.03:1. En Fresnos el número de especies se mantuvo igual y en San Cayetano se incrementó a favor de área sin tratamiento, en este caso, debido a que los zacates ocuparon la totalidad de algunas parcelas.

Sin embargo la situación para zacates (Cuadro 20b) pone de manifiesto que el área con tratamiento mostró mayor diversidad específica en casi todos los sitios a excepción de San Cayetano donde el índice fue relativamente menor en área con tratamiento, y en Los Fresnos donde el índice reflejó una aparente diferencia. No obstante, esta variación se atribuye a la presencia de *Cenchrus ciliaris* como especie dominante en la cubierta del suelo, con alta tasa de presencia, respecto al resto de las especies de zacates observados.

Por su parte el índice de Simpson que aparece en la Figura 46, mostró mayor proporción de abundancia para el caso de Rancho Los Lobos y la más baja proporción se registró en Rancho Los Fresnos.

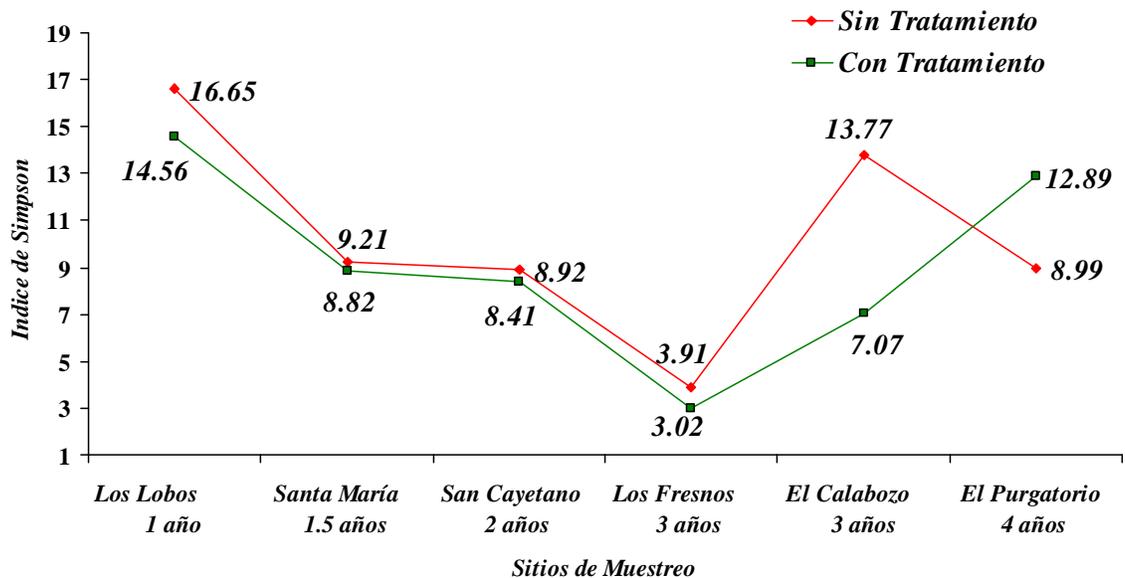


Figura 46. Variación en el índice de dominancia de Simpson para arbustivas, por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

Asimismo, el índice de Equitatividad aplicado que se muestra en la Figura 47, revela que las abundancias relativas entre área sin tratamiento y con tratamiento mostraron sus valores más altos en Rancho Los Lobos y los más bajos para Rancho El Calabozo en área sin tratamiento y Los Fresnos en el área con tratamiento.

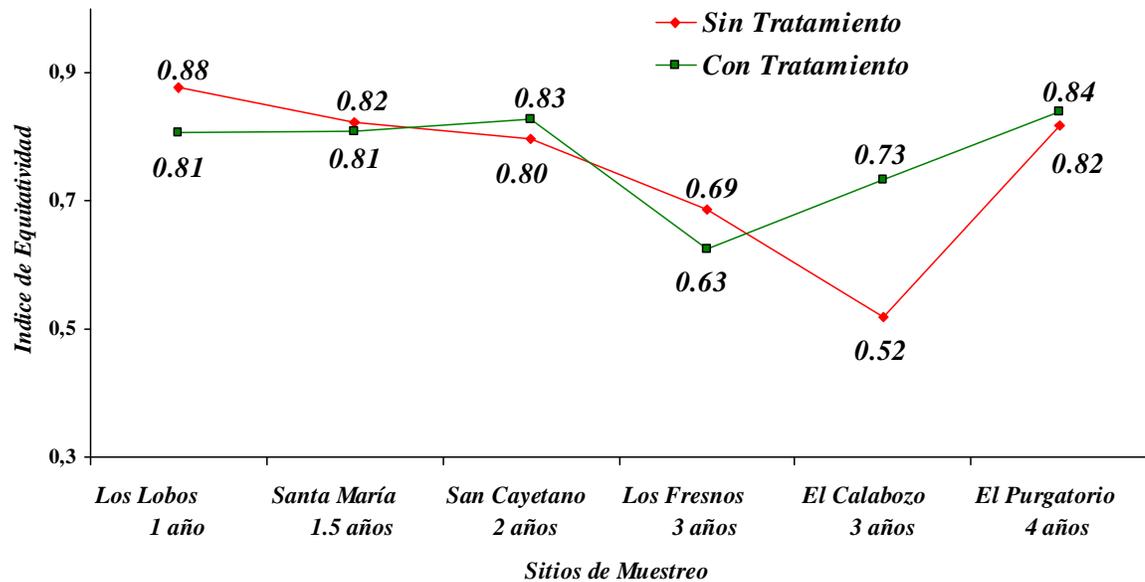


Figura 47. Variación en el índice de equitatividad de Shannon por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

El índice de similitud de Jaccard corroborado con el de disimilitud de Bray Curtis que aparecen en las Figuras 48 y 49, mostraron que respecto a la proporción de especies coincidentes para arbustivas la más alta similitud entre área sin tratamiento y con tratamiento estuvo dada para el Rancho Los Fresnos y la menor para Rancho Purgatorio.

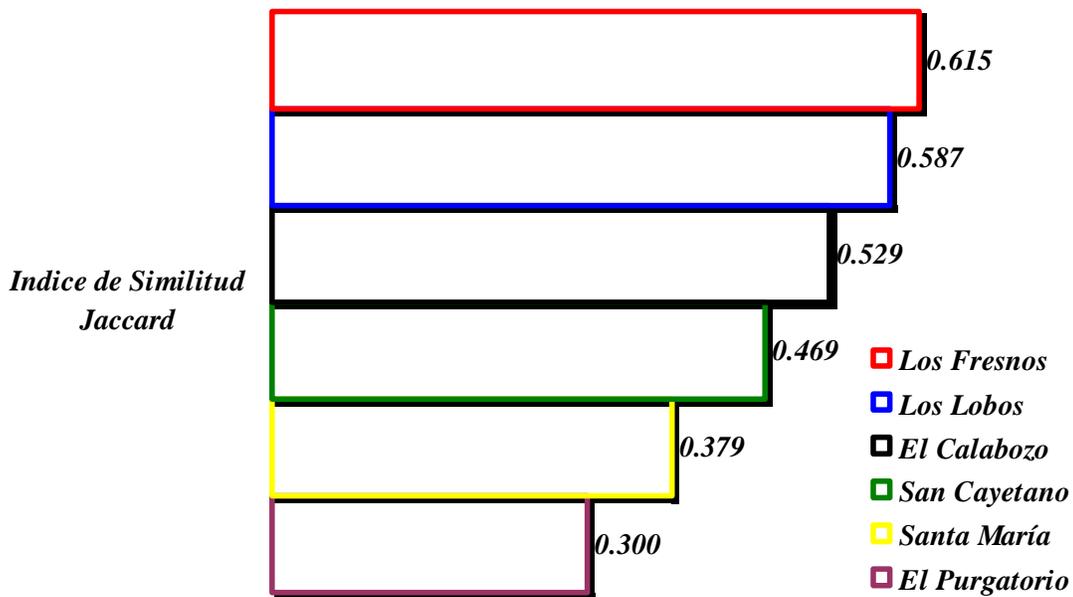


Figura 48. Variación en el índice de Similitud de Jaccard para especies arbustivas por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

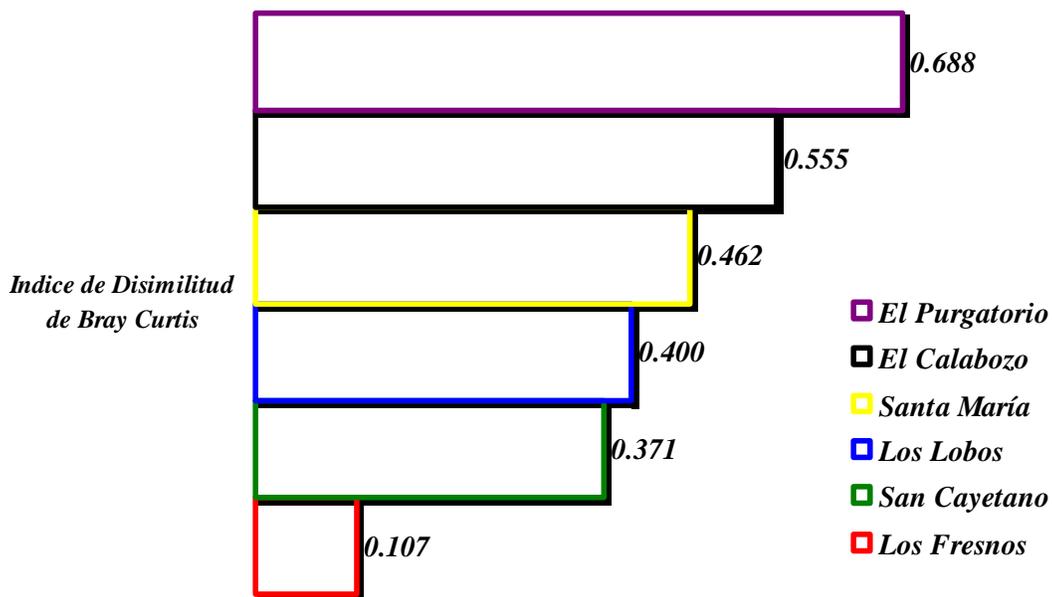


Figura 49. Variación en el índice de Disimilitud de Bray Curtis para especies arbustivas por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

Para el caso de los zacates, la situación se observó de la siguiente forma. El rancho Calabozo mostró el mayor índice de similitud como se observa en la Figura 50, seguido de Los Fresnos y por último Purgatorio. El rancho Calabozo contempla el valor más bajo valor de índice de disimilitud de Bray Curtis y el más alto valor apareció en el Rancho Los Fresnos que aparece en la Figura 51.

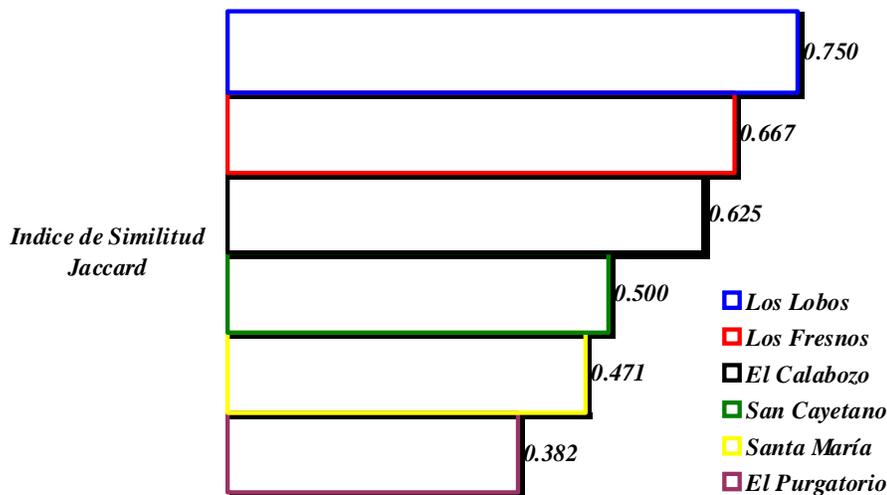


Figura 50. Variación en el índice de Similitud de Jaccard para especies de zacates por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

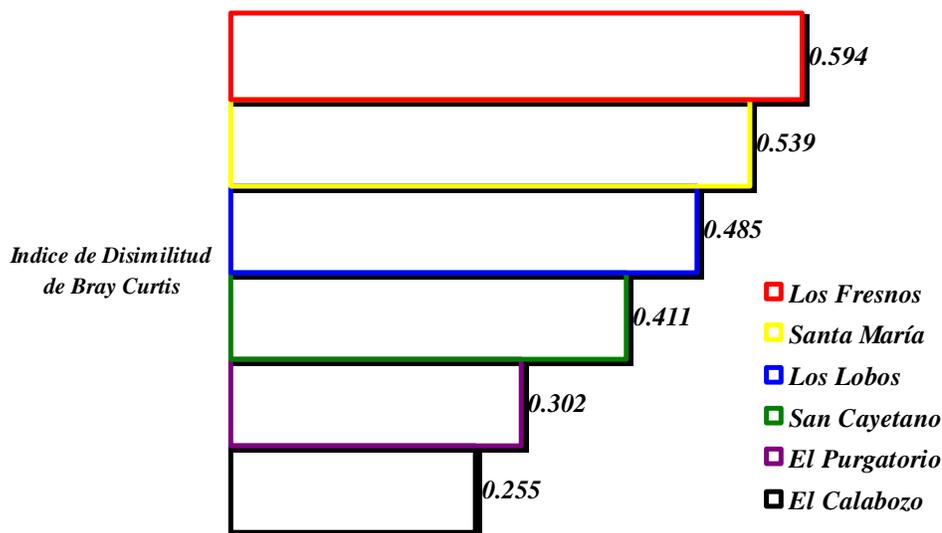


Figura 51. Variación en el índice de Disimilitud de Bray Curtis para especies zacates por sitio en estudio para área sin tratamiento y con tratamiento.

El análisis a raíz de los valores obtenidos para los índices de diversidad, equitatividad, similitud y disimilitud revelan que las especies presentes en área sin tratamiento respecto a aquellas reportadas para área con tratamiento en los seis sitios en los cuales se llevó a cabo este estudio mostraron el siguiente comportamiento:

La diversidad de especies se mostró positivamente más alta en área con tratamiento vs. área sin tratamiento. Igualmente, Uvalle (2001) encontró un aumento en la diversidad de especies de gramíneas, herbáceas y arbustivas en áreas tratadas con paso del rodillo aireador.

Esta diversidad de especies se hizo más notoria en aquellos ranchos con menor tiempo de tratamiento como el caso del Rancho Los Lobos (2 años de tratamiento) o con relativa similaridad en cuanto a diversidad como el caso del Rancho Santa María (1 año de tratamiento). En este sentido, es de interés mencionar que el rodillo aireador, por la disposición del cilindro y las cuchillas fractura el suelo y va eliminando las estructuras aéreas de la vegetación que luego pasan a formar parte del suelo, no produce daño en el sistema radicular de la vegetación y por tanto se promueve la aparición de rebrotes de las especies existentes (Westring, 2001; Uvalle, 2001; Yamana *et al.*, 2003). En otras palabras, se potencia la regeneración del suelo con el banco de semillas presente y guarda relación con los niveles sucesionales que se susciten en el sitio.

Adicionalmente, se pudo observar que aquellos ranchos cuyas condiciones climáticas por ubicación les permite el aporte de una mayor precipitación como Calabozo y Purgatorio, también mostraron mayor índice de diversidad de especies y se mostró relativamente menor en Rancho Los Fresnos, donde la precipitación es menor. El utilizar un implemento como el rodillo aireador permite aumentar la capacidad de infiltración hasta un 80% y su efectividad se ve favorecida por la época de lluvia, por lo que las plantas presentes así como la semilla que se encuentre en el suelo tendrán una mejor oportunidad y condición de humedad para establecerse (Scifres y Hamilton, 2003; INIFAP, 2004).

También existió un menor índice de diversidad en el Rancho San Cayetano, respecto a los demás sitios en estudio, ello atribuible a que la proporción de la abundancia reportada para la especie de zacate *Cenchrus ciliaris* mantuvo una cobertura del 100% en varias de las parcelas, en este sitio, como parte de los transectos evaluados principalmente en área con tratamiento (más detalles en la sección de cobertura), lo que merma la diversidad de especies tanto para el área sin tratamiento de ese mismo sitio como para los valores del índice en el resto de los sitios.

Por otro lado como se observó en la Figura 46 de índice de dominancia de Simpson y de Equitatividad de Shannon (Figura 47), para área sin tratamiento vs. área con tratamiento, se hace notorio que ambas áreas mantienen un patrón estructural de dominancia similar en cuatro de los seis sitios en estudio a saber, Rancho Lobos, Rancho Fresnos, Rancho Santa María y San Cayetano y al mismo tiempo comparten una proporción de abundancia relativa en común. Si vemos las Figuras 33 a la 44 podemos apreciar que si bien existe un patrón muy similar en cuanto a la estructura de dominancia también es cierto que existe un recambio de especies entre área sin y con tratamiento, es decir, algunas especies están ausentes por completo y otras se perfilan como nuevas entre área y área.

El uso del rodillo aireador aparentemente en este caso, elimina la compactación superficial, incrementa la captación de humedad, lo que conlleva a una pronta recuperación de las pastas pecuarias al incrementar la producción de forraje (Andrade-Limas, *et. al.*, 2005).

Ahora bien, si se observan las Figuras 48 a 51, correspondientes a los índices de similitud y disimilitud el recambio de especies entre área sin tratamiento y con tratamiento se hace mayormente evidente en Rancho Purgatorio y Santa María con más del 50% de especies de recambio entre arbustivos y zacates; seguido de Rancho San

Cayetano con recambio $>50\%$ en arbustivas y $\leq 30\%$ en zacates; Rancho Calabozo con 50% de recambio en arbustivas y $\leq 25\%$ en zacates; Rancho Los Fresnos con $\approx 40\%$ de recambio en arbustivas; y zacates y Rancho Los Lobos con $\approx 40\%$ de recambio en arbustivas y $>50\%$ de recambio en zacates.

Al respecto, Uvalle (2001) reporta a la cobertura aérea ocupada por las especies arbustivas, en el área sin tratamiento, muy por encima que las reportadas para área con tratamiento. Ello tiene relación con el hecho de que aquellos sitios con tratamiento poseen una reducción de la cobertura que se incorpora al suelo durante el paso del rodillo aireador, razón por la cual se observa esta clara diferencia en cuanto a cobertura se refiere.

Si se observan las variaciones de cobertura media (Figura 52), ésta se mostró con menor valor en aquellos ranchos con menor tiempo de haber sido tratados con el rodillo aireador como el caso de Rancho Lobos y Rancho Santa María ambos con 1 año de tratamiento. También se observó que esta cobertura resulta más diferente entre área sin tratamiento y con tratamiento para Rancho Santa María y Rancho San Cayetano, en el primer sitio por el poco tiempo de tratamiento y en el segundo podría verse relacionado, al igual que en el Rancho Purgatorio, a una señal de eficaz respuesta que provoca un incremento relativamente superior al existente inicialmente luego de pasados 2 y 4 años de paso del rodillo aireador, aunado a otras posibles condiciones climáticas y/o de precipitación que no se contemplan en este estudio.

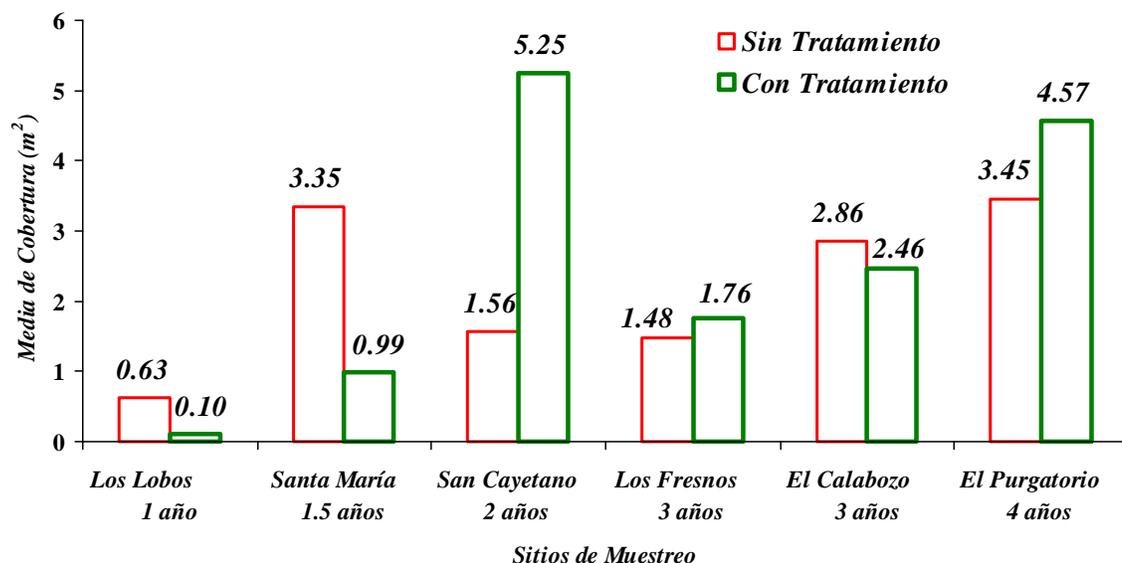


Figura 52. Variación de la media de cobertura para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.

En los cuadros de valor de importancia para todos los sitios (ver Cuadros 9, 11, 13, 15, 17 y 19) se refleja la situación antes mencionada del recambio de especies que evidencian los índices y el porcentaje de abundancia relativa, en el desplazamiento de aquellas especies que en el área sin tratamiento ocupaban un buen estatus a nivel de importancia por densidad, frecuencia y cobertura. Además, la concentración de especies importantes es más heterogénea y se encuentran más distribuidos los porcentajes en área con tratamiento, es decir, más especies ocupan un estatus de importancia en área con tratamiento vs. su correspondiente sin tratamiento. Por ello es que se observa que especies como *Prosopis glandulosa* y *Acacia* sp., *Opuntia* sp., *Larrea tridentata*, que son importantes en el área sin tratamiento son desplazadas por otras especies que se constituyen de alta dominancia en el área con tratamiento. Lo anterior evidencia un efecto neto en el desplazamiento que incrementa la diversificación de la flora en las áreas de paso del rodillo aireador, esto es, en las áreas con tratamiento.

Se observó, asimismo, que hay un aparente mejoramiento en el grado de palatabilidad de las especies en el caso del área con tratamiento, para las especies reportadas con algún grado de palatabilidad. Lo anterior sucede debido a la emergencia de forraje nuevo, más succulento y de mejor calidad y digestibilidad. En este sentido, se ha comprobado en otros estudios que el aireador estimula el crecimiento de herbáceas y gramíneas, obteniendo rebrotes con mayor palatabilidad a una altura accesible para la fauna e incrementando la producción de forraje herbáceo (Ibarra *et al.*, 2002). Lo anterior ha resultado evidente en el presente estudio en todos los sitios de estudio.

4.3. Estimación de biomasa y contenido de carbono.

La variación en cuanto a biomasa y contenido de carbono estimado se realizó tomando en consideración las especies catalogadas con mayor valor de importancia, y se presenta desglosada por especie y sitio de estudio.

❖ *Rancho Los Lobos.*

En el cuadro 21 se muestran las variaciones para este sitio de las especies más importantes en el contexto de las áreas sin y con tratamiento. Los análisis estadísticos de prueba t mostraron que existen diferencias significativas para las variables estimación de biomasa (Prob. 0.0041) y carbono entre área con y sin tratamiento a favor de esta última (Prob. 0.0020), lo cual igualmente ocurrió en la evaluación entre transectos de ambas áreas para N1 vs. T1 (Prob. 0.0391 y 0.0196); no existiendo diferencia significativa para N3 y T3, N4 y T4, N5 y T5 pero con tendencia a favor de área sin tratamiento (Prob. 0.0293; 0.0321 y 0.0460, respectivamente (ver Anexo I, Cuadro 15a, 15b y 16a y 16b).

Cuadro 21. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Prosopis glandulosa</i>	64.43	32.21
<i>Lycium berlandieri</i>	53.68	26.83
<i>Acacia berlandieri</i>	48.98	24.49
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	39.66	19.82
<i>Ehpedra antishypilitica</i>	28.04	14.02
<i>Acacia schafnerii</i>	27.24	13.62
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	349.56	174.78
<i>Celtis pallida</i>	297.22	148.61
<i>Aloysia gratissima</i>	201.18	100.59
<i>Aloysia macrostachya</i>	187.84	93.92
<i>Ehpedra antishypilitica</i>	96.04	48.02
<i>Opuntia leptocaulis</i>	88.17	44.09
<i>Acacia berlandieri</i>	63.40	31.70
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	53.71	26.85
<i>Acacia schafnerii</i>	31.84	15.92

❖ ***El Rancho Santa María.***

En este sitio la estimación de biomasa y carbono, como se observa en el cuadro 22, según las pruebas estadísticas aplicadas reveló que sí existe diferencia significativa entre área sin y con tratamiento (Prob. 0.0260 y 0.013), y en el caso transectos N2 vs. T2 (Prob. 0.0393 y 0.0196). Para el caso estimación de carbono también se reveló diferencia significativa a nivel área (Prob. 0.0268 y 0.0134), y a nivel transecto en el caso N2 vs. T2 (Prob. 0.0393 y 0.0196). En todos los casos área sin tratamiento fue mejor que área con tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 17a, 17b y 18a y 18b).

Cuadro 22. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Yucca sp.</i>	39.2	39.2
<i>Acacia rigidula</i>	85.0	42.5
<i>Acacia berlandieri</i>	59.9	30.0
<i>Celtis pallida</i>	15.9	7.9
<i>Nopal paecantha</i>	31.1	15.6
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	67.8	33.9
<i>Eleotropeo sp.</i>	58.9	29.4
<i>Aloysai macrostata</i>	31.9	16.0
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Coldenia canescens</i>	79.42	158.85
<i>Kallstroemia parviflora</i>	33.47	66.94
<i>Acacia berlandieri</i>	36.24	72.49
<i>Acacia rigidula</i>	30.66	61.31
<i>Dalea sp.</i>	135.59	271.19
<i>Prosopis glandulosa</i>	8.91	17.81
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	5.15	10.30
<i>Partenium bipinnatifidum</i>	146.03	292.05
<i>Jatropha dioica</i>	72.77	145.54
<i>Aloysia macrostachya</i>	38.96	77.93
<i>Erethia anacua</i>	51.59	103.18

❖ ***El Rancho San Cayetano.***

De las especies catalogadas con mayor valor de importancia la variación en cuanto a biomasa y estimación del contenido de carbono para el Rancho San Cayetano aparece en el Cuadro 23. Las pruebas estadísticas revelaron que en cuanto a estimación de biomasa no existió diferencia significativa entre ambas áreas sin y con tratamiento. Y en lo que respecta a estimación del contenido de carbono tampoco se observaron diferencias significativas ni a nivel áreas ni a nivel transectos (ver Anexo I, Cuadros 19a, 19b y 20a y 20b).

Cuadro 23. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Prosopis glandulosa</i>	95.85	47.92
<i>Lippia berlandieri</i>	113.99	56.99
<i>Acacia berlandieri</i>	103.69	51.85
<i>Larrea tridentata</i>	113.80	56.90
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1164.09	582.04
<i>Acacia rigidula</i>	112.41	56.20
<i>Lantana macropoda</i>	79.94	39.97
<i>Porlieria angustifolia</i>	63.02	31.51
<i>Jatropha dioica</i>	72.91	36.45
<i>Opuntia paecantha</i>	44.92	22.46
<i>Opuntia leptocaulis</i>	79.23	39.62
<i>Celtis pallida</i>	396.31	198.15
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	32.17	16.08
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Opuntia leptocaulis</i>	22.29	11.14
<i>Prosopis glandulosa</i>	35.71	17.85
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	26.79	13.40
<i>Ruellia occidentalis</i>	61.00	30.50
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	80.31	40.16
<i>Acacia berlandieri</i>	53.44	26.72
<i>Lantana macropoda</i>	69.77	34.88
<i>Acacia rigidula</i>	78.17	39.09
<i>Desmanthus virgatus</i>	90.09	45.04
<i>Jatropha dioica</i>	87.20	43.60
<i>Lippia berlandieri</i>	64.40	32.20
<i>Dyospyros texana</i>	31.24	15.62
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	53.85	26.93

❖ **Rancho Los Fresnos.**

En el cuadro 24 se muestran las variaciones para este sitio de las especies más importantes en el contexto de las áreas sin y con tratamiento. Los análisis estadísticos de prueba t mostraron que no existen diferencias significativas para las variables estimación de biomasa. Sin embargo a nivel transectos tenemos variación significativa en N2 vs. T2 (Prob. 0.0044 y 0.0022), N3 vs. T3 (Prob. 0.09 y 0.04) y N4 vs. T4 (Prob. 0.046 y 0.023).

En relación a la estimación de contenido de carbono entre área con y sin tratamiento no existió diferencia significativa a nivel de área, pero a nivel transecto existió diferencia significativa en N3 vs. T3 (Prob. 0.09 y 0.046), N4 vs. T4 (Prob. 0.046 y 0.0231), y para N5 vs. T5 (Prob. 0.0462 y 0.0231) con tendencia a favor del área sin tratamiento (ver Anexo I, Cuadro 21a, 21b y 22a, 22b).

Cuadro 24. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Larrea tridentata</i>	72.96	36.48
<i>Pereskia sp.</i>	17.64	8.82
<i>Opuntia microdasys</i>	31.39	15.70
<i>Agave lechuguilla</i>	72.46	36.23
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	29.58	14.79
<i>Opuntia leptocaulis</i>	40.60	20.30
<i>Flourensia cernua</i>	35.11	17.55
<i>Jatropha dioica</i>	29.45	14.73
<i>Bidens sp.</i>	22.46	11.23
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Agave lechuguilla</i>	96.00	44.49
<i>Larrea tridentata</i>	95.28	45.16
<i>Aloysia gratissima</i>	15.99	8.00
<i>Opuntia leptocaulis</i>	53.03	26.51
<i>Pereskia sp.</i>	35.56	17.78

❖ ***Rancho El Calabozo.***

Para la estimación de biomasa y de carbono de las especies reportadas para área sin y con tratamiento que se muestra en el cuadro 25. Las pruebas t aplicadas a los resultados indican que no existe diferencia significativa entre ambas áreas. Sin embargo, en el caso de transectos, ambas variables biomasa y contenido de carbono, reportan

variación significativa para los transectos N4 vs. T4 (Prob. 0.0149 y 0.0074; 0.013 y 0.0068, respectivamente), a favor del área sin tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 23a, 23b y 24a, 24b).

Cuadro 25. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Abutilon sonorae</i>	111.06	50.64
<i>Opuntia leptocaulis</i>	40.14	17.42
<i>Porlieria angustifolia</i>	80.39	40.19
<i>Leucophyllum frutescens</i>	56.54	28.27
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	46.65	23.33
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	67.32	33.66
<i>Hylocereus sp.</i>	51.16	25.58
<i>Acacia rigidula</i>	41.28	19.38
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Krameria ramosissima</i>	115.01	51.28
<i>Leucophyllum frutescens</i>	82.80	34.71
<i>Lippia berlandieri</i>	76.75	34.51
<i>Croton torreyanus</i>	60.24	27.15
<i>Acacia berlandieri</i>	168.81	84.40
<i>Jatropha dioica</i>	124.14	62.07
<i>Lantana macropoda</i>	72.00	36.00
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	77.08	38.54
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	62.97	31.48
<i>Celtis pallida</i>	54.66	27.33
<i>Citharexylum brachyanthum</i>	52.80	26.40
<i>Desmanthus virgatus</i>	46.81	23.41
<i>Prosopis glandulosa</i>	52.87	26.44
<i>Acacia farnesiana</i>	50.09	25.05

❖ **Rancho El Purgatorio.**

Para el caso de la variable biomasa, que aparece en el Cuadro 26, el área sin tratamiento resultó significativamente diferente al área con tratamiento (Prob. 0.0306), y fue significativamente mejor al área con tratamiento (Prob. 0.0153). Para el caso estimación de carbono, existió diferencia significativa entre el área sin y con tratamiento (Prob. 0.0340) y la misma fue mejor para área sin tratamiento (Prob. 0.0170). A nivel transecto los cambios significativos se observan en N5 vs. T5 (ver Anexo I, Cuadros 25a, 25b y 26a y 26b).

Cuadro 26. Valores medios de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies contabilizadas y medidas dasométricamente, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. Junio-October, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa (ton/ha)</i>	<i>Contenido de Carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Acacia rigidula</i>	85.03	41.66
<i>Acacia berlandieri</i>	59.94	29.97
<i>Celtis pallida</i>	15.90	7.95
<i>Nopal paecantha</i>	31.13	15.57
<i>Eysenhardtia polistachia</i>	67.82	33.91
<i>Eleotrope sp.</i>	58.87	29.44
<i>Aloysai macrostata</i>	31.91	15.96
<i>Lantana macropoda</i>	62.25	31.12
<i>Opuntia leptocaulis</i>	49.53	24.77
<i>Croton torreyanus</i>	31.30	15.65
<i>Leucophyllum frutescens</i>	46.07	23.04
<i>Acacia rigidula</i>	32.37	16.18
<i>Agave lechuguilla</i>	59.15	29.57
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Celtis pallida</i>	477.37	221.87
<i>Acacia berlandieri</i>	72.63	36.31
<i>Opuntia paecantha</i>	59.27	26.94
<i>Zexmenia hisplaba</i>	1420.17	710.08
<i>Porlieria angustifolia</i>	42.73	18.30
<i>Leucophyllum frutescens</i>	6.22	3.03
<i>Kallstroemia parviflora</i>	19.84	9.92
<i>Coldenia canescens</i>	53.67	21.44
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	38.89	17.87
<i>Yucca sp.</i>	24.25	12.13

Una vez efectuado el análisis por sitio se observó que dado que la estimación del contenido de carbono es un valor que se obtiene a raíz de la biomasa obtenida con base en los cálculos estimados con altura y diámetro basal (Navar, *et. al.*, 2002), de las especies contabilizadas y medidas en campo por parcela, transecto, área sin y con tratamiento por sitio de estudio, la tendencia de variación en ambas variables sigue el mismo patrón como se puede notar en las Figura 53 y 54.

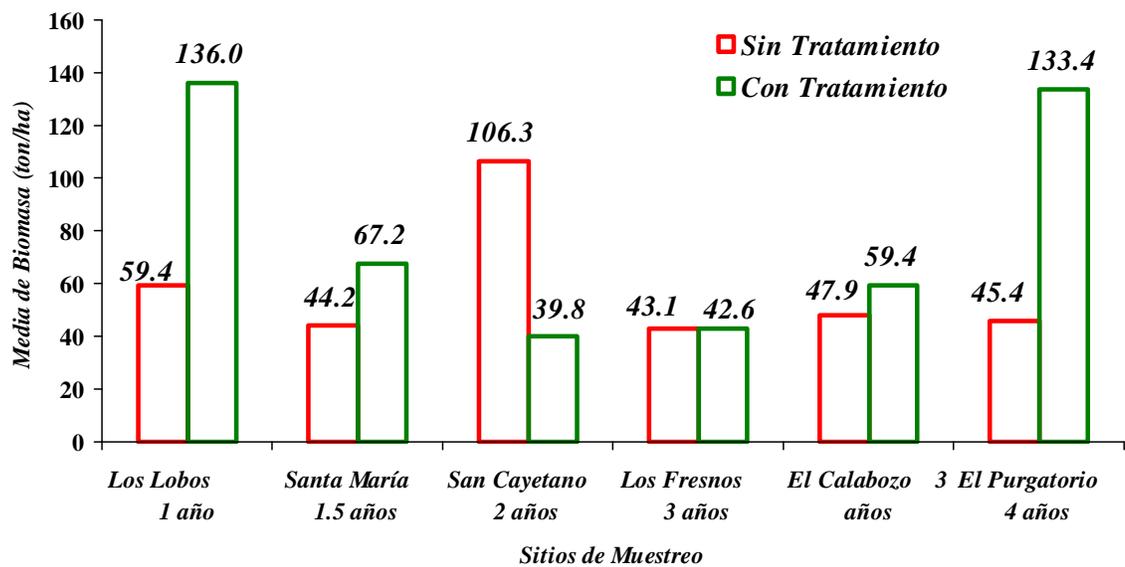


Figura 53. Variación de la media de cobertura para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.

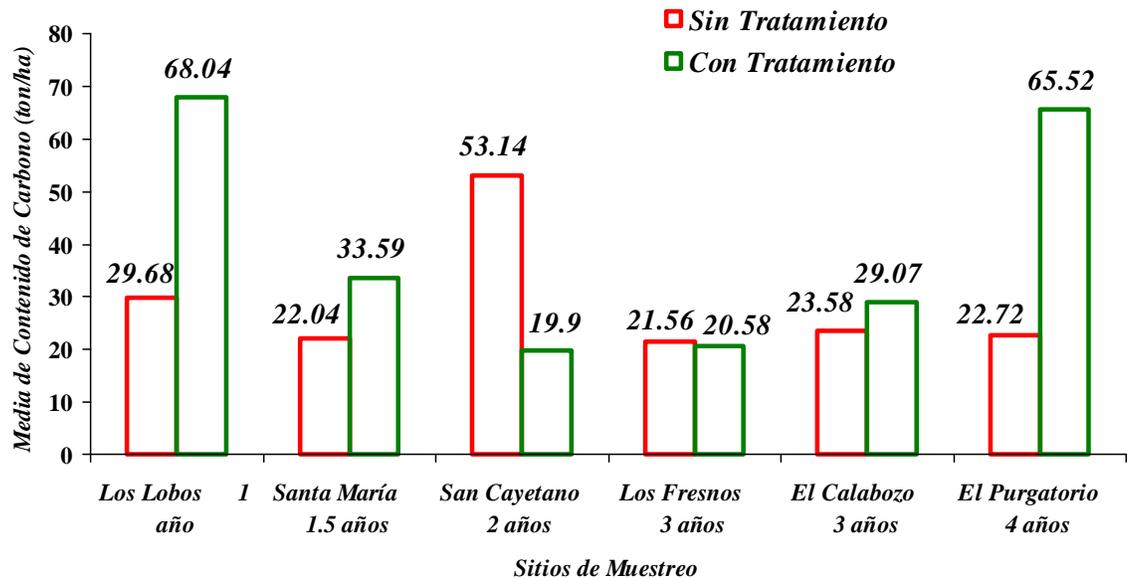


Figura 54. Variación de la media de estimación de contenido de carbono para todos los sitios de muestreo. Área sin tratamiento vs. Área con tratamiento.

Por otro lado, como se observó en la variación por sitio de estudio vemos que el área sin tratamiento mantiene una fluctuación uniforme a lo largo de todos los sitios, que aún cuando las relaciones entre sitio y sitio no son comparables por razones geográficas, edáficas y geológicas, resulta interesante ver que la tendencia en producción de biomasa tiende a estabilizarse en las áreas sin tratamiento, y vemos que para las áreas con tratamiento la tendencia se muestra un tanto fluctuante, lo cual pudiese posiblemente estar vinculado con el tiempo de tratamiento, la misma respuesta del sitio por condiciones climáticas y de suelo al paso del rodillo entre otras variantes, pero en que definitiva, indica que existe un impacto en los valores estimados de biomasa y de contenido de carbono en las áreas con tratamiento que tienden a modificarlos, a lo largo de los sitios en estudio como pasa en las Figuras 53 y 54.

Según Hanselka *et al.*, (1993), el paso del rodillo aireador contribuye a un aumento en la producción de las plantas. Al incorporar el material vegetativo de las plantas sobre la superficie del suelo, se deposita un mantillo que protege al suelo del

calor, del viento y del impacto de las gotas de lluvia y reduce la pérdida de agua por evaporación y escurrimiento (Ibarra *et al.*, 2002). Otros beneficios que reportan Ruthven III y Krakauer (2004) son una disminución de nopales cuando éstos invaden pastizales, aumento en la cobertura de zacates y mantenimiento de la diversidad de las especies de plantas leñosas. Heredia (2000) hace alusión a que el rodillo facilita el intercambio gaseoso y el flujo de nutrientes, lo que incrementa la capacidad de retención de agua y la germinación y establecimiento de zacates y herbáceas. Situación que también ha sido manifestada por Hanselka *et al.*, (1993), Morales, *et al.* (2004) y Yamana *et al.* (2003), Uvalle (2001). Asimismo, Skousen *et al.*, (1989) indica cambios significativos en el incremento de herbáceas y cobertura de zacates y arbustos, al evaluar la tecnología del rodillo en cinco diferentes ocasiones.

Todo lo cual, aunado a los resultados obtenidos en este estudio, pone de manifiesto la efectividad del paso del rodillo aireador y su potencial uso como tecnología de restauración especialmente, en el manejo de pastizales y productividad de la vegetación.

CAPÍTULO V

**VARIACIÓN EN EL GRADO DE COMPACTACIÓN
Y CONTENIDO DE CARBONO EN SUELO
POR SITIOS DE ESTUDIO Y ÁREA SIN Y CON
TRATAMIENTO**

La variación en relación a los resultados obtenidos para las muestras de suelo, analizadas en laboratorio y las medidas efectuadas en campo, se muestran a continuación.

5.1. Grado de compactación del suelo.

Dado el avance tecnológico en sensores y dispositivos de automatización, actualmente se cuenta con equipos manuales instrumentados que registran, de manera automática y en tiempo real, la señal de resistencia de punta contra la profundidad de exploración en estudios de suelos (González et al, 2004; Zhou, 1997), tal es el caso del penetrómetro.

Los valores de resistencia a la penetración efectuados en campo, a través del penetrómetro, por sitio y transecto revelaron los siguientes resultados:

❖ Rancho Lobos.

En este sitio el análisis estadístico de prueba t para muestras relacionadas indica que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento. Sin embargo, a nivel transecto las variaciones fueron significativas entre N1 vs. T1 (Prob. 0.0133 y 0.00067) a favor del área sin tratamiento, y en el caso N5 vs. T5 donde no existió diferencia significativa (0.0687), pero la variable fue significativamente mejor que en área con tratamiento (Prob. 0.0343) (ver Anexo I, Cuadros 27a, 27 b)

Los valores obtenidos para resistencia a la penetración aparecen en el Cuadro 27. Se observa que los valores de coeficiente de variación se hacen más dispersos en los transectos N4 y N2 con 32% de variación. La tendencia considerando los coeficientes de variación observados sugiere más uniformidad en los valores obtenidos por transecto en área con tratamiento a aquellos reportados para su correspondiente sin tratamiento. Vemos que los mismos variaron en área con tratamiento de 3% a 20% a lo largo del área con tratamiento y de 16% a 32% en área sin tratamiento.

Cuadro 27. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m^2) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Los Lobos. Junio-October, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	1.76E+05	2.08E+05	3.08E+05	3.44E+05	2.27E+05	2.04E+05	3.23E+05	3.13E+05	1.90E+05	1.92E+05
P2	2.23E+05	3.00E+05	2.86E+05	2.29E+05	1.98E+05	2.82E+05	2.71E+05	1.79E+05	1.88E+05	2.70E+05
P3	2.00E+05	2.65E+05	2.95E+05	1.77E+05	2.14E+05	2.86E+05	2.48E+05	1.55E+05	1.84E+05	2.43E+05
P4	2.02E+05	2.92E+05	2.59E+05	1.90E+05	2.45E+05	3.06E+05	1.96E+05	2.10E+05	1.99E+05	3.07E+05
PROM	2.00E+05	2.67E+05	2.87E+05	2.35E+05	2.21E+05	2.69E+05	2.60E+05	2.14E+05	1.90E+05	2.53E+05
VAR	3.66E+08	1.75E+09	4.27E+08	5.76E+09	4.02E+08	1.99E+09	2.77E+09	4.82E+09	4.11E+07	2.33E+09
DESVEST	1.91E+04	4.19E+04	2.07E+04	7.59E+04	2.01E+04	4.46E+04	5.26E+04	6.94E+04	6.41E+03	4.82E+04
C.V.	0.096	0.157	0.072	0.323	0.091	0.165	0.203	0.324	0.034	0.191

La media de resistencia a la penetración se observa en la Figura 55, con picos fluctuantes para ambas áreas sin y con tratamiento, resultando valores más altos en T2 y T4 para área con tratamiento y en N1, N3, N5 para área sin tratamiento.

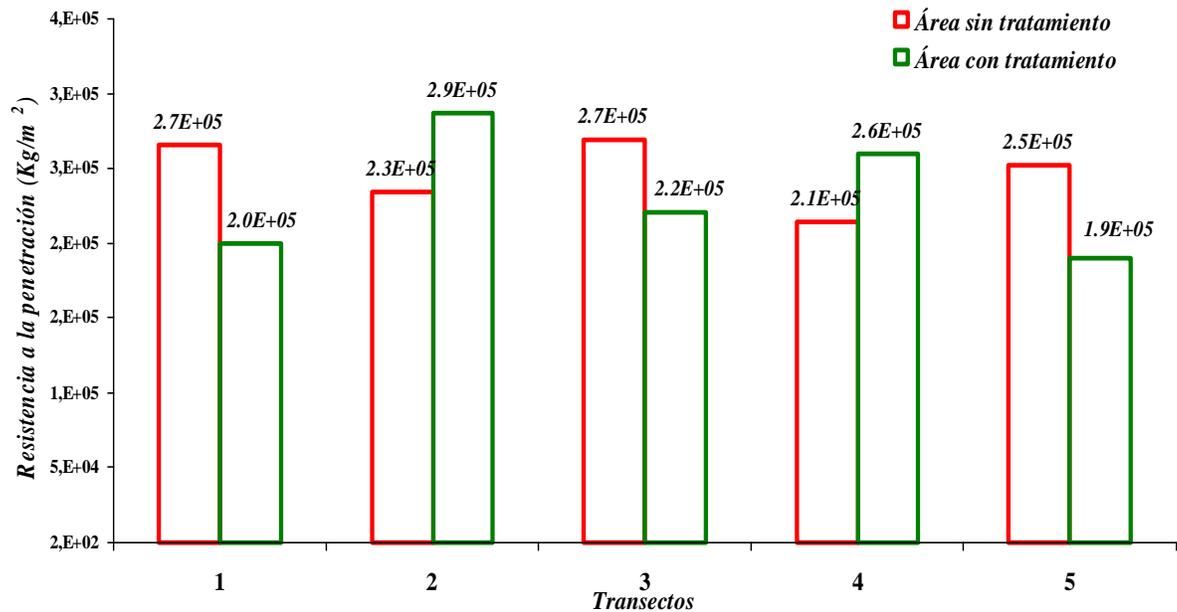


Figura 55. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. 2008.

❖ **Rancho Santa María.**

En el caso del Rancho Santa María el análisis estadístico aplicado reveló que no existe diferencia significativa entre área sin y con tratamiento para la variable resistencia a la penetración y tampoco se registró variaciones significativas en la relación transecto - transecto sin y con tratamiento (ver Anexo II, Cuadros 28a, 28b)

En el cuadro 28 aparece los valores medios de resistencia a la penetración y coeficiente de variación siendo el valor más alto de coeficiente registrado en N5 con 31% de variación, seguido de N1 con 21% y N2 con 18%. Los valores en transectos con tratamiento fluctuaron entre el 5 y el 16%.

Cuadro 28. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	3.08E+05	3.22E+05	2.47E+05	2.33E+05	3.45E+05	2.83E+05	3.54E+05	3.31E+05	2.66E+05	3.85E+05
P2	3.48E+05	3.04E+05	2.76E+05	2.70E+05	3.18E+05	3.15E+05	3.25E+05	2.57E+05	3.17E+05	3.52E+05
P3	2.77E+05	1.98E+05	2.71E+05	3.33E+05	2.95E+05	3.71E+05	2.71E+05	2.84E+05	2.70E+05	2.15E+05
P4	2.40E+05	2.43E+05	2.70E+05	3.42E+05	2.74E+05	3.88E+05	3.39E+05	3.07E+05	2.53E+05	2.10E+05
PROM	2.93E+05	2.67E+05	2.66E+05	2.94E+05	3.08E+05	3.39E+05	3.22E+05	2.95E+05	2.77E+05	2.90E+05
VAR	2.11E+09	3.23E+09	1.66E+08	2.72E+09	9.31E+08	2.38E+09	1.29E+09	1.00E+09	7.72E+08	8.26E+09
DESVEST	4.59E+04	5.68E+04	1.29E+04	5.22E+04	3.05E+04	4.88E+04	3.60E+04	3.17E+04	2.78E+04	9.09E+04
C.V.	0.16	0.21	0.05	0.18	0.10	0.14	0.11	0.11	0.10	0.31

En la figura 56 vemos que los valores medios de resistencia a la penetración tendieron a ser menores que aquellos para su correspondiente no tratado a excepción de las relaciones T1 vs. N1 y T4 vs. N4 con valores de 9.0% y 8.5% de diferencia porcentual en contra del área con tratamiento.

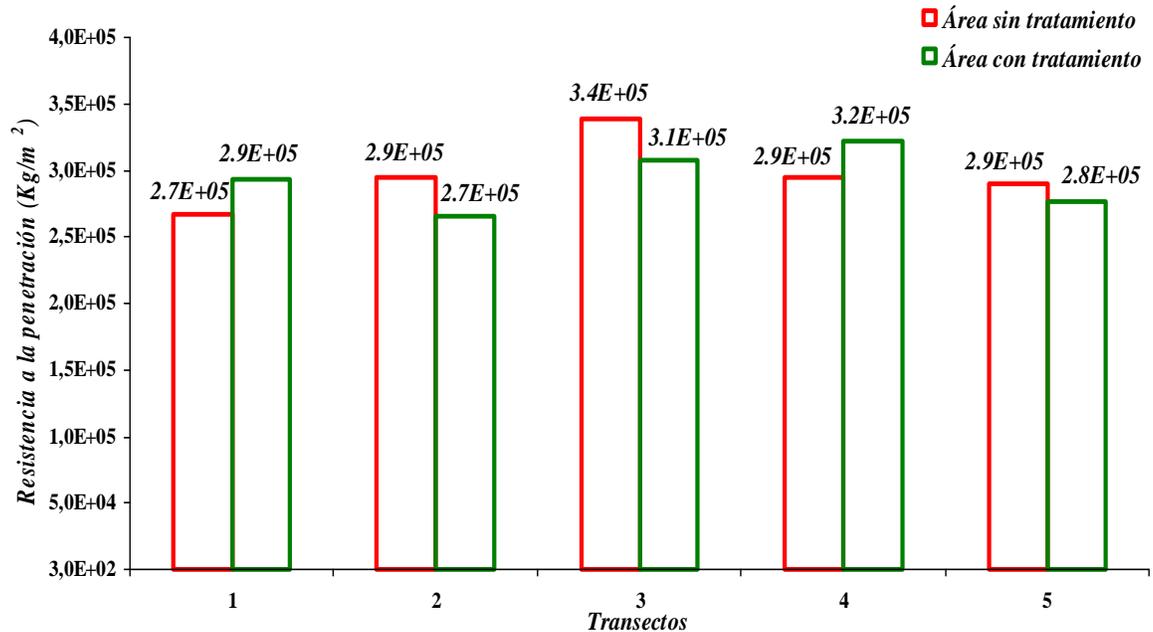


Figura 56. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. 2008.

❖ **Rancho San Cayetano.**

En este sitio la prueba t para muestras relacionadas muestra que no existe diferencia significativa para la variable resistencia a la penetración y en la relación transecto-transecto, N3 vs. T3 aunque no se reveló diferencia significativa si existió variación significativa a favor del área sin tratamiento (Prob. 0.0650 y 0.0325) (ver Anexo I, Cuadro 29a y 29b).

Las variaciones en cuanto a coeficiente de variación de la media de los valores registrados respecto a la variable resistencia a la penetración aparecen en el cuadro 29, hubo poca uniformidad de los valores resultando en una mayor dispersión de los datos, dado que los mismos fluctuaron entre 16 y 29%. En el caso de área sin tratamiento la variación ocurrió entre 16 y 28% y el caso de área con tratamiento la variación tuvo lugar entre 17 y 29% de coeficiente de variación.

Cuadro 29. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m^2) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	7.50E+04	1.42E+05	6.99E+04	1.12E+05	1.06E+05	1.09E+05	2.19E+05	1.28E+05	6.95E+04	1.58E+05
P2	7.75E+04	1.31E+05	5.90E+04	1.38E+05	8.31E+04	1.30E+05	1.49E+05	1.20E+05	9.99E+04	1.67E+05
P3	1.05E+05	1.93E+05	7.68E+04	1.66E+05	1.55E+05	1.94E+05	1.19E+05	9.83E+04	1.11E+05	1.12E+05
P4	7.86E+04	1.58E+05	1.12E+05	1.88E+05	1.06E+05	1.17E+05	1.92E+05	1.45E+05	1.11E+05	1.40E+05
PROM	8.39E+04	1.56E+05	7.94E+04	1.51E+05	1.12E+05	1.37E+05	1.70E+05	1.23E+05	9.78E+04	1.44E+05
VAR	1.93E+08	7.26E+08	5.26E+08	1.09E+09	9.11E+08	1.50E+09	1.99E+09	3.75E+08	3.83E+08	5.88E+08
DESVEST	1.39E+04	2.69E+04	2.29E+04	3.30E+04	3.02E+04	3.87E+04	4.46E+04	1.94E+04	1.96E+04	2.43E+04
C.V.	0.17	0.17	0.29	0.22	0.27	0.28	0.26	0.16	0.20	0.17

En la Figura 57 vemos la tendencia de las medias de resistencia a la penetración que resultaron de valores más bajos de resistencia para área con tratamiento a excepción del T4 donde existió una diferencia porcentual de 27.7% en contra del área sin tratamiento.

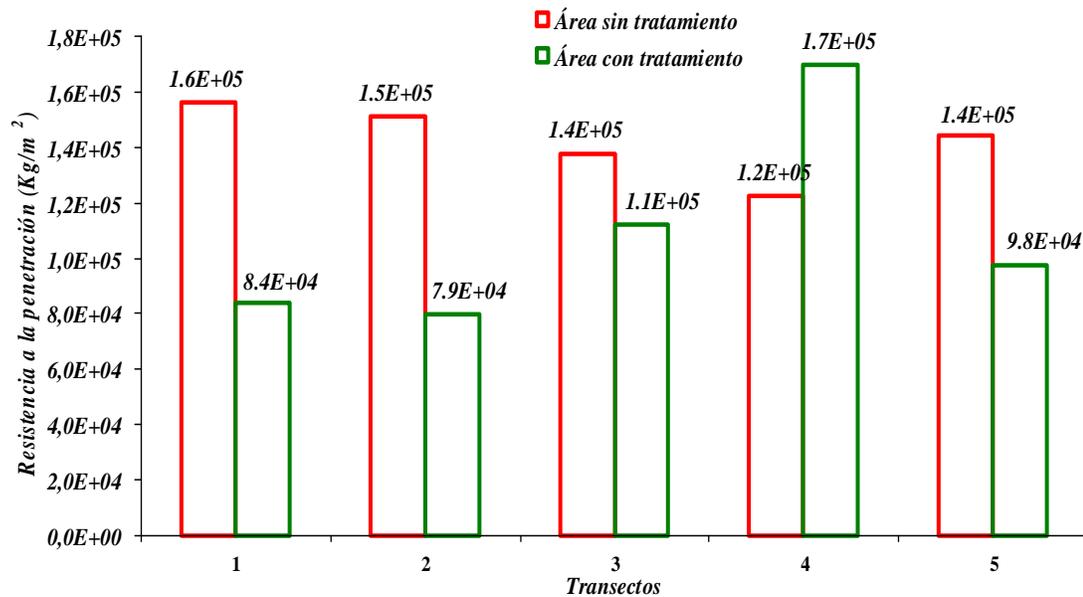


Figura 57. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho Santa Cayetano. 2008.

❖ **Rancho Fresnos.**

En el caso del Rancho Fresnos el análisis estadístico aplicado reveló que no existe diferencia significativa entre área sin y con tratamiento para la variable resistencia a la penetración y tampoco se registró variaciones significativas en la relación transecto sin y con tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 30a y 30b)

En el cuadro 30 se registran los valores obtenidos para resistencia a la penetración. En este caso, los valores de coeficiente de variación se hacen más dispersos en los transectos N4 y N2 con 30 y 18% de variación. Se aprecia más uniformidad en los valores para los transectos T2 y N2; T4 y N4 con coeficientes de variación de menos del 9%, el resto de los transectos observa una tendencia de mayor dispersión entre un 10 y un 30% de coeficiente de variación. Tanto en área sin tratamiento como área con tratamiento tuvieron un comportamiento de dispersión relativamente común a excepción de una que otra variación.

Cuadro 30. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m^2) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	2.09E+05	1.47E+05	1.51E+05	1.44E+05	1.44E+05	1.51E+05	1.41E+05	2.32E+05	1.36E+05	1.67E+05
P2	2.29E+05	1.44E+05	1.48E+05	1.53E+05	1.82E+05	1.50E+05	1.63E+05	1.54E+05	1.28E+05	1.31E+05
P3	1.61E+05	1.59E+05	1.41E+05	1.41E+05	1.35E+05	1.59E+05	1.43E+05	1.46E+05	1.84E+05	1.47E+05
P4	1.64E+05	1.98E+05	1.47E+05	1.34E+05	1.67E+05	1.91E+05	1.68E+05	1.18E+05	1.32E+05	1.30E+05
PROM	1.91E+05	1.62E+05	1.47E+05	1.43E+05	1.57E+05	1.63E+05	1.54E+05	1.63E+05	1.45E+05	1.44E+05
VAR	1.11E+09	6.09E+08	1.97E+07	6.20E+07	4.71E+08	3.65E+08	1.91E+08	2.37E+09	6.86E+08	2.96E+08
DESVEST	3.33E+04	2.47E+04	4.43E+03	7.87E+03	2.17E+04	1.91E+04	1.38E+04	4.87E+04	2.62E+04	1.72E+04
C.V.	0.175	0.152	0.030	0.055	0.138	0.118	0.090	0.299	0.181	0.120

La Figura 58 muestra la relación de las medias de las áreas sin y con tratamiento a nivel transecto siendo menores los valores en área con tratamiento a excepción de la relación N1 vs. T1 donde el nivel de resistencia a la penetración fue más bajo en área sin tratamiento. En general, la tendencia de ambos áreas sin y con tratamiento sigue un patrón similar a lo largo de los transectos en cuanto a medias de resistencia a la penetración se refiere.

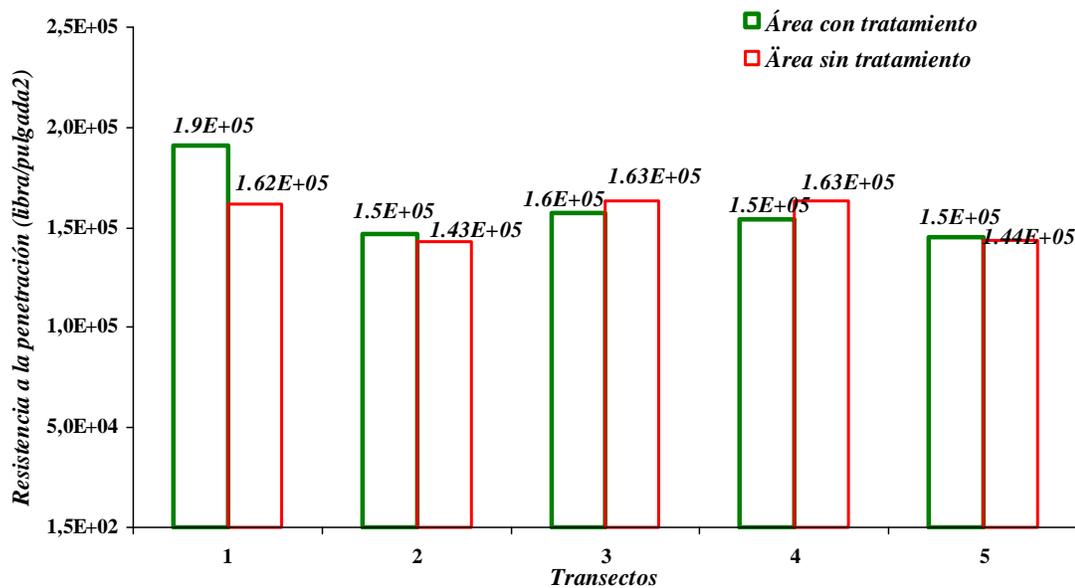


Figura 58. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.

❖ **Rancho El Calabozo.**

En lo que respecta a Rancho Calabozo, la variable resistencia a la penetración no reportó diferencia significativa entre áreas con y sin tratamiento. No obstante, en la relación transecto sin y con tratamiento para N4 vs. T4 aunque no existió relativamente diferencia significativa de la variable para ambas áreas, la variación fue mejor para área sin tratamiento (Prob. 0.0572 y Prob. 0.0286) (ver Anexo I, Cuadro 31a y 31b).

En el Rancho Calabozo se observó en el Cuadro 31, que la dispersión de los datos considerando los valores de coeficiente de variación, fueron altamente fluctuantes para N2 (57%) y en menor medida para N1 (21%) que fueron las tendencias mayores. En el área sin tratamiento la dispersión de los datos estuvieron variando entre 5% y 12%.

Cuadro 31. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m²) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	1.50E+05	1.52E+05	1.61E+05	2.53E+04	1.95E+05	1.79E+05	1.39E+05	1.76E+05	1.53E+05	1.80E+05
P2	1.69E+05	2.47E+05	1.72E+05	2.12E+05	1.62E+05	1.86E+05	1.52E+05	1.77E+05	1.95E+05	1.91E+05
P3	1.47E+05	1.72E+05	1.52E+05	2.24E+05	2.06E+05	1.68E+05	1.59E+05	1.93E+05	1.72E+05	1.66E+05
P4	1.71E+05	1.97E+05	1.64E+05	1.98E+05	2.02E+05	1.76E+05	1.84E+05	1.85E+05	1.97E+05	1.73E+05
PROM	1.59E+05	1.92E+05	1.62E+05	1.65E+05	1.91E+05	1.77E+05	1.58E+05	1.83E+05	1.79E+05	1.78E+05
VAR	1.53E+08	1.65E+09	6.27E+07	8.76E+09	4.06E+08	5.30E+07	3.64E+08	6.47E+07	4.36E+08	1.15E+08
DESVEST	1.24E+04	4.06E+04	7.92E+03	9.36E+04	2.02E+04	7.28E+03	1.91E+04	8.04E+03	2.09E+04	1.07E+04
C.V.	0.08	0.21	0.05	0.57	0.11	0.04	0.12	0.04	0.12	0.06

En la figura 59, se observan drásticas fluctuaciones entre área sin y con tratamiento para la variable resistencia a la penetración, especialmente en T3 donde vemos un incremento en el nivel de resistencia, con una diferencia porcentual del 7.1%. Sin embargo se observa una tendencia de menor resistencia a la penetración en el área con tratamiento respecto al área sin tratamiento.

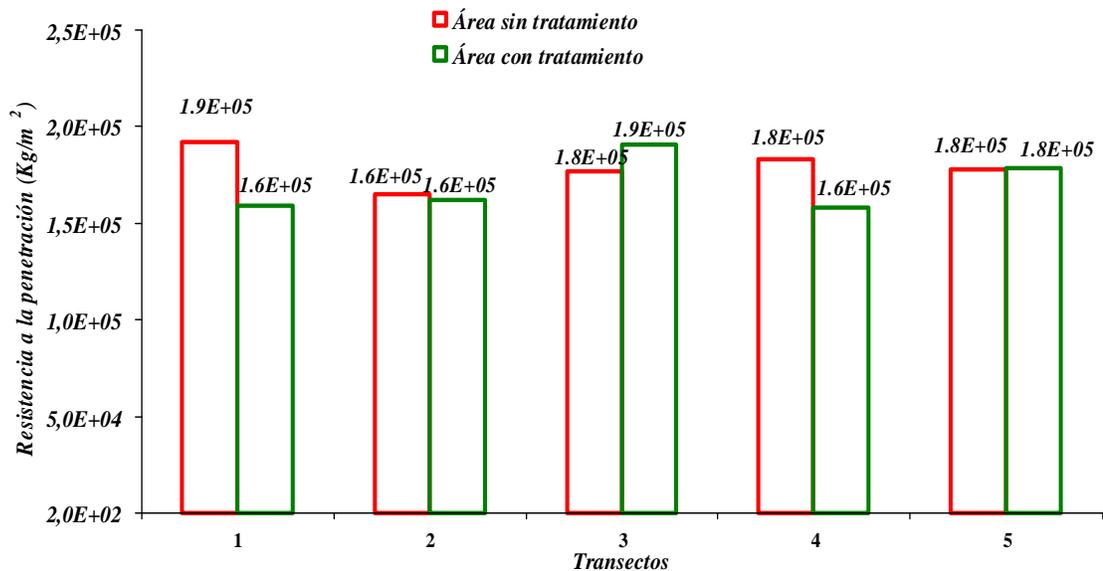


Figura 59. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho El Calabozo. 2008.

❖ **Rancho El Purgatorio.**

En el caso del Rancho El Purgatorio aunque no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento, a nivel transecto existió diferencia significativa para los transectos N2 vs. T2 (Prob. 0.0125 y Prob. 0.0063); N3 vs. T3 (Prob. 0.0194 y 0.0097); N4 vs. T4 (Prob. 0.0370 y 0.0185) y N5 vs. T5 (Prob. 0.0026 y 0.0013). En todos los casos el área sin tratamiento fue mejor que el área con tratamiento (ver Anexo I, Cuadro 32a y 32b).

Las variaciones en cuanto al coeficiente de variación y los valores medios obtenidos para resistencia a la penetración en suelo que aparecen en el cuadro 33, nos indican que los valores resultaron altamente dispersos para T1 con 92% de coeficiente de variación. N2, T3, N3 y T4 mantuvieron una dispersos entre el 13 y el 18% y el resto de los transectos resultó más uniforme con coeficientes $\leq 8\%$

Cuadro 32. Variación en los valores medios de resistencia a la penetración (Kg/m^2) en suelo y coeficiente de variación, obtenidos por parcela y transecto para el Rancho El Purgatorio. Junio-October, 2008.

PARCELAS	TRANSECTOS									
	T1	N1	T2	N2	T3	N3	T4	N4	T5	N5
P1	4.85E+03	1.06E+05	9.65E+04	9.24E+04	1.15E+05	9.24E+04	7.56E+04	1.06E+05	9.60E+04	1.30E+05
P2	2.42E+04	1.09E+05	8.66E+04	8.09E+04	9.38E+04	8.09E+04	7.69E+04	1.16E+05	1.08E+05	1.30E+05
P3	1.21E+05	1.20E+05	1.05E+05	1.10E+05	1.33E+05	1.10E+05	9.63E+04	1.13E+05	1.04E+05	1.39E+05
P4	1.22E+05	1.27E+05	1.03E+05	9.66E+04	1.35E+05	9.66E+04	6.32E+04	1.31E+05	1.04E+05	1.42E+05
PROM	6.82E+04	1.16E+05	9.76E+04	9.51E+04	1.19E+05	9.51E+04	7.80E+04	1.17E+05	1.03E+05	1.35E+05
VAR	3.89E+09	8.91E+07	6.57E+07	1.50E+08	3.64E+08	1.50E+08	1.86E+08	1.12E+08	2.38E+07	3.73E+07
DESVEST	6.24E+04	9.44E+03	8.11E+03	1.22E+04	1.91E+04	1.22E+04	1.37E+04	1.06E+04	4.88E+03	6.11E+03
C.V.	9.16E-01	8.16E-02	8.31E-02	1.29E-01	1.60E-01	1.29E-01	1.75E-01	9.08E-02	4.74E-02	4.51E-02

En la figura 60 se evidencia que los valores medios de resistencia a la penetración resultaron menores en área con tratamiento que aquellos reportados para área sin tratamiento a excepción del que se observa en T3 que sobrepasó al registrado en área sin tratamiento en una proporción 1.2:1 y diferencia porcentual del 20%.

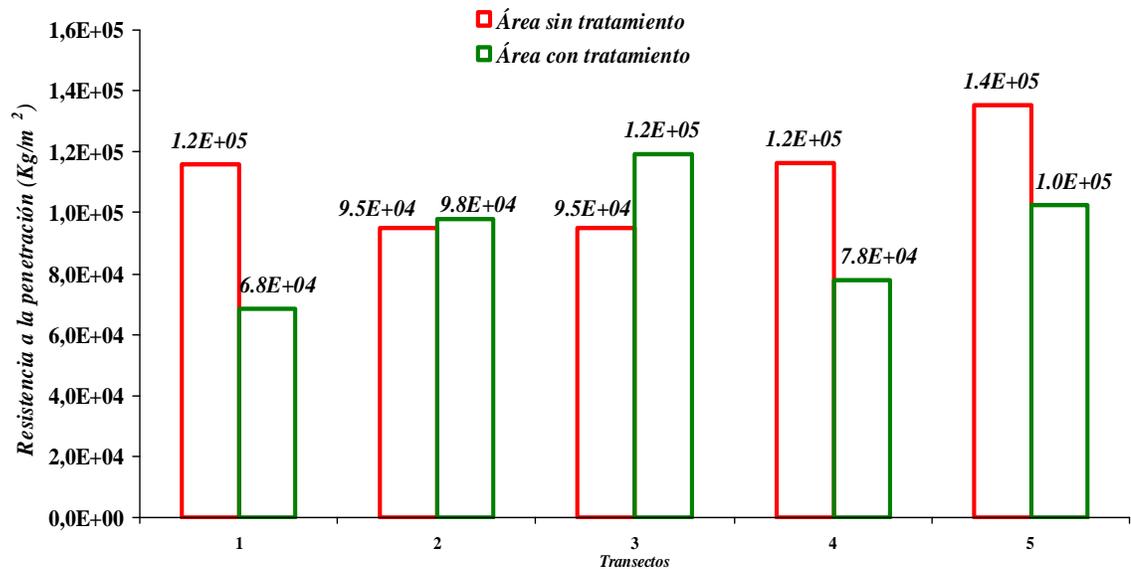


Figura 60. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento. Rancho Purgatorio. 2008.

Considerando los valores medios de resistencia a la penetración a nivel área que se observa en la figura 61, tenemos que en casi todos los sitios de estudio existió una media de resistencia menor en área con tratamiento respecto al área sin tratamiento a excepción del rancho Fresnos donde la tendencia fue un incremento para el área con tratamiento con una diferencia porcentual del 2.47%. Esta variante estuvo vinculada más que todo a la escasez de agua por efecto de precipitación que se suscita en este sitio, dadas las condiciones meteorológicas a las que se vio expuesto el sitio en este año 2008, lo que se pudo evidenciar al momento del levantamiento de datos en campo y que soporta el supuesto de su influencia en los valores obtenidos para resistencia a la penetración en este sitio.

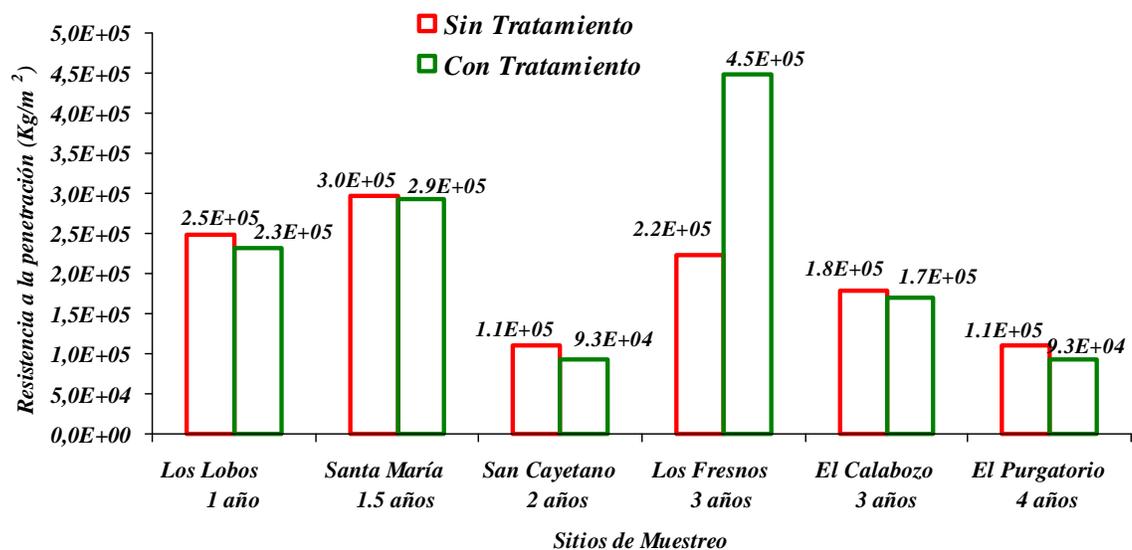


Figura 61. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración en área sin y con tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.

En la Figura 62 en la que aparecen los intervalos de confianza al 0.05%, de la media de resistencia a la penetración se pudo observar una cierta variabilidad de los valores de los Ranchos Lobos y Santa María respecto al resto de los sitios en estudio, no obstante, no es posible evidenciar patrones respecto al tiempo de tratamiento de los sitios.

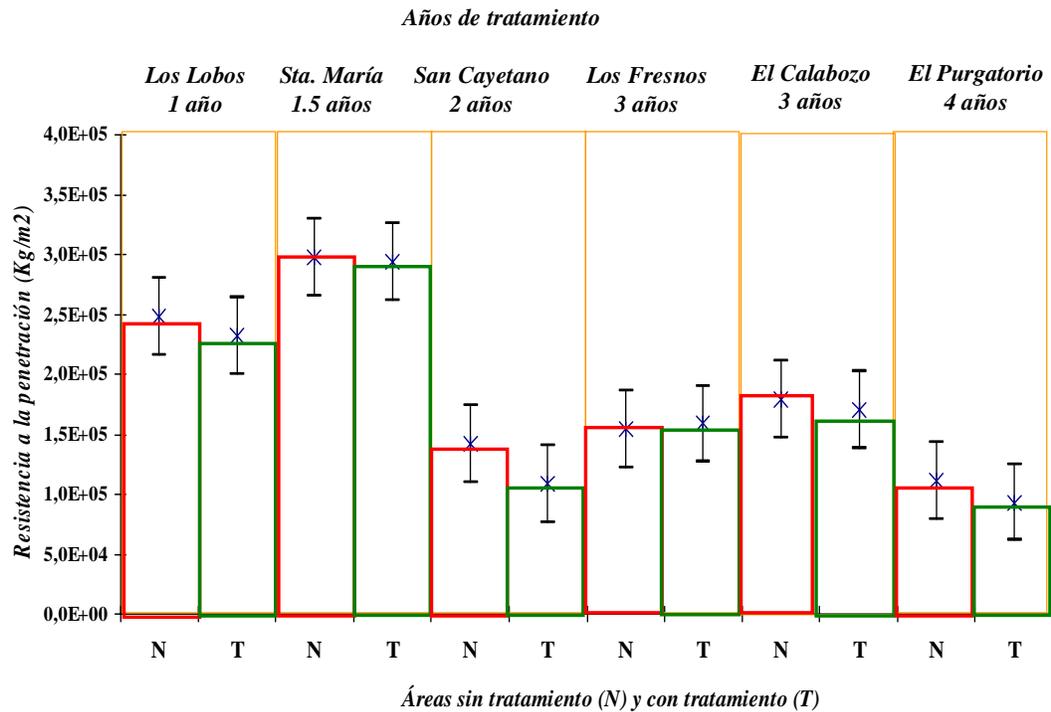


Figura 62. Variación de la media de resistencia del suelo a la penetración e intervalos de confianza para área sin y con tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.

Adicionalmente podemos observar que los valores más altos de resistencia a la penetración ocurren en Rancho Santa María, seguido de Rancho Los Lobos, El Calabozo, San Cayetano y Purgatorio, y los incrementos más elevados por diferencial porcentual a favor del área con tratamiento se dieron en San Cayetano 23.64%, seguido de El Purgatorio 16.53, Los Lobos 6.48%, El Calabozo 5.04 y Santa María 1.2% que fue el que menos incremento observó para área con tratamiento.

En este sentido, Patterson (1980) indica que la compactación causa cambios en las propiedades físicas del suelo, aumentando la resistencia a la penetración y la densidad aparente y reduciendo la porosidad. Así mismo, la compactación reduce la velocidad de infiltración de agua, causa disminución en el drenaje, reduce la disponibilidad de agua y

abastecimiento de aire y oxígeno utilizado por las raíces (Patterson *et al.*, 1977; Handreck y Black, 1994).

De este modo al incrementarse la densidad del suelo se crea una barrera física que no permite que las raíces penetren adecuadamente (Patterson *et al.*, 1980). Estas pueden modificar el crecimiento radicular y pueden experimentarse simultáneamente en la compactación del suelo, siendo difícil diferenciar entre sus efectos (Scott-Russell, 1977).

Considerando los resultados de este estudio en cuanto a resistencia a la penetración y las variaciones en cuanto a número de individuos, abundancia relativa, densidad de especies, y número de especies a través de los índices de diversidad, registradas en todos los sitios, y conforme a la distribución por transecto estudiados, se asume que esta variable mantiene un comportamiento positivo en las áreas con tratamiento respecto a las no tratadas. Situación que se une a los resultados de otras investigaciones donde se indica que la tecnología del rodillo aireador mejora la condición superficial del suelo, ya que se han observado cambios favorables respecto a la infiltración y percolación de agua en el suelo, disminución de las escorrentías superficiales y por lo tanto la erosión hídrica, de especial importancia en zonas áridas donde la lluvia es escasa e incierta, y se pierde entre 40 y 60% del agua por escurrimientos (Ibarra *et al.*, 2002; Hanselka *et al.*, 1993, Morales, *et al.* 2004; Yamana *et al.* 2003; Uvalle, 2001).

Además de las propias ventajas de aplicación del paso de rodillo aireador, el cual deja una densidad aproximada de 22 impresiones/ m², hay un aparente beneficio en la disminución del grado de compactación del suelo, lo que podría aumentar la capacidad de infiltración hasta en un 80%, mejorando en general las condiciones de humedad del suelo (Gutiérrez y Sierra, 2004).

5.2. Contenido de carbono en el suelo.

Un total de 240 muestras de suelo fueron colectadas en campo, de las cuales 120 muestras fueron analizadas en el Laboratorio del ITESM para los seis sitios en estudio. Se presentan a continuación las variaciones del contenido de carbono en suelo en los sitios bajo estudio.

❖ Rancho Los Lobos.

Las pruebas estadísticas t para muestras relacionadas aplicadas a los resultados obtenidos del analizador de carbono en laboratorio muestran que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento y ello tampoco ocurrió en las relaciones transecto tratado vs. no tratado (ver Anexo I, Cuadro 33a y 33b).

Existe, sin embargo, una tendencia de incremento en el contenido de carbono en suelo para área con tratamiento a excepción del transecto T5, como se observa en la Figura 63, donde se nota un leve descenso en el nivel para el área con tratamiento. Los incrementos alcanzan niveles de diferencia porcentual en un rango que va de 22.5% a 59.89% a favor del área con tratamiento para los transectos T1 a T4 y una variación en contra de 39.93% en T5 que favorece al área sin tratamiento. Los valores más altos alcanzaron el 1.72% de contenido de carbono y los más bajos el 0.69%.

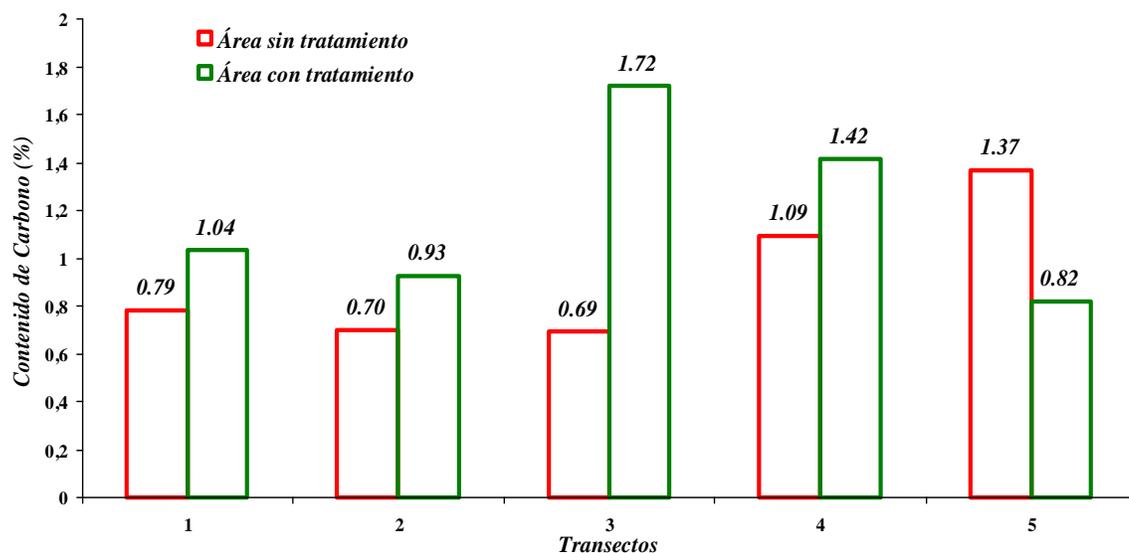


Figura 63. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. 2008.

❖ **Rancho Santa María.**

En el caso del rancho Santa María no se evidenció diferencia significativa entre ambas áreas con y sin tratamiento ni entre las relaciones transecto tratado vs. no tratado (ver Anexo I, 34a y 34b).

El análisis de porcentaje de contenido de carbono en suelo reveló que existió un incremento en el porcentaje de carbono a lo largo de todos los transectos a favor del área con tratamiento y con variaciones de diferencia porcentual que estuvieron dadas por un rango que varió de 13.48% en la relación N1 vs. T1; 3.7% entre N2 vs. T2; 39.23% entre N3 vs. T3; 65.68% entre N4 vs. T4; 29.0% entre N5 vs. T5. Los valores de porcentaje de contenido de carbono del sitio variaron entre 1.05 a 3.06% como se detalla en la Figura 64.

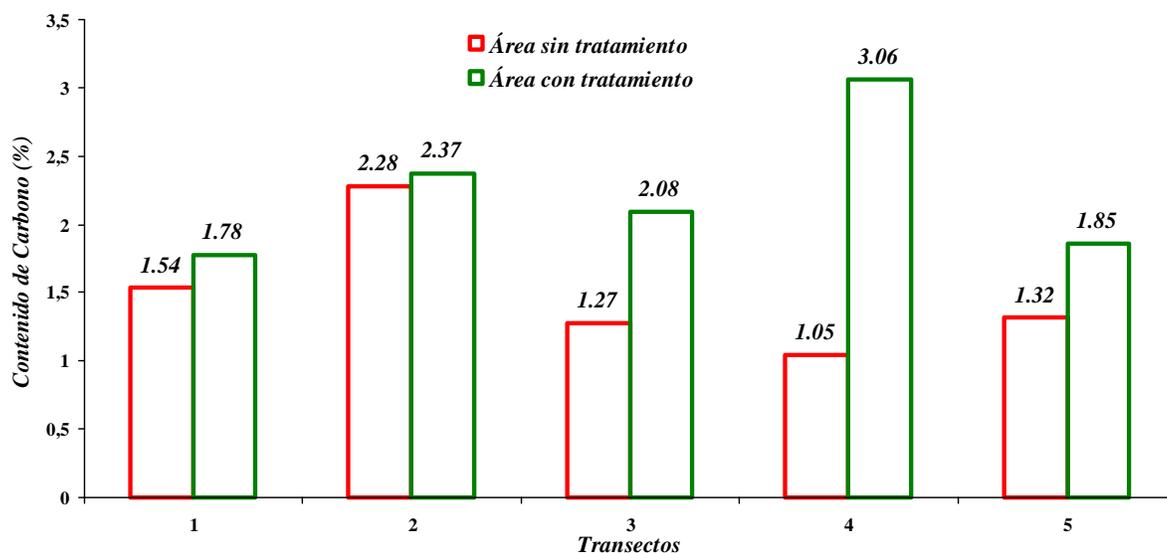


Figura 64. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho Santa María. 2008.

❖ **Rancho San Cayetano.**

En el caso del rancho San Cayetano no se evidenció diferencia significativa entre ambas áreas con y sin tratamiento, y la misma situación se suscitó para las relaciones transectos tratado y no tratado (ver Anexo I, Cuadro 35a y 35b).

En la Figura 65 se aprecia que la variación en el % de contenido de carbono en suelo tendió al incremento en todos los transectos a favor del área con tratamiento. Las variaciones porcentuales de diferencia entre las relaciones transecto con y sin tratamiento ocurrieron de la siguiente manera: para la relación N1 vs. T1 la diferencia porcentual fue de 55.74%; para N2 vs. T2 fue de 23.15%; N3 vs. T3 fue de 27.53%; N4 vs. T4 de 25.52% y para N5 vs. T5 la diferencia estuvo dada por 28.64%. Los valores de porcentaje de contenido de carbono a lo largo de todos los transectos con y sin tratamiento variaron de 0.54% a 1.99%.

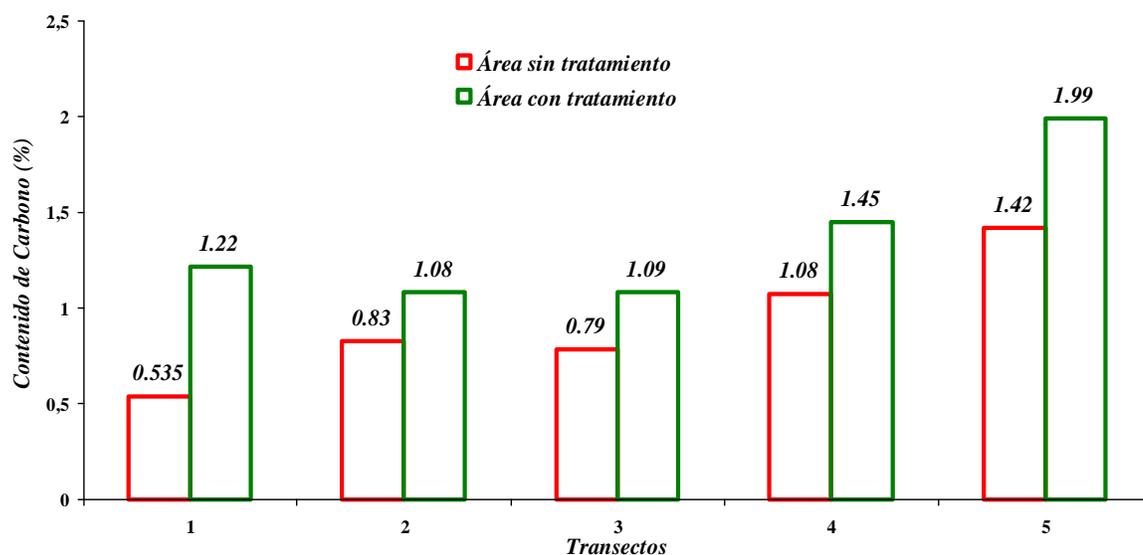


Figura 65. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho Santa Cayetano. 2008.

❖ **Rancho Los Fresnos.**

En este sitio no se reveló diferencia significativa a nivel área con y sin tratamiento para la variable contenido de carbono. No obstante, si existió una variación significativa en la relación N3 vs. T3 a favor del área sin tratamiento (0.0148 y 0.0074) (ver Anexo I, Cuadro 36a y 36b).

Las variaciones de la media de estimación del contenido de carbono en suelo se observan en la Figura 66. Se observa una tendencia de paulatino incremento para área con tratamiento a excepción de T1 y T3 donde los valores tendieron a disminuir. En el resto de los transectos existió un incremento en los valores. La diferencia porcentual más alta aparece en T5 a favor del área con tratamiento y la más baja en T3 a favor del área sin tratamiento con 49.54% y 18.58%, respectivamente. Los niveles porcentuales de contenido de carbono para la totalidad de los transectos varió entre 0.92 a 2.18%.

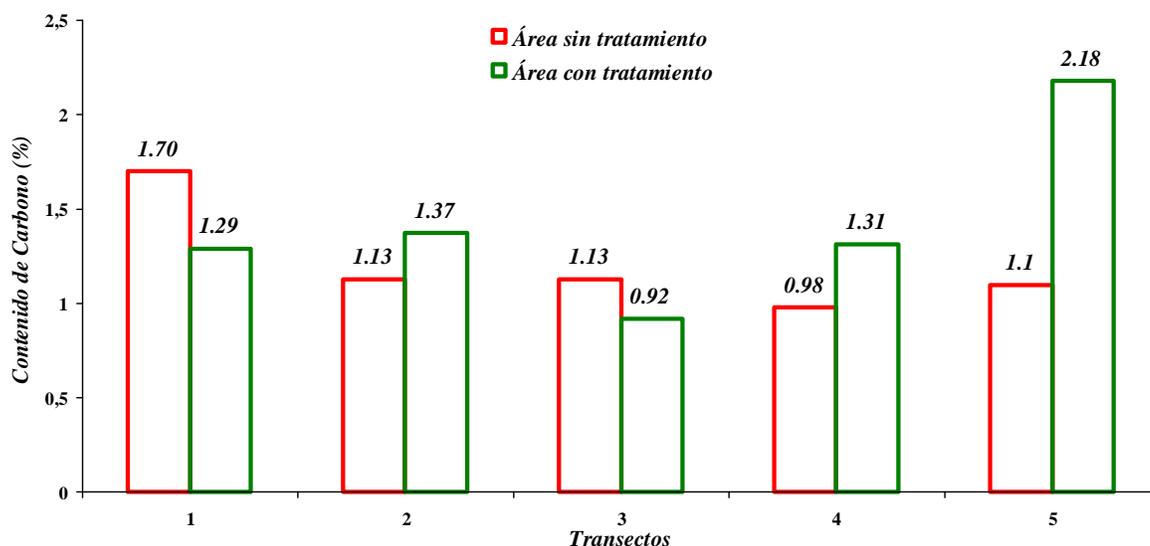


Figura 66. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.

❖ **Rancho El Calabozo.**

Las pruebas estadísticas t para muestras relacionadas aplicadas a los resultados obtenidos del analizador de carbono en laboratorio muestra que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento ni en las relaciones transecto tratado vs. no tratado (ver Anexo I, Cuadro 37a y 37b).

En el caso del Rancho El Calabozo podemos ver en la Figura 67, que los transectos correspondientes a área con tratamiento mostraron incremento en el porcentaje de contenido de carbono en casi todos los casos a excepción de T2 donde existió una disminución que favoreció al área sin tratamiento. Las variaciones de diferencia porcentual estuvieron dados por 4.4% en N1 vs. T1, 0.45% en N3 vs. T3, 3.7% en N4 vs. T4 y 6.16% en N5 vs. T5 a favor del área con tratamiento, y 26.29% en N2 vs. T2 a favor del área sin tratamiento. Los valores de % de carbono variaron entre 0.9 y 1.54%.

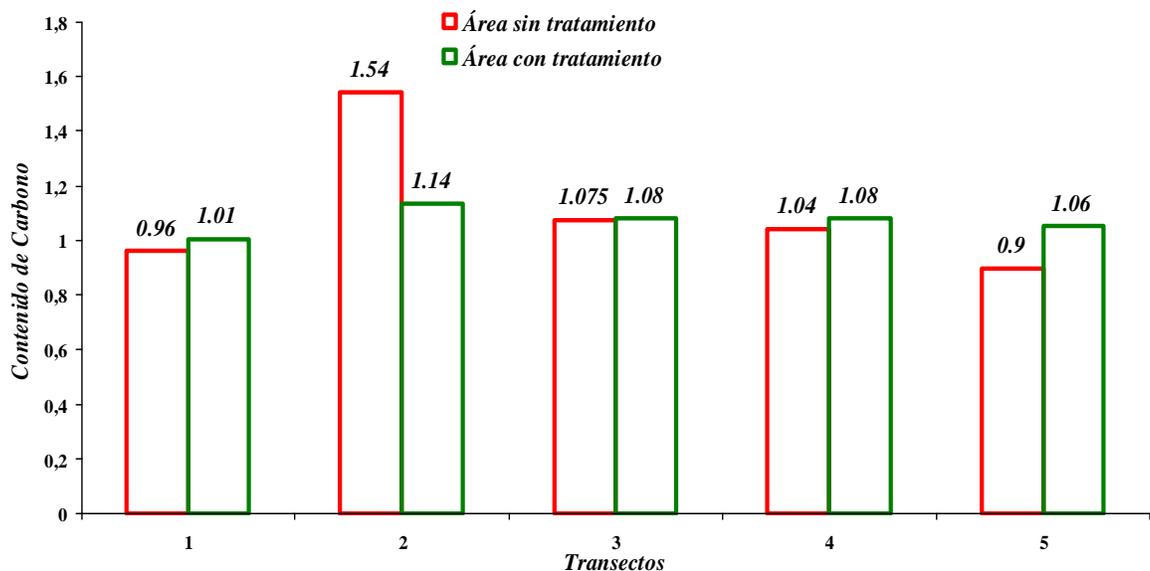


Figura 67. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho El Calabozo. 2008.

❖ **Rancho El Purgatorio.**

En este sitio, las pruebas estadísticas t aplicadas para muestras relacionadas indican que no existió diferencia significativa entre área sin y con tratamiento ni en las relaciones transecto tratado y no tratado (ver Anexo I, Cuadros 38a, 38b).

Para el rancho El Purgatorio, en la figura 68 se observa que, el porcentaje de contenido de carbono mantuvo valores uniformes a lo largo de todos los transectos con tratamiento y resultó en incremento para tres de los cinco transectos tratados. Los puntos de descenso en el porcentaje de carbono para área con tratamiento estuvieron dados en N1 vs. T1 y N5 vs. T5 con diferencia porcentual a favor del área sin tratamiento de 20.9% y 16.52%, respectivamente. En el caso del área con tratamiento la diferencia porcentual de incremento varió de 50.79% entre N2 vs. T2, 25.52% entre N3 vs. T3 y 31.96% entre N4 vs. T4, a favor del área con tratamiento. El porcentaje de contenido de carbono en el sitio varió de 0.72 a 1.12%.

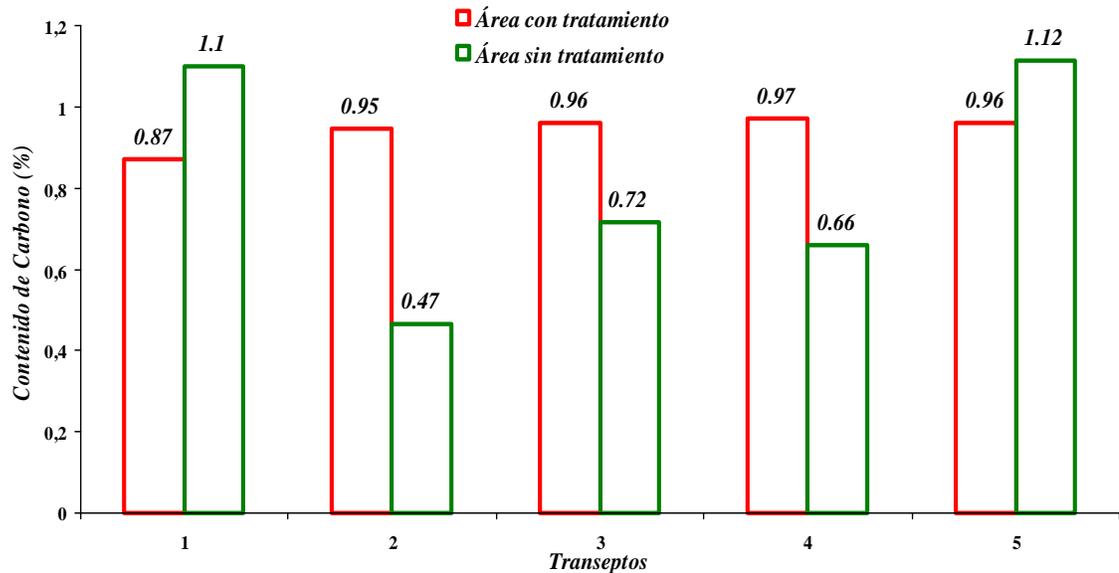


Figura 68. Variación de la media de determinación de contenido de carbono en suelo, área sin y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. 2008.

Considerando las variaciones a nivel área para todos los sitios de estudio, obsérvese figura 69, el porcentaje medio de análisis de contenido de carbono mostró las siguientes tendencias: se mostró incremento en el porcentaje medio de contenido de carbono en cinco de los seis sitios analizados. Los valores variaron entre 0.81% a 2.23%. Los valores más bajos fueron reportados para Rancho Purgatorio y los más altos para Rancho Santa María. Las diferencias porcentuales en el incremento variaron en la siguiente forma: 21.18% en Rancho Los Lobos; 14.18% en Rancho Los Fresnos; 13.83% en Rancho El Purgatorio, 33.18% en Rancho Santa María y 31.62%, a favor del área con tratamiento y con diferencia porcentual de 2.72% a favor del área sin tratamiento para el Rancho El Calabozo.

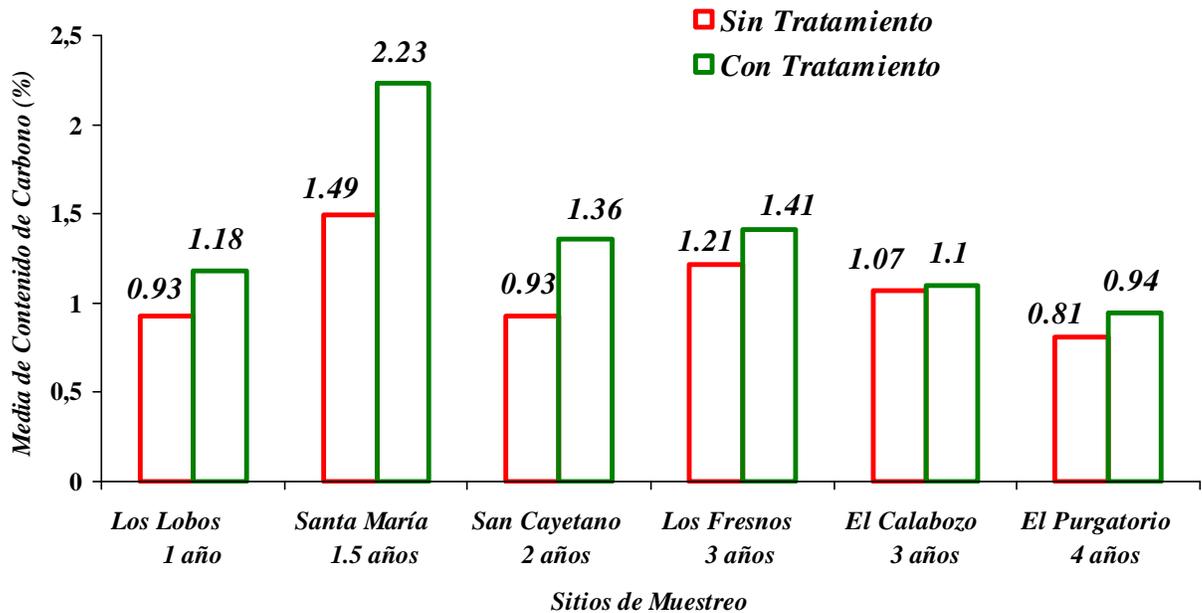


Figura 69. Variación de la media de porcentaje de contenido de carbono en suelo en área sin y con tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.

Si bien se hace difícil establecer algún tipo de comparación entre sitios por las variaciones climatológicas, de precipitación, edáficas y geológicas, entre otras variantes que estos sitios presentan, además de la necesidad de poseer sitios con igualdad de tiempo de tratamiento, al analizar los sitios según tiempo de aplicación a nivel curva vemos que no ocurre una tendencia afectada por el tiempo de aplicación pues en aquellos ranchos como Los Lobos, Santa María y San Cayetano con menor tiempo de aplicación se observa que poseen estándares distintos en el porcentaje de contenido de carbono orgánico en suelo.

Si observamos la figura 69 muestra que para ranchos de mayor tiempo de aplicación como Fresnos, Calabozo y Purgatorio las cantidades tampoco se visualizan equidistantes. No obstante, se observa una amplitud de incremento respecto a esta variable, y el patrón se observa similar al de área sin tratamiento pero a niveles de porcentaje de contenido de carbono en suelo mayores.

Podríamos suponer, dadas las consideraciones expuestas, que más que el tiempo de tratamiento, lo que está influyendo en las variaciones es la respuesta del terreno según las condicionantes ecológicas, edáficas, climáticas y geográficas propias del sitio en cuestión, así como banco de semillas, calidad de la vegetación que se deposita en el suelo luego del paso del rodillo aireador, tipo de suelo, entre otras variantes.

A este saber, Henderson *et al.* (1988) se refieren al banco de semillas en el suelo como el conjunto de semillas que representan el potencial regenerativo de las comunidades vegetales. Al respecto, Cook (1980) sostiene que la presencia de semillas en cantidad y tipo en un área específica resulta dependiente de la historia de la vegetación de cobertura y de la edad de la flora en el suelo. Todo lo cual juega un componente importante en la dinámica vegetal y se constituye en una estrategia de sobrevivencia de las especies a lo largo del tiempo.

Además de las estrategias de dispersión, otro mecanismo que contribuye a la sobrevivencia de las especies y establecimiento de bancos de semillas, es la distribución de la germinación en el tiempo. De esta manera, todas las semillas producidas y dispersadas en un determinado año no necesariamente germinarán al año siguiente. Muchas de esas semillas pueden permanecer en estado de dormición o presentar inhibición de la germinación, después de caer en el suelo (Mayer y Poljakoff-Mayber, 1989).

En la Figura 70 podemos observar la media de contenido de carbono en suelo y los intervalos de confianza al 0.05% que igualmente, no nos proporcionan evidencia de un cierto patrón respecto al tiempo de tratamiento, dado que los datos son un tanto fluctuantes entre sitios.

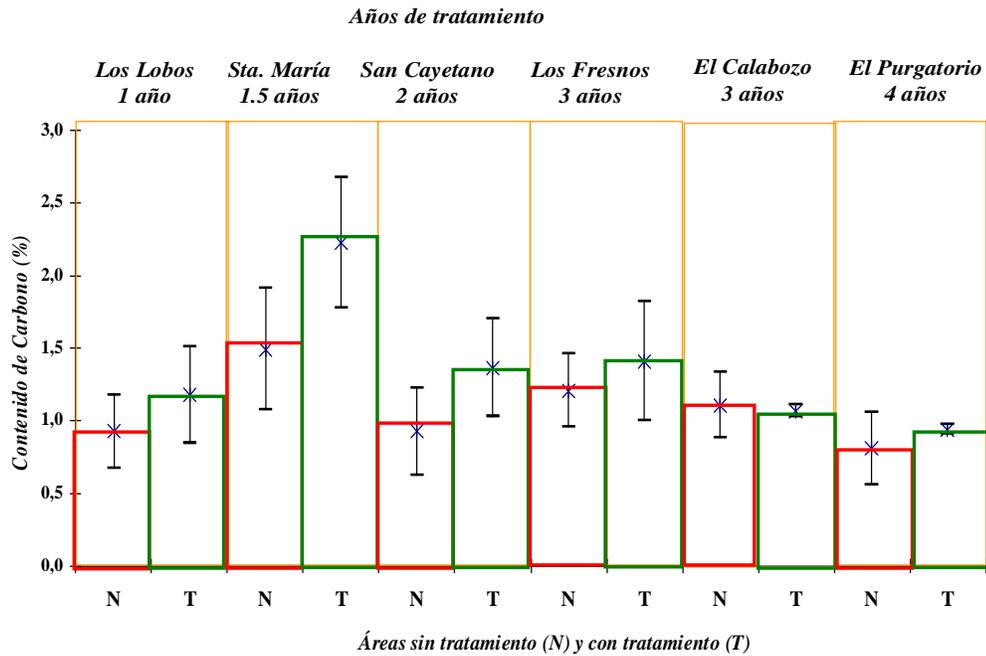


Figura 70. Variación de la media de porcentaje de contenido de carbono en suelo e intervalos de confianza para área sin y con tratamiento, y tiempo de tratamiento para los seis sitios del área de estudio. Junio – Octubre, 2008.

Las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). A este respecto, Balesdent *et al.*, (2000) indican que en condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y sola una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg⁴/año) se acumula en la fracción húmica estable (0.4 Pg/año). Al mismo tiempo, Cerri *et al.*, (1985), señala que cuando hay un cambio importante en la vegetación (bosques/cultivos/pasturas) es posible seguir la evolución de los distintos tipos de residuos de las plantas. La tasa de mineralización de la materia orgánica del suelo depende sobre todo de la temperatura y de la disponibilidad de oxígeno -drenaje-, el uso de la tierra, los sistemas de cultivo, el manejo del suelo y de los cultivos (Lal *et al.*, 1995).

⁴ Pg: abreviatura de pentagramo, equivalente a mil millones de toneladas.

En lo que respecta a este estudio, el porcentaje de contenido de carbono en suelo, aún cuando no varió significativamente entre área sin y con tratamiento, según los datos obtenidos para los seis Ranchos en estudio, dicho contenido se vio aparentemente modificado a un incremento de los niveles reportados en el área inicial natural sin tratamiento vs. el área con tratamiento por paso del rodillo aireador resultando el registro desfavorable para el área sin tratamiento. Tal resultado evidencia en este estudio, para estos sitios y según las condiciones presentes en cada uno de ellos, el potencial beneficio del empleo de esta tecnología mecánica de aireación en un posible incremento a corto, mediano y largo plazo del contenido de carbono en suelo.

CAPÍTULO VI

**VARIACIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO
DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA POR SITIOS DE
ESTUDIO Y ÁREAS SIN Y CON TRATAMIENTO**

6.1. Producción de biomasa y contenido de carbono.

La determinación de las existencias de biomasa y su contenido de carbono se efectuó en dos sitios: Rancho Los Lobos y Los Fresnos.

❖ Rancho Los Lobos.

La prueba t para muestras relacionadas aplicada indica que existió diferencia significativa para la variable producción de biomasa (Prob. 0.0412) y que el área con tratamiento resultó mejor que el área sin tratamiento (Prob. 0.0206). A nivel transecto sin tratamiento vs. transecto con tratamiento se evidenció diferencia significativa en las relaciones N4 vs. T4 (Prob. 0.0446 y 0.0223) y la misma fue a favor del área sin tratamiento. Para la relación N5 vs. T5 (Prob. 0.0870 y 0.0435), aunque no se reporta diferencia significativa la variable producción de biomasa es mejor en área con tratamiento (ver Anexo I, Cuadros 39a y 39b).

El valor promedio de biomasa para área sin y con tratamiento que se observa en la Figura 71, mostró valores más altos para el área sin tratamiento los cuales variaron entre 1.35ton/ha hasta un 3.81ton/ha y mantuvieron una tendencia fluctuante. Por su parte el área con tratamiento se observó con valores más bajos que variaron entre 0.99ton/ha hasta un máximo de 1.64ton/ha en todos los transectos en estudio y mantuvieron una tendencia más uniforme. Así mismo, se observa una diferencia porcentual mayor para las relaciones N1 vs. T1 con un 74.02%; N3 vs. T3 con 73.85%; N5 vs. T5 con 45.87% de incremento a favor del área sin tratamiento. La diferencia porcentual se notó más baja en las relaciones N4 vs. T4 y N2 vs. T2 con 33.33% y 14.81%, respectivamente.

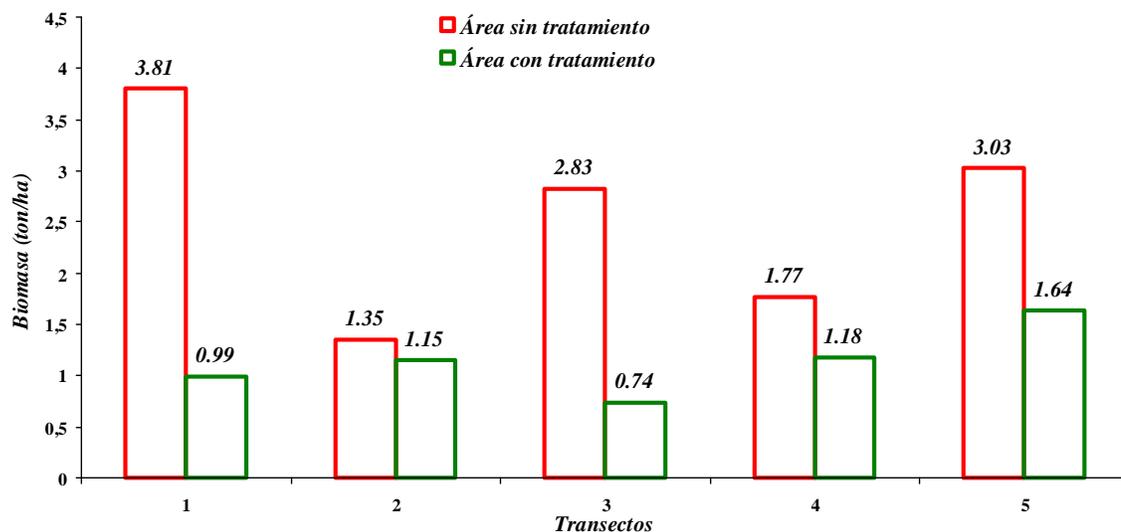


Figura 71. Variación de la media de determinación de biomasa en área tratada vs. no tratada. Rancho Los Lobos. 2008.

En el caso de la media de determinación de contenido de carbono, que aparece en la Figura 72, dado que se genera en conjunto con los valores de biomasa vemos que ocurre una tendencia similar de comportamiento a aquella reportada para producción de biomasa. La curva se visualiza fluctuante con picos en N1 y N3. Los valores de contenido de carbono estuvieron entre 1.57 y 0.19ton/ha para este sitio en el área sin tratamiento. A su vez el área con tratamiento, reporta valores entre 0.16 y 0.49ton/ha, existiendo un incremento diferencial a nivel porcentaje de 75.40% a favor del área sin tratamiento.

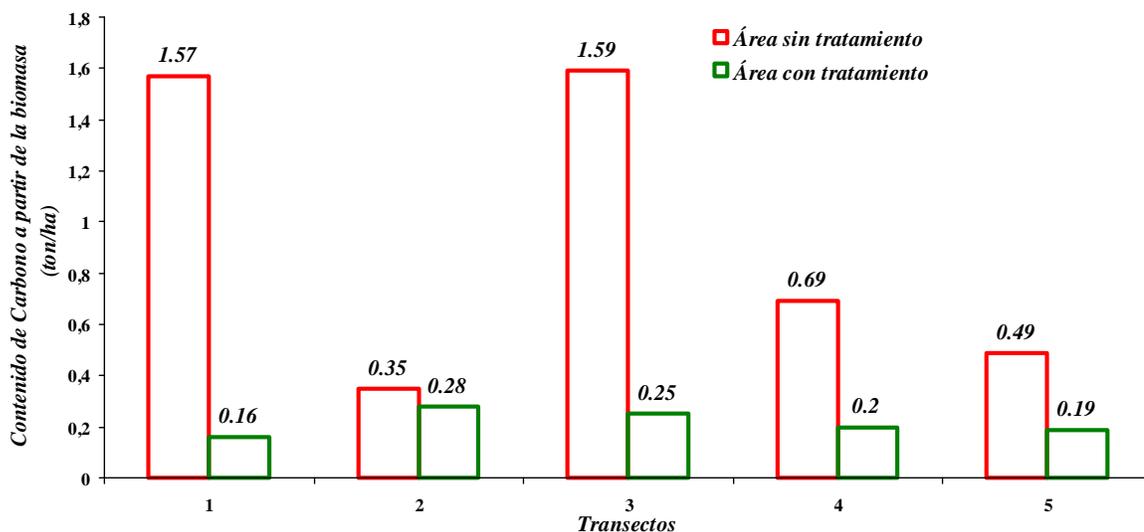


Figura 72. Variación de la media de determinación de contenido de carbono (ton/ha) en área sin tratamiento vs. área con tratamiento. Rancho Los Lobos. 2008.

Las pruebas estadísticas aplicadas muestran que para la variable contenido de carbono en biomasa aérea no existió diferencia significativa a nivel área ni a nivel transecto, entre áreas sin y con tratamiento (ver Anexo I, Cuadro 40a y 40b).

Los resultados obtenidos para determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono en vegetación se observan en el Cuadro 33. En el área sin tratamiento se observa una variación para biomasa en un rango de 5.38 – 0.50 ton/ha y en contenido de carbono 2.44 – 0.02ton/ha para área sin tratamiento. En el caso de las áreas con tratamiento los valores oscilaron entre 3.21 – 0.10ton/ha para biomasa y de 0.64-0.03ton/ha para contenido de carbono.

Cuadro 33. Valores medios de determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies analizadas, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa aérea (ton/ha)</i>	<i>Contenido de carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Porlieria angustifolia</i>	5.38	2.44
<i>Acacia berlandieri</i>	4.12	2.61
<i>Prosopis glandulosa</i>	3.59	1.12
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	3.23	0.08
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2.92	0.82
<i>Larrea tridentata</i>	2.26	0.99
<i>Schaefferia cuneifolia</i>	1.97	0.79
<i>Aloysia lycioides</i>	1.75	0.30
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.19	0.26
<i>Viguiera stenoloba</i>	1.11	0.38
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1.05	0.42
<i>Opuntia paecantha</i>	0.72	0.20
<i>Jatropha dioica</i>	0.51	0.01
<i>Acacia rigidula</i>	0.50	0.02
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Acacia rigidula</i>	3.21	0.64
<i>Viguiera stenoloba</i>	1.66	0.42
<i>Partenium bipinnatifidum</i>	1.43	0.05
<i>Ziziphus obtusifolium</i>	1.35	0.52
<i>Porlieria angustifolia</i>	1.25	0.22
<i>Lantana macropoda</i>	0.81	0.32
<i>Opuntia paecantha</i>	0.79	0.29
<i>Acacia berlandieri</i>	0.78	0.26
<i>Zexmenia hisplaba</i>	0.57	0.20
<i>Dalea sp.</i>	0.54	0.19
<i>Urochloa fasciculata</i>	0.34	0.11
<i>Jatropha dioica</i>	0.30	0.11
<i>Aloysia macrostachya</i>	0.21	0.07
<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.15	0.05
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.12	0.03
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.10	0.03

La producción total de biomasa en área sin tratamiento para la especie *Porlieria angustifolia* fue de 5.38ton/ha estimada en materia seca. El promedio de carbono orgánico almacenado en la biomasa para esta especie fue de 45.37%; con esta información se estimó un total de 2.44ton/ha de carbono almacenado en la población

muestreada. Para la especie *Acacia rigidula* la producción de biomasa alcanzó 0.50ton/ha estimada en materia seca, y el promedio de carbono orgánico almacenado en la biomasa fue de 4.85% que permitió estimar un 0.02ton/ha de carbono.

Para el área con tratamiento la producción de biomasa de *Acacia rigidula* fue de 3.21ton/ha estimada en materia seca con media de contenido de carbono de 20.74%, para 0.64 ton/ha de contenido de carbono. La especie *Leucoplhyllum frutescens* con 0.10 de biomasa por materia seca, para 29.7% de contenido de carbono y 0.03 ton/ha en este sitio.

❖ **Rancho Los Fresnos.**

En el Rancho Los Fresnos, la prueba t para muestras relacionadas aplicada indica que no existió diferencia significativa para las variables producción de biomasa y contenido de carbono ni a nivel área ni a nivel transecto (ver Anexo I, Cuadros 41a, 41 b y 42a y 42b, respectivamente).

Las Figuras 73 y 74 muestran, para los valores medios de producción de biomasa y contenido de carbono en vegetación, para área sin y con tratamiento el comportamiento de estas variables.

Para producción de biomasa se observaron variaciones de 9.99ton/ha a 0.64ton/ha para área sin tratamiento y de 0.94 a 0.12ton/ha para área con tratamiento. La curva se muestra fluctuante para área sin tratamiento y más uniforme para área con tratamiento.

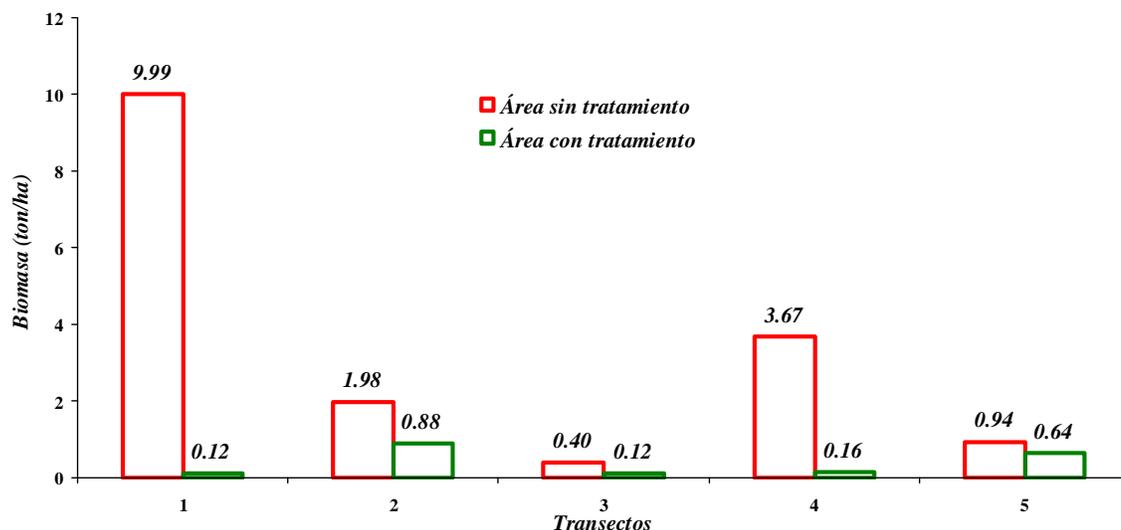


Figura 73. Variación de la media de determinación de biomasa en área con tratamiento vs. área sin tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.

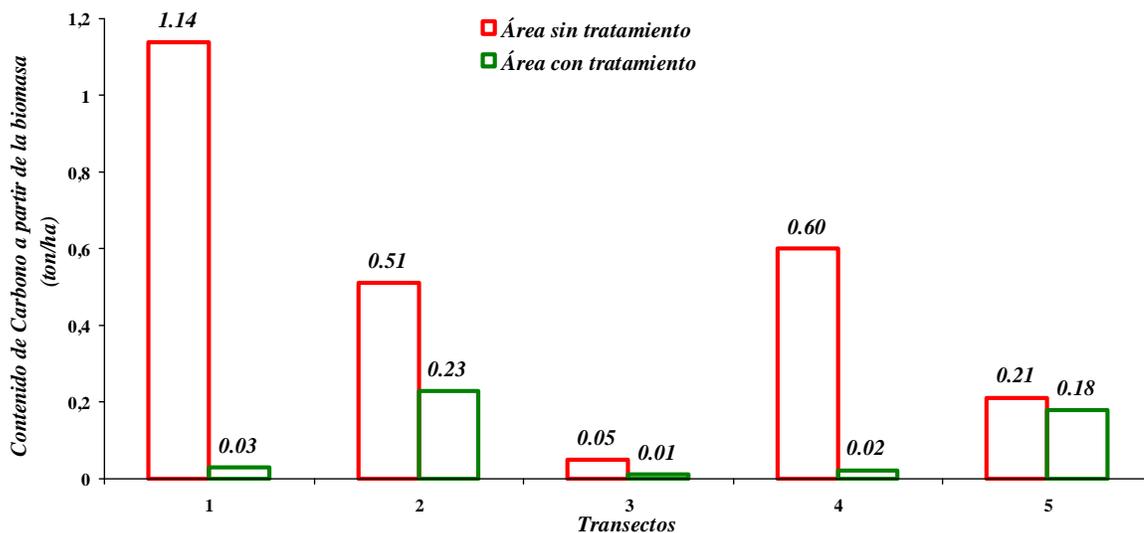


Figura 74. Variación de la media de determinación de contenido de carbono (ton/ha en área con tratamiento vs. área sin tratamiento. Rancho Los Fresnos. 2008.

En el caso de contenido de carbono los valores fluctuaron entre 1.14 ton/ha – 0.05ton/ha en área sin tratamiento y entre 0.18 y 0.03ton/ha en área con tratamiento. Se observa un ascenso importante en la curva para N1 vs. T1 con un incremento del 97.36%

y en la relación N4 vs. T4 con 96.67% de diferencia porcentual, un 80% para N3 vs. T3; un 54.90% de diferencia porcentual para N2 vs. T2 y un 14.29% de incremento para N5 vs. T5, en todos los casos a favor del área sin tratamiento.

Los resultados obtenidos para determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono en vegetación se observan en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Valores medios de determinación de biomasa y estimación del contenido de carbono de las especies analizadas, presentes en el área sin y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Especies</i>	<i>Biomasa aérea (ton/ha)</i>	<i>Contenido de carbono (ton/ha)</i>
<i>Sin Tratamiento</i>		
<i>Opuntia microdasys</i>	11.66	1.50
<i>Fouquieria splendens</i>	5.33	1.74
<i>Agave lechuguilla</i>	2.83	0.41
<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.42	0.33
<i>Larrea tridentata</i>	0.70	0.08
<i>Jatropha dioica</i>	0.53	0.05
<i>Con Tratamiento</i>		
<i>Larrea tridentata</i>	0.66	0.10
<i>Opuntia microdasys</i>	0.27	0.04
<i>Agave lechuguilla</i>	0.25	0.04
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.16	0.02
<i>Coldenia canescens</i>	0.04	0.01

La producción total de biomasa en área sin tratamiento para la especie *Opuntia microdasys* fue de 11ton/ha estimada en materia seca. El promedio de carbono orgánico almacenado en la biomasa para esta especie fue de 15.82%; con esta información se estimó un total de 1.50 ton/ha de carbono almacenado en la población muestreada. Para la especie *Jatropha dioica* la producción de biomasa alcanzó 0.53ton/ha estimada en materia seca, y el promedio de carbono orgánico almacenado en la biomasa fue de 10.13% que permitió estimar un 0.05ton/ha de carbono.

Para el área con tratamiento la producción de biomasa de *Larrea tridentata* fue de 0.66ton/ha estimada en materia seca con media de contenido de carbono de 14.67%, para 0.10 ton/ha de contenido de carbono. La especie *Coldenia canescens* con 0.04 de biomasa por materia seca, para 23.3% de contenido de carbono y 0.01 ton/ha en este sitio.

En general se pudo evidenciar que la media de determinación de producción de biomasa para área con tratamiento se mantuvo por debajo de los valores reportados para área sin tratamiento a excepción de algunas variaciones, y mantuvo una tendencia más uniforme en área con tratamiento respecto a aquella reportada para área sin tratamiento para las especies colectadas.

Se pudo observar que sólo unas cuantas especies eran comunes entre área con y sin tratamiento (figuras 74 y 75), por lo que las variaciones pueden verse influenciadas por el tipo de especie presente entre área y área que tenderían a incorporar cambios en incremento o decremento de la producción de biomasa y del contenido de carbono.

Por otra parte, existieron diferencias en el porcentaje de carbono obtenido para el caso de especies que fueron analizadas tanto en área con y sin tratamiento como el caso de *Jatropha dioica*, *Acacia rigidula* en Rancho Los Lobos y *Opuntia leptocaulis*, *Larrea tridentata* para el Rancho Los Fresnos, por mencionar algunas. Si bien es cierto, que no se realizó un análisis considerando tipo de especies para la determinación del contenido de carbono sino más bien su presencia en área con y sin tratamiento, se pudo observar que los valores registrados para una misma especie fluctuaron de manera heterogénea.

Adicionalmente, si se consideran los valores registrados por especie para la determinación del contenido de carbono y producción de biomasa (Cuadros 34 y 35), con aquellos estimados (Cuadros 21 a 26), se observan variaciones drásticas para las especies en cuestión. Si bien, no se cuentan con resultados de valor de contenido de carbono para todas las especies, ni para todos los sitios en estudio, y sería difícil exponer

consideraciones al respecto, se puede interpretar a partir de los resultados observados que el contenido de carbono muestra tendencia a variar por especie según las características del sitio donde las especies ocurren.

Aunque se acepta que la estimación del carbono almacenado en la biomasa en general se estima aceptando que el contenido de carbono total corresponde al 50% del peso de la biomasa seca (Slijepcevic, 2001; IPCC, 1996). El IPCC (2000) señala también que el rango más citado para el contenido de carbono en la biomasa es 43 a 58%. No obstante, otros estudios denotan la variabilidad del contenido de carbono según especie y tejido del árbol (Francis, 2000; Gifford, 2000).

Adicionalmente, otras investigaciones indican que el contenido de carbono en la biomasa arbórea se ve influenciado por la calidad del sitio y edad de las plantaciones, obteniendo contenidos de carbono entre 32 y 40% para plantaciones de *Gmelina arborea*, 32 a 36% para *Tectona grandis* y 33 a 36% para *Bombacopsis quinata* (Cubero y Rojas, 1999). Por otro lado, Gayoso y Guerra (2005), también ha encontrado diferencias en el contenido de carbono según el método empleado en su determinación.

Lo anterior pone de manifiesto que las variaciones reportadas en este estudio, no distan de resultar poco comunes. Con lo que surge la necesidad de la realización de estudios locales adicionales para conocer los patrones de variación del contenido de carbono de las especies catalogadas con valor de importancia representativo y tener un punto de referencia en cuanto al contenido de carbono que éstas posean, dado que para efectos de la cuantificación del carbono en proyectos vinculados con captura de carbono y/o créditos de carbono, debieran preferirse valores de contenidos de carbono específicos, para lo cual es necesario contar con información local diferenciada por especie y componentes de la planta individual que permita discernir sobre dichas variaciones.

Los diversos análisis de captura de carbono estiman el gran potencial que tiene México (Masera et al. 2001). Sin embargo, las zonas áridas y semiáridas de México que cubren casi el 40% del territorio nacional, han sido poco estudiadas. Siendo los matorrales la vegetación con mayor superficie del país, abarcando casi un 30% (IFN, 2000). Ello debido a que gran parte de las investigaciones sobre contenido y captura de carbono se han enfocado en la vegetación con una masa forestal importante, es decir, bosques, selvas y plantaciones forestales.

Una vez analizadas todas las variables ecológicas consideradas en este estudio se observó que, si bien no en todos los sitios en estudio, existieron diferencias significativas entre las variables para área sin y con tratamiento, si se pudo observar una tendencia favorable hacia las áreas con tratamiento. En general, este comportamiento de las variables evaluadas se hace evidente desde el sitio Rancho Los Lobos (un año de tratamiento) hasta el sitio Rancho El Purgatorio (cuatro años de tratamiento). Los valores de las variables se observan constantemente favorables en las áreas tratadas (aún cuando las condiciones ecológicas de los ranchos sean distintas). La diversidad y densidad de especies se incrementa, el nivel de cobertura es más reducido en arbustivas y mejora en zacates. Existe además un recambio en el nivel de importancia de las especies con desplazamientos que tienden a la ausencia de algunas especies y la presencia de otras nuevas. El porcentaje del contenido de carbono en suelo es más alto, pero en la biomasa varía según la especie y sitio de estudio. Adicionalmente, el nivel de compactación medido por medio de la resistencia a la penetración, aunque muestra fluctuaciones dispersas entre área y área, muestra una aparentemente mejor condición del suelo para mantener una vegetación más densa y diversa en el área con tratamiento que en el área sin tratamiento.

Lo anterior permite interpretar un impacto aparentemente positivo para las áreas con tratamiento respecto a las áreas sin tratamiento, consideradas en este estudio. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de otras investigaciones donde se ha encontrado que la aplicación de la tecnología del rodillo aireador genera beneficios

directos en el suelo (mejorando la infiltración y percolación, reduciendo la compactación, entre otras) y en la vegetación (promoviendo el potencial de rebrote del banco de semillas existentes en el suelo, entre otras), como ya se explicó en la sección correspondiente.

Por otro lado, también se pudo observar que las diferencias en los contenidos de carbono, tanto en biomasa como en suelo, variaron de rancho a rancho, y que por tanto la tendencia se ve influenciada por ciertas condiciones que se manifiestan como evidentes condiciones favorables en algunos casos y respuestas indiferentes al tratamiento en otros, con cierta tendencia a ser positivamente mejores en el área con tratamiento independiente del sitio en el que se ubiquen las áreas tratadas.

Con base en estos aspectos, se puede decir que la respuesta del paso del rodillo aireador variará en la medida en que el tipo de suelo provea las condiciones necesarias para que el banco de semillas responda por medio de variables como las que se evaluaron en este estudio, manifestando el potencial productivo de los sitios. Cuando se aplica el rodillo sobre el suelo no sólo se descompacta el terreno sino que también se provee al suelo de vegetación muerta que servirá de base para el establecimiento de especies, en la etapa sucesional que corresponda. Visto de esta manera, dependiendo del aporte de materia orgánica al suelo por las diferentes especies vegetales existentes en él, se mejorarán las condiciones edáficas, principalmente su contenido nutritivo.

La aplicación de esta tecnología revierte aparentes mejoras al ecosistema y si esas mejoras ocurren en sitios que se han estado expuestos al sobrepastoreo, como el caso del presente estudio, y que por tanto poseen un cierto grado de deterioro, estas mejoras, son un indicador de eficacia del uso de este implemento mecánico de aireación, como tecnología restauradora y potencial mejoradora del almacenamiento de carbono.

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES

- ❖ Los valores reportados para cada variable ecológica considerada aunque no resultaron significativamente diferentes a los registrados en áreas sin tratamiento, mostraron una diferencia porcentual y una tendencia favorable en el área con tratamiento, en la mayoría de los casos. Ello representa una aparente eficacia del uso de este implemente mecánico de aireación, en los sitios evaluados y bajo las variables consideradas en este estudio.

- ❖ El valor de importancia de las especies permitió evidenciar un patrón de recambio de especies entre área sin y con tratamiento. Ello quiere decir que algunas especies que fueron registradas en las áreas sin tratamiento se observaron en las áreas tratadas. En cambio, especies diferentes se registraron en estas últimas áreas, lo cual contribuyó a generar mayor diversidad específica y uniformidad en la abundancia relativa de las especies en el área con tratamiento a aquellas reportadas en el área sin tratamiento.

- ❖ El valor porcentual del contenido de carbono del suelo fue relativamente más alto en áreas con tratamientos respecto a áreas sin tratamiento, aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. El contenido de carbono en la biomasa de las especies mostró una tendencia a variar entre las diferentes especies. Este comportamiento de los datos, bajo las condiciones consideradas en este estudio, le confiere a la tecnología de aireación del suelo características favorables para su uso en el mejoramiento de estas tierras como sumideros de carbono.

- ❖ Si bien los sitios poseen condiciones climatológicas, edáficas y de vegetación que hacen difícil establecer algún tipo de comparación entre ellos, se pudo notar que no existió un patrón regulado de influencia por tiempo de tratamiento entre sitios. Por ello, se asume que la mayor o menor respuesta a su uso está vinculado con el banco de semillas existente en el suelo, la calidad de la materia orgánica que se deposita con el paso del rodillo (influenciada por la composición florística) y el tipo de suelo, atributos de los que aportan estas variaciones.

- ❖ Es importante considerar que difícilmente una sola tecnología sería la solución para todos los problemas del ecosistema. Se recomienda buscar áreas en otros sitios a nivel nacional e internacional donde puedan evaluarse beneficios en variables que requieren largos períodos de tiempo para manifestar cambios después de aplicado el tratamiento.

LITERATURA CITADA

- ❖ ACOSTA GUTIÉRREZ, Z.; FRAGA, J. Y ESPINOSA, A. 2005. **Servicios ambientales de un sistema silvopastoril de Eucaliptus saligna en Panicum maximum**. Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey. Cuba. Telefax: (53) (32) 298268. Correo electrónico: zoe@cimac.cmw.inf.cu
- ❖ ANDRADE-LIMAS, E.; ESPINOSA-RAMÍREZ M.; FAZ-CANO, A.; MUÑOZ-GARCÍA, M. A. 2005. **Evaluación de técnicas de conservación de suelos y agua en el norte de Tamaulipas**. Centro de Desarrollo Regional Sustentable. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria. Tamaulipas. México. Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria, Universidad Politécnica de Cartagena. eandrade@uat.edu.mx
- ❖ BALESSENT, J., CHENU, C., BALABANE, M. 2000. **Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage**. Soil and Tillage Research 53: 215-220.
- ❖ BARRERA, J. I., CAMARGO, G. Y MONTOYA S. 2005. Diseños para la Restauración ecológica de la Cantera Soratama I, localidad de Usaquén, Bogotá, D. C., Colombia. **Primer Simposium de Restauración Cuba, 2005**. ISBN 959-250-156-4. www.dama.gov.co
- ❖ BATJES, N.H. 1996. **Total carbon and nitrogen in the soils of the world**. European Journal of Soil Science 47: 151-163.
- ❖ BOTERO, R. UNELLEZ Y BROUGHAM, R. W. 1997. Fertilización racional y renovación de pasturas mejoradas. seminario sobre manejo y utilización de pastos y forrajes, Pp. 1-14.
- ❖ BURGOS, A. 2004. **Estrategia para el abordaje ecosistémico de una investigación en restauración ecológica, aplicada al caso del bosque tropical seco en la región de Chamela**. Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM.
- ❖ BUSCH, C.; SANCHEZ-AZOFEITA A. Y SATHAYE J. 2000. **Estimating the greenhouse gas benefits of forestry projects: a Costa Rican case study**. Report LBNL 42289. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory
- ❖ CERRI, C., FELLER, C., BALESSENT, J., VICTORIA, R., PLENECASSAGNE, A. 1985. **Application du traçage isotopique naturel ¹³C à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols**. C.R. Acad. Sc. Paris, Ser 2, 300: 423-428.
- ❖ CHIDIAK M., A. MOREYRA, C. GRECO. (2003). Captura de carbono y desarrollo forestal sustentable en la Patagonia Argentina: Sinergias y Desafíos. Centro de Investigaciones para la transformación (CENIT) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Informe Final. Buenos Aires, Argentina. 27 pp.
- ❖ CIRELLI, V. 2005. **Restauración ecológica en la cuenca apatlaco - Tembembe. Estudio de caso: modelado de la distribución de la nutria de río, *Lontra longicaudis annectens***. Instituto de biología. Orientación en restauración ecológica. México, D.F.

- ❖ CLARK, R.L., D.E. RADCLIFFE, G.W. LANGDALE, AND R.R. BRUCE. 1993. **Soil strength and water infiltration as affected by paratillage frequency.** Trans. ASAE 36:1301–1306.
- ❖ Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. 2008. **Conservación y Restauración: Suelos Forestales.** Suelos Forestales: Lucha contra la Desertificación
- ❖ COOK, R., 1980. The biology of seeds in the soil. In: Solbrig, O.T. (ed.). **Demography and evolution in plant populations.** Botanical Monographs 15:107-129
- ❖ CUBERO, J., S. ROJAS. **Fijación de carbono en plantaciones de *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata* en los cantones de Hojancha y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.** Heredia (Costa Rica): Tes. Lic. Cs. Forestales Universidad Nacional, 1999. 93 p.
- ❖ CUMMNINGS, J.; RED, N., DAVIES, I. Y GRANTS, C. 2005. Adaptive restoration of sand – mined areas for biological conservation. **Journal of Applied Ecology.** Ecological Society. Vol. 42, pp. 160-170.
- ❖ DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. USDA 2003. Notas de **Agroforestería: De sistemas pastoriles a silvopastoriles.** USDA/NAC AF-22. 4p.
- ❖ EGUREN, L. 2004. **El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas.** Santiago, Chile, CEPAL. 83 p. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo).
- ❖ ELLIS, J. 2002. Developing guidance on monitoring and project boundaries for greenhouse gas projects. Information Paper COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2002)2, OECD/IEA, Paris
- ❖ FAO 2005. Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. Rome.
- ❖ FRANCIS, J. 2000. **Estimating Biomass and Carbon Content of Saplings in Puerto Rican Secondary Forests.** Caribbean Journal of Science. 36 34:346350.
- ❖ FULBRIGHT, T. E. AND D.L. DRAWE. 2003. **Range condition: the foundation paradigm in rangeland ecology and management.** Pages 23-34 in C. A. Forgason, F. C. Bryant and P. C. Genho, eds. Ranch Management.
- ❖ GARCÍA E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. México.
- ❖ GARCÍA-OLIVA, F., J. M. MAASS, V. J. JARAMILLO, A. MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. PÉREZ-JIMÉNEZ Y J. SARUKHÁN 2006. **El enfoque ecosistémico y su aplicación en problemas de manejo y restauración ecológica: el caso de la selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco.** En: K. Oyama y A. Castillo (Eds.) Manejo, Conservación y Restauración de Recursos Naturales en México. Perspectivas desde la investigación científica. Siglo XXI-UNAM, México, pp: 111-126. (ISBN: 968-23-2649-4).
- ❖ GARCÍA-SÁNCHEZ, R. 2005. Restauración de la cubierta vegetal de los matorrales semiáridos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. **Primer Simposium de Restauración Cuba, 2005.** ISBN 959-250-156-4. www.dama.gov.co

- ❖ GAYOSO J. Y J. GUERRA. 2005. **Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile**. Bosque (Valdivia) 26 (2)3338.
- ❖ GONZÁLEZ, O. J.; IBARRA, E.; RANGEL N. J.; Y AUVINET, G. 2004. **Caracterización geotécnica superficial mediante ensayos con cono dinámico manual**. Instituto de Ingeniería, UNAM (artículo). 7p.
- ❖ GUEVARA R.; G. GUEVARA Y L. CURBELO. 2004. **Pastoreo Racional Voisin para la producción bovina sostenible**. Artículo reseña, segunda parte, Rev. prod. anim. Universidad de Camagüey, Cuba, 16 (1): 5,
- ❖ GUEVARA, J.; ESTEVEZ R.; TORRES, E. 1995. Receptividad de las pasturas naturales de la llanura de Mendoza. Multequina, # 004. **Instituto argentino de investigación de las zonas áridas**. Mendoza, Argentina. Multequina. Latin american journal of natural resources. pp. 29-35. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/428/42800404.pdf>.
- ❖ GUTIÉRREZ, R. E. Y SIERRA T. J. S. 2004. **Uso del rodillo aereador para incrementar la producción de forraje en pastizales de Chihuahua**. Campo Experimental La Campana-Madera-Cirnoc-Inifap. gutierrez.esteban@inifap.gob.mx
- ❖ HANDRECK, K.A. Y BLACK N.D. 1994. **Growing Media for Ornamental Plants and Turf** (2d rev.ed.) NSW University Press, Kensington, Australia.
- ❖ HANSELKA, C. W.; LIVINGSTON, S. Y BADE, D. 2001. **Renovation Practices to Improve Rainfall Effectiveness on Rangeland and Pastures**. Texas Agricultural Extension Service. Texas Agricultural Extension Service 1 Zerle L. Carpenter, Director 1 The Texas A&M University System 1 College Station, Texas.
- ❖ HEATHA, L.; BIRDSEYB R. A. & WILLIAMS D.W. 2002. "Methodology for estimating soil carbon for the forest carbon budget model of the United States, 2001", Environmental Pollution 116 (2002) 373–380.
- ❖ HENDERSON, C.B.; K.E. PETERSEN AND R.A. REDAK, 1988. **Spatial and temporal in the seed bank and vegetation of a desert grassland community**. Journal of Ecology 76:717-728.
- ❖ HERBEL, C.H. & PIEPER, R.D. 1991. Grazing management. **Semiarid lands and deserts**. Soil resource and reclamation. New York, New York, USA: Marcel Dekker.
- ❖ Heredia, F. 2000. **Efectos de tratamientos mecánicos sobre las aves en el matorral xerófilo en Lampazos de Naranjo, N. L. México**. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL. México. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/312/suelopres.html>
- ❖ HUSH, B. 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. **Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestal**. INFORA.Valdivia Chile. Octubre, 18-20.
- ❖ IBARRA F., F. A., M. H. MARTÍN R. Y H. A. AGUAYO A., 2002, Uso del rodillo aireador para rehabilitar praderas, Revista Rancho, PATROCIPES, Octubre 2002

- ❖ IBARRA, F.; MARTÍN M.; AGUAYO H. 2004. Investigación de manejo y mejoramiento de agostaderos. Reporte Técnico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Patronato de Infraestructura Pecuaria del Estado de Sonora (PIPES).
- ❖ IBARRA, F.; MARTÍN, M.; MORENO, S.; DENOGEAN, F.; GERLACH L. 2003. El zacare buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos en la zona serrana de Sonora. 521-529. Revista Mexicana de Agronegocios, enero-junio, año IX, número 016 Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C. Universidad Autónoma de la Laguna UAAN. Torreón México.
- ❖ IFN. Inventario Forestal Nacional. 2000. **INEGI. UNAM. SEMARNAP.** México.
- ❖ **INEGI-SEMARNAT. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1997.** Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. Estadísticas del Medio Ambiente.
- ❖ **INEGI-SEMARNAT. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2005.** Tipo de Uso y Vegetación. Período de observación 2002-2005. Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica. Información Estadística Suelo.
- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE).** 2005. Ganaderización, sobrepastoreo y degradación de suelos. Informe, 2005.
- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE).** 2007. Sector Forestal. Políticas de Mitigación.
- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (INE).** 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. INEGI-SEMARNAP.
- ❖ **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS. INIFAP.** 2000. Guía de Manejo de Praderas de Gramíneas de Clima Templado en México.
- ❖ JARAMILLO V. V., D. G. VILLEGAS, I. R. MENDEZ, Y G. D. RIOS, 1991. **Coefficientes de Agostaderos de la República Mexicana.** Mapa COTECOCA, SARH.
- ❖ KARJALAINEN, T. Y LISKI, J. 1997. “**Approaches for Carbon Budget Analyses of the Siberian Forest**”. Interim Report IR-97-023/June. International Institute for Applied Systems Analysis.
- ❖ LACLAU, P. 2003. **La forestación en la Patagonia y el cambio climático.** INTA, EEA Bariloche, GTZ.
- ❖ LAL, R., KIMBLE, I., LEVINE, E, STEWART, B.A. (eds) 1995. Soils and global change. CRC & Lewis publishers, Boca Raton FL
- ❖ LAZOS C., E. 1996. **El encuentro de subjetividades en la ganadería campesina.** Ciencias 44:36-45.

- ❖ LISKI J, KARJALAINEN T, PUSSINEN A, NABUURS GJ, KAUPPI P, (2000). Trees as carbon sinks and sources in the European Union. *Environ. Sci. Policy* 3 (2-3), p. 91-97.
- ❖ LOZANO, F. 2004. **Nuevos conceptos y estrategias para la renovación de praderas degradadas en el trópico alto colombiano** Primera Reunión de la Red Temática de Recursos Forrajeros, Junio 2004, C.I. Tibaitata Ingeniero Agrícola M.Sc. Investigador Programa Nacional de Procesos Agroindustriales. Corpoica. C.I. Tibaitatá. Corpoica: corporación colombiana de investigación agropecuaria. <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Foros/LOZANOO.F..pdf>
- ❖ M.L. SELF-DAVIS, M.S. MILLER, R.L. RAPER, AND D.W. REEVES; **Pasture Soil and Vegetation Response to Renovation Tillage**, In PROCEEDINGS, New Technology and Conservation Tillage, 19TH ANNUAL SOUTHERN CONSERVATION TILLAGE CONFERENCE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE, The University of Tennessee, July 23-25,1996.
- ❖ MARTINEZ M, A., J.I. UVALLES Y R. ARANDA R, 2000, Tratamientos a la vegetación en el Campo Santa María. Sin publicar
- ❖ MARTINO, D. INIA. 2006. La Estanzuela **Maquinaria – Descripciones**. Aflojamiento mecánico del suelo: el "Paraplow". Ecampo. Com. [site:www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- ❖ MASERA, O., A. D. CERÓN Y A. ORDÓÑEZ. 2001. **Forestry mitigation options for Mexico: Finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns**. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6:291312.
- ❖ MAYER, A.M. AND A. POLJAKOFF-MAYBER, 1989. **The Germination of Seeds**. IV ed. Londres: Pergamon Press.
- ❖ MENGES, E. S. Y QUINTANA-ASCENCIO P. F. 2003. Tres lustros de investigaciones en la Estación Biológica Archbold (Florida, Estados Unidos) sobre demografía y conservación de especies vegetales endémicas de Florida. *Ecosistemas* 2003/2
- ❖ MORALES, C.; GUTIÉRREZ, E. Y SIERRA, J. S. 2004. Proyecto: Uso del rodillo aireador como una herramienta para el mejoramiento de pastizales. **INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**. Campo Experimental La Campana - Campo Experimental Madera. México.
- ❖ MORENO, J. 2005. **Capacidad de carga de un matorral con rehabilitación física**. Tesis Ingeniería en Planeación y Manejo de Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- ❖ MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, n. Y. 547pp.
- ❖ NAVAR, J.; MÉNDEZ, E. y DALE, V. 2002. **Estimating stan biomass in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico**. Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, México. Environmental Science Division, Oak Ridge National Laboratory, USA. *Ann. For. Sci.* 59(2002)813-821.

- ❖ O'HARA, S. L., STREET-PERROT, F. A. AND T. P. BURT. 1993. **Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture.** Nature 362: 48-51.
- ❖ OLDEMAN, L.R., HAKKELING, R.T.A., SOMBROEK, W.G. 1991. (2d ed.) World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note. United Nation Environment Programme, Nairobi.
- ❖ Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. FAO. 2005. Informes sobre recursos mundiales de suelos. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. basado en el trabajo de Michel Robert del Institut national de recherche agronomique. París, Francia. Roma, 2005 96 ISSN 1020-430-X
- ❖ ORTIZ-ARRONA, C. I. et al. 2005. Restauración de bosques ribereños antropogénicos, en el occidente de México. **Primer Simposium de Restauración Cuba, 2005.** ISBN 959-250-156-4. www.dama.gov.co
- ❖ PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. IPCC. 2000. **Land Use, Land-use Change, and Forestry: on Climate Change.** Cambridge University Press
- ❖ PATTERSON, J. 1977. **Soil compaction-effects on urban vegetation.** J. Arboriculture 3:161-167.
- ❖ PATTERSON, J; MURRAY, J Y SHORT, J. 1980. **The Impact of Urban Soils on Vegetation.** Proceedings of the third conference of the Metropolitan Tree improvement Alliance (METRIA). 3: 33-56.
- ❖ PIEPER, R.D. 1981. The stocking rate decision. Proc. Int. Rancher's Roundup 1: 199-204
- ❖ RAMIREZ, L.1996. **Fronteras ecológicas en ambiente mediterráneo. Implicaciones en la diversidad biológica.** Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- ❖ RAPER, R.; MILLER-GOODMAN, M.; SELF-DAVIS, M. Y REEVES, D. 1997. **Draft requirements and soil benefits of pasture renovation tillage,** Paper No. 97-AETC105, An ASAE Meeting Presentation. Agricultural Equipment Technology Conference sponsored by ASAE, Commonwealth Convention Center, Louisville, Kentucky, February 10-12.
- ❖ Revista Mexicana de Agronegocios. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A. C. Universidad Autónoma de La Laguna: UAAAN. México.
- ❖ ROBINSON, J. Y BURTON, S. 2000. AerWay Project. Funded by: The PFRA of BC and Agriculture Canada through Peace River Agriculture Development Fund (PRAD) Forage Facts Project Funded by: The PRFA of BC thank all the donators and supporters at their Forage Goods & Services Auction on Feb. 5, 2000. peace river forage association of british Columbia.
- ❖ ROSAS, C.A. 2002. Sumideros de carbono: ¿Solución a la mitigación de los efectos de cambio climático? Ecosistemas 2002/3 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/023/revisiones1.htm>). Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

- ❖ RUTHVEN III, D. C. Y K. L. KRAKAUER. 2004. **Vegetation response of a mesquite-mixed brush community to aeration.** *Journal of Range Management* 57 (1) pp. 34-40
- ❖ S. BROWN, A. PAIGE, N. KETE AND R. LIVERNASH. 1998. "Forest and Land Use Projects: Issues and Options: The Clean Development Mechanism" (Goldemberg, ed.), United Nations Development Programme, New York
- ❖ S. BROWN, M. CALMON, M. DELANEY. 1999. "Carbon Inventory and Monitoring Plan for the Guaraqueçaba Climate Action Project, Brazil". Prepared by Winrock International for The Nature Conservancy.
- ❖ S. GIFFORD, R. 2000. **Carbon contents of aboveground tissues of forest and woodland trees.** Australian Greenhouse Office. National Carbon Accounting System. Technical Report N°22. Canberra. 17 p.
- ❖ **SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.** 2003. Estadísticas Nuevo León. Ganadería, carga animal y producción forrajera.
- ❖ **SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.** 2005. Estadísticas Comités Sistema-Producto
- ❖ SAVORY, A. 2000. Taking a Holistic Approach. Preventing Wildfires through Proper Management of the National Forests Oversight Hearing conducted by the House Subcommittee on Forests and Forest Health. Albuquerque, New México. <http://www.holisticmanagement.org/>
- ❖ SCIFRES, C. J. AND W. T. HAMILTON. 2003. **Range habitat management: the tools.** Pages 109-132 in C. A. Forgason, F. C. Bryant and P. C. Genho, eds. Ranch Management; Integrating Cattle, Wildlife, and Range. King Ranch, Kingsville, TX.
- ❖ SCOTT-RUSSELL, R. 1977. **Plant Root Systems: Their Function and Interaction With the Soil.** McGraw-Hill (UK) Limited, London England. Foster y Blaine, 1978
- ❖ SEDJO, R. Y SOHNGEN, B. 2000. **Forestry Sequestration of CO2 and markets for timber.** paper 00-35, Washington D.C.
- ❖ SEMARNAT. 2002. Inventario Nacional de Suelos / SEMARNAT, 2002, con base en: Informes de CONAZA / SEDESOL, Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México, (PACD-México, 1994), México; Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) del 1 de junio de 1995 (Págs. 5 a la 36); Informes de SEMARNAT / PNUMA, 1999. Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación. Informe de México 2000-2002. SEMARNAT, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2006 con base en: SEMARNAT y Colegio de Postgraduados, Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002». México. 2003.
- ❖ SEMARNAT. **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002.** Inventario Nacional de Suelos. Informes de Conaza /Sedesol, Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México, (PACD-México, 1994), México; Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) del 1 de junio de 1995 (Págs. 5 a la 36).

- ❖ SER. 2004. **Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica.** SER (Society for Ecological Restoration International – Sociedad internacional para la restauración ecológica) Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (octubre, 2004)
- ❖ SINGH, R. N. 2002. Biorrestauración de escombreras mediante técnicas innovadoras, Nagpur, India. **National Environmental Engineering Research Institute (NEERI).** Nehru Marg, Nagpur 440 020. India. Environmental Biotechnology Division.
- ❖ SKOUSEN, J. G. DAVIS y J. D. BROTHERRSON. 1989. Pinyon – juniper chaining and seeding for biggame in central UTAH. *Journal of Range Management* 42(2). 96-103 pp.
- ❖ SLIJEPCEVIC, A. 2001. **Loss of carbon during controlled regeneration burns in Eucalyptus obliqua forest.** *Tasforests.* 13. 2:281290.
- ❖ TOLEDO, M. 2001. **Efecto de borde selva-potrero en la dinámica de nutrientes asociado a una especie arbórea dominante en un ecosistema tropical estacional.** Maestría en Ecología, Instituto de Ecología A.C., México.
- ❖ UVALLE S., J. I. 2001. **Rehabilitación de áreas pastoreadas y sus efectos en las comunidades vegetales en las dietas de ungulados.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L.
- ❖ UVALLE, J. 2001. **Rehabilitación de áreas pastoreadas y sus efectos en las comunidades vegetales y en las dietas de ungulados.** Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. UANL. México.
- ❖ VALENZUELA PÉREZ, S. 2004. **Elaboración del proyecto técnico: Restauración ecológica de comunidades de matorral tamaulipeco afectadas por actividades de PEMEX. Zona II. PRONATURA NORESTE, A. C. Informe final SNIB-CONABIO** proyecto No. CJ021. México D. F.
- ❖ VALENZUELA, S. 2003. PRONATURA. **Fundamentos Técnicos del Programa de Restauración de Ecosistemas de PRONATURA.** Programa de Restauración de Ecosistemas del Norte de México. PRONATURA Noreste A. C. apoyado por CONABIO.
- ❖ VERA, R. 2000. *Sistemas de Pastoreo. Una Síntesis Prospectiva de Oportunidades,* Reunión Alpa, Uruguay.
- ❖ WESTRING, C. 2001. **Restauración de hábitat y vida silvestre en el Norte de México.**
- ❖ YAMANA, N.; KAMEI, M; HIRATA, A.; HAYASHI, K.; TAKEUCHI, Y; Y HIROKANE, N. 2003. **Development and Utilization of Narrow-Ditch Type Pasture Renovator JARQ.** 37(1), 15 – 19. <http://www.jircas.affrc.go.jp>
- ❖ ZHOU, S.1997. **Caractérisation des sols de surface a l'aide du pénétromètre dynamique léger a énergie variable type Panda**“, Formation Doctorale, Université Blaise Pascal, Francia.

ANEXO I

Cuadro 1. Densidad (indiv./m²) para área sin tratamiento de los seis sitios del área de estudio. Junio-Octubre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	N1	N2	N3	N4	N5	
<i>Los Lobos</i>	2.00	2.29	1.28	1.24	1.05	1,57
<i>Santa María</i>	1.83	1.09	1.30	1.30	1.20	1.34
<i>San Cayetano</i>	1.93	1.88	2.69	2.18	1.60	2.06
<i>Los Fresnos</i>	1.01	0.83	1.37	0.65	0.64	0,90
<i>El Calabozo</i>	2.60	1.55	2.74	1.42	1.59	1.98
<i>El Purgatorio</i>	1.83	1.09	1.20	1.30	1.20	1.32

Cuadro 2. Densidad (indiv./m²) para área con tratamiento de los seis sitios del área de estudio. Junio-Octubre, 2008.

SITIOS	TRANSECTOS					TOTALES
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Los Lobos</i>	1.96	1.48	6.73	1.63	0.90	2.54
<i>Santa María</i>	2.08	1.14	3.27	1.39	2.22	2.02
<i>San Cayetano</i>	3.96	6.66	7.86	2.00	5.85	5.27
<i>Los Fresnos</i>	2.47	2.51	1.09	1.54	1.31	1.78
<i>El Calabozo</i>	2.56	1.93	4.56	4.35	1.38	2.96
<i>El Purgatorio</i>	0.32	7.1	0.15	0.91	1.90	0,80

Cuadro 3a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,63142	0,07508
Varianza	0,03985	0,00083
Coef. variación	0,31616	0,38381
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,797033599	
Valor prueba t	5,5715	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0051	
Probabilidad (1 cola)	0,0025	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 3b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,73004	0,07003	0,48590	0,08059	0,87536	0,06054	0,37543	0,12057	0,69034	0,04369
<i>Varianza</i>	1,04321	0,00018	0,12502	0,00109	0,43883	0,00208	0,20294	0,00372	0,22890	0,00082
<i>Coef. Variación</i>	1,39907	0,19190	0,72768	0,40878	0,75677	0,75287	1,19992	0,50578	0,69304	0,65732
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,754296324		-0,329056818		0,914493734		0,086339153		0,05824411	
<i>Valor Prueba T</i>	1,2796		2,2164		2,6241		1,1344		2,7078	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,2907		0,1134		0,0787		0,3391		0,0733	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1453		0,0567		0,0394		0,1695		0,0367	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 4a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,0489	0,0396
Varianza	0,0002	0,0003
Coef. variación	0,2769	0,4064
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,071938665	
Valor prueba t	0,9527	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3947	
Probabilidad (1 cola)	0,1973	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 4b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,05963	0,03274	0,03469	0,03461	0,05911	0,06250	0,03349	0,04789	0,05752	0,02032
<i>Varianza</i>	0,00562	0,00038	0,00021	0,00018	0,00150	0,00096	0,00090	0,00050	0,00244	0,00010
<i>Coef. Variación</i>	1,25731	0,59664	0,42073	0,38550	0,65470	0,49670	0,89455	0,46714	0,85814	0,48880
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,554423309		-0,090700693		0,747069666		-0,110553587		0,87152006	
<i>Valor Prueba T</i>	0,6159		0,0075		-0,2629		-0,7323		1,8147	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,5816		0,9945		0,8096		0,5170		0,1672	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2908		0,4973		0,4048		0,2585		0,0836	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 5a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,4816	1,7560
Varianza	0,3392	1,6272
Coef. variación	0,3931	0,7264
Repeticiones	5	5
Correlación	0,550565811	
Valor prueba t	-0,5725	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,5976	
Probabilidad (1 cola)	0,2988	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 5b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	1,7555	2,3134	1,3550	2,6600	0,5178	0,2285	1,8500	0,5550	1,9299	3,0232
<i>Varianza</i>	1,8706	16,2460	0,4772	23,2875	0,0875	0,0187	1,0795	0,2050	0,3006	29,5926
<i>Coef. Variación</i>	0,7791	1,7423	0,5098	1,8142	0,5714	0,5988	0,5616	0,8158	0,2841	1,7994
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,220047573		0,234273874		0,285151214		-0,224753694		0,345059437	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,2462		-0,5539		2,0057		2,1175		-0,4144	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,8214		0,6183		0,1386		0,1245		0,7064	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4107		0,3091		0,0693		0,0622		0,3532	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 6a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	3,3490	0,9921
Varianza	0,8663	0,9543
Coef. variación	0,2779	0,9846
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,519028184	
Valor prueba t	3,1697	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0339	
Probabilidad (1 cola)	0,0169	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 6b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	2,8125	0,6638	4,8887	0,6236	3,2748	0,4152	2,4547	2,7312	3,3143	0,5269
<i>Varianza</i>	0,3920	0,1995	12,5452	0,0741	1,1705	0,0574	1,7239	21,1374	0,3971	0,0157
<i>Coef. Variación</i>	0,2226	0,6728	0,7245	0,4365	0,3304	0,5769	0,5349	1,6834	0,1901	0,2381
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,905113182		0,322111082		-0,557408922		0,019724019		0,230449987	
<i>Valor Prueba T</i>	4,1020		2,4626		4,6439		-0,1163		9,0864	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0262		0,0907		0,0188		0,9148		0,0028	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0131		0,0453		0,0094		0,4574		0,0014	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 7a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,5516	5,2474
Varianza	0,0348	11,6929
Coef. variación	0,1202	0,6516
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,908678093	
Valor prueba t	-2,3021	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0827	
Probabilidad (1 cola)	0,0414	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 7b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,27908	10,27418	1,59691	2,85667	1,55270	6,97953	1,80101	1,78915	1,52818	4,33763
<i>Varianza</i>	0,77474	44,86743	0,90858	12,38293	0,28098	14,08313	0,44810	1,85243	2,18818	3,51251
<i>Coef. Variación</i>	0,68814	0,65196	0,59690	1,23183	0,34139	0,53768	0,37168	0,76072	0,96798	0,43207
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,202491326		0,867977572		0,928817664		-0,444300621		-0,092757863	
<i>Valor Prueba T</i>	-2,7354		-0,9219		-3,3229		0,0135		-2,2539	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0716		0,4246		0,0450		0,9901		0,1095	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0358		0,2123		0,0225		0,4951		0,0548	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 8a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,04109	0,05958
Varianza	0,00001	0,00036
Coef. variación	0,09352	0,32020
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,37497403	
Valor prueba t	-1,9849	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1181	
Probabilidad (1 cola)	0,0591	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 8b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,0347	0,0715	0,0448	0,0385	0,0414	0,0584	0,0415	0,0446	0,0431	0,0849
<i>Varianza</i>	0,0002	0,0000	0,0002	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0005	0,0003	0,0022
<i>Coef. Variación</i>	0,4375	0,0797	0,3061	0,5299	0,3012	0,2020	0,1775	0,4998	0,3846	0,5535
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,878080381		0,927923416		-0,137330031		0,564775353		-0,466999486	
<i>Valor Prueba T</i>	-6,9792		1,3770		-1,8634		-0,3253		-1,4763	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0060		0,2623		0,1593		0,7663		0,2364	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0030		0,1311		0,0796		0,3832		0,1182	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 9a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,4816	1,7560
Varianza	0,3392	1,6272
Coef. variación	0,3931	0,7264
Repeticiones	5	5
Correlación	0,550565811	
Valor prueba t	-0,5725	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,5976	
Probabilidad (1 cola)	0,2988	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 9b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,7555	2,3134	1,3550	2,6600	0,5178	0,2285	1,8500	0,5550	1,9299	3,0232
<i>Varianza</i>	1,8706	16,2460	0,4772	23,2875	0,0875	0,0187	1,0795	0,2050	0,3006	29,5926
<i>Coef. Variación</i>	0,7791	1,7423	0,5098	1,8142	0,5714	0,5988	0,5616	0,8158	0,2841	1,7994
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,220047573		0,234273874		0,285151214		-0,224753694		0,345059437	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,2462		-0,5539		2,0057		2,1175		-0,4144	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,8214		0,6183		0,1386		0,1245		0,7064	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4107		0,3091		0,0693		0,0622		0,3532	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 10a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,051141925	0,079437873
Varianza	0,000359223	0,001888001
Coef. variación	0,370599577	0,546982579
Repeticiones	5	5
Correlación	0,29591953	
Valor prueba t	-1,5083	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,2060	
Probabilidad (1 cola)	0,1030	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 10b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,045549	0,089144	0,044314	0,033554	0,026818	0,093995	0,062724	0,040716	0,076305	0,139780
<i>Varianza</i>	0,000201	0,006567	0,000070	0,000135	0,000150	0,002968	0,000691	0,000248	0,000256	0,032777
<i>Coef. Variación</i>	0,311217	0,909046	0,189130	0,346055	0,455978	0,579590	0,418942	0,386432	0,209871	1,295214
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,2794981		-0,250649352		-0,13513927		0,660477879		0,236449737	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,1140		1,3506		-2,3397		2,2234		-0,7134	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3465		0,2697		0,1012		0,1127		0,5271	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1732		0,1348		0,0506		0,0563		0,2635	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 11a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	2,8556	2,4586
Varianza	2,4970	2,5536
Coef. variación	0,5534	0,6499
Repeticiones	5	5
Correlación	0,094797014	
Valor prueba t	0,4151	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,6993	
Probabilidad (1 cola)	0,3497	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 11b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-October, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	3,33700	3,71145	5,05737	1,34924	2,35647	1,16982	0,69722	1,43495	2,82989	4,62772
<i>Varianza</i>	2,95768	12,58337	3,61516	0,39251	1,92565	0,13799	1,37192	0,63484	2,16335	27,78800
<i>Coef. Variación</i>	0,51537	0,95577	0,37596	0,46434	0,58888	0,31754	1,67993	0,55526	0,51975	1,13910
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,252890731		0,691704348		0,199367992		-0,260229404		-0,433826351	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,2122		4,8278		1,7411		-0,9346		-0,5937	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,8456		0,0169		0,1800		0,4190		0,5945	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4228		0,0085		0,0900		0,2095		0,2972	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 12a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,04253922	0,02383429
Varianza	0,00018329	0,00002343
Coef. variación	0,31825711	0,20307390
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,676628138	
Valor prueba t	2,4336	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0717	
Probabilidad (1 cola)	0,0359	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 12b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,044207	0,020733	0,055136	0,022037	0,030978	0,022305	0,026450	0,032427	0,055925	0,021670
<i>Varianza</i>	0,000461	0,000097	0,000452	0,000101	0,000135	0,000016	0,000539	0,000328	0,000884	0,000054
<i>Coef. Variación</i>	0,485524	0,476254	0,385737	0,457019	0,375316	0,180270	0,877571	0,558221	0,531705	0,339637
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,294179708		0,398496546		0,467014708		-0,345701154		-0,640147432	
<i>Valor Prueba T</i>	1,7966		3,3824		1,6716		-0,3514		1,9626	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1703		0,0430		0,1932		0,7485		0,1445	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0851		0,0215		0,0966		0,3743		0,0722	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 13a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-October, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	3,4472	4,5682
Varianza	0,7133	4,2899
Coef. variación	0,2450	0,4534
Repeticiones	5	5
Correlación	0,078429262	
Valor prueba t	-1,1526	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3133	
Probabilidad (1 cola)	0,1566	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 13b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a COBERTURA AÉREA (m²) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	2,81252	2,27059	4,88869	4,51563	3,36326	3,02145	2,85741	5,54367	3,31431	7,48945
<i>Varianza</i>	0,39195	1,41076	12,54516	14,40904	0,99848	1,23960	4,20248	16,44214	0,39713	62,88488
<i>Coef. Variación</i>	0,22260	0,52310	0,72451	0,84062	0,29710	0,36849	0,71743	0,73144	0,19014	1,05882
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,906050131		-0,506531386		0,818114315		-0,705586283		0,948269644	
<i>Valor Prueba T</i>	0,6107		0,1171		1,0577		-0,9442		-1,1384	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,5846		0,9142		0,3678		0,4147		0,3376	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2923		0,4571		0,1839		0,2074		0,1688	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 14a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,0414379	0,0806130
Varianza	0,0000273	0,0008836
Coef. variación	0,1261512	0,3687451
Repeticiones	5	5
Correlación	0,761238635	
Valor prueba t	-3,3732	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0280	
Probabilidad (1 cola)	0,0140	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 14b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a VALOR DE IMPORTANCIA para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,03619	0,06394	0,04173	0,10063	0,03643	0,03735	0,04828	0,09089	0,04457	0,11026
<i>Varianza</i>	0,00005	0,00064	0,00031	0,00325	0,00003	0,00060	0,00026	0,00506	0,00002	0,01563
<i>Coef. Variación</i>	0,19368	0,39667	0,42187	0,56626	0,14745	0,65686	0,33350	0,78276	0,10409	1,13372
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,558262851		-0,417315699		0,627525057		-0,802155496		0,371561544	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,8596		-1,7770		-0,0856		-1,0073		-1,0651	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1599		0,1736		0,9372		0,3880		0,3650	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0799		0,0868		0,4686		0,1940		0,1825	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 15a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	59,3768	136,0800
Varianza	28,4746	816,4454
Coef. variación	0,0899	0,2100
Repeticiones	5	5
Correlación	0,015896984	
Valor prueba t	-5,9175	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0041	
Probabilidad (1 cola)	0,0020	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 15b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	68,1952	144,0660	57,2316	164,4530	60,2755	120,1943	56,6051	94,7384	54,5765	156,9484
<i>Varianza</i>	419,1872	3765,1551	351,9165	14895,6059	68,9250	1762,4790	29,7159	475,6097	35,8900	7960,5243
<i>Coef. Variación</i>	0,3002	0,4259	0,3278	0,7421	0,1377	0,3493	0,0963	0,2302	0,1098	0,5685
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,922446922		-0,737761254		0,306666235		-0,848856485		0,922717687	
<i>Valor Prueba T</i>	-3,5122		-1,5713		-2,9796		-2,8680		-2,4454	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0391		0,2142		0,0586		0,0642		0,0921	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0196		0,1071		0,0293		0,0321		0,0460	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 16a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	29,6884	68,0400
Varianza	7,1186	204,1113
Coef. variación	0,0899	0,2100
Repeticiones	5	5
Correlación	0,015896984	
Valor prueba t	-5,9175	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0041	
Probabilidad (1 cola)	0,0020	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 16b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	34,0976	72,0330	28,6158	82,2265	30,1377	60,0971	28,3025	47,3692	27,2882	78,4742
<i>Varianza</i>	104,7968	941,2888	87,9791	3723,9015	17,2312	440,6197	7,4290	118,9024	8,9725	1990,1311
<i>Coef. Variación</i>	0,3002	0,4259	0,3278	0,7421	0,1377	0,3493	0,0963	0,2302	0,1098	0,5685
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,922446922		-0,737761254		0,306666235		-0,848856485		0,922717687	
<i>Valor Prueba T</i>	-3,5122		-1,5713		-2,9796		-2,8680		-2,4454	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0391		0,2142		0,0586		0,0642		0,0921	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0196		0,1071		0,0293		0,0321		0,0460	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 17a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	44,2405	67,1743
Varianza	118,9472	36,2239
Coef. variación	0,2465	0,0896
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,497059088	
Valor prueba t	-3,4541	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0260	
Probabilidad (1 cola)	0,0130	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 17b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	40,9306	70,4399	38,8500	63,7885	30,6698	72,0952	54,0333	71,3707	56,7190	58,1774
<i>Varianza</i>	109,1017	1619,9391	143,0542	567,3208	66,1736	2926,6323	298,0410	1105,8380	209,3991	380,1293
<i>Coef. Variación</i>	0,2552	0,5714	0,3079	0,3734	0,2652	0,7504	0,3195	0,4659	0,2551	0,3351
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,631374876		0,891686249		0,717930026		0,057957633		-0,304348449	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,7050		-3,5065		-1,7051		-0,9482		-0,1057	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1867		0,0393		0,1867		0,4130		0,9225	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0934		0,0196		0,0934		0,2065		0,4612	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 18a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	22,03936	33,58717
Varianza	31,14217	9,05598
Coef. variación	0,25321	0,08960
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,500532984	
Valor prueba t	-3,4199	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0268	
Probabilidad (1 cola)	0,0134	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 18b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	20,46530	35,21993	19,42502	31,89425	14,93031	36,04758	27,01666	35,68535	28,35950	29,08872
<i>Varianza</i>	27,27543	404,98477	35,76355	141,83019	16,72696	731,65809	74,51026	276,45951	52,34976	95,03234
<i>Coef. Variación</i>	0,25519	0,57139	0,30786	0,37340	0,27393	0,75037	0,31950	0,46594	0,25513	0,33513
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,631374876		0,891686249		0,787994341		0,057957633		-0,304348449	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,7050		-3,5065		-1,7628		-0,9482		-0,1057	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1867		0,0393		0,1761		0,4130		0,9225	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0934		0,0196		0,0881		0,2065		0,4612	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 19a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	106,2730	39,8070
Varianza	5454,9740	185,1522
Coef. variación	0,6950	0,3418
Repeticiones	5	5
Correlación	0,02287913	
Valor prueba t	1,9871	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1178	
Probabilidad (1 cola)	0,0589	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 19b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	100,3594	54,1119	86,7428	50,6059	53,8722	19,9902	56,7993	39,6817	233,5915	34,6456
<i>Varianza</i>	10290,7842	3343,5535	910,7496	153,9946	169,8395	131,7015	747,4376	358,4955	131124,7654	70,7206
<i>Coef. Variación</i>	1,0108	1,0686	0,3479	0,2452	0,2419	0,5741	0,4813	0,4771	1,5502	0,2427
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,176327835		-0,824127953		-0,879059968		-0,493291469		0,343848834	
<i>Valor Prueba T</i>	0,7381		1,7622		2,8522		0,8515		1,1074	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,5139		0,1762		0,0650		0,4571		0,3489	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2570		0,0881		0,0325		0,2285		0,1745	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 20a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	53,1365	19,9035
Varianza	1363,7435	46,2881
Coef. variación	0,6950	0,3418
Repeticiones	5	5
Correlación	0,02287913	
Valor prueba t	1,9871	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1178	
Probabilidad (1 cola)	0,0589	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 20b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	50,180	27,056	43,371	25,303	26,936	9,995	28,400	19,841	116,796	17,323
<i>Varianza</i>	2572,696	835,888	227,687	38,499	42,460	32,925	186,859	89,624	32781,191	17,680
<i>Coef. Variación</i>	1,011	1,069	0,348	0,245	0,242	0,574	0,481	0,477	1,550	0,243
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,176327835		-0,824127953		-0,879059968		-0,493291469		0,343848834	
<i>Valor Prueba T</i>	0,7381		1,7622		2,8522		0,8515		1,1074	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,5139		0,1762		0,0650		0,4571		0,3489	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2570		0,0881		0,0325		0,2285		0,1745	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 21a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	43,1178	42,6206
Varianza	645,6456	144,2410
Coef. variación	0,5893	0,2818
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,021373099	
Valor prueba t	0,0392	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,9706	
Probabilidad (1 cola)	0,4853	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 21b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica</i>	<i>Sin</i>	<i>Con</i>								
<i>Estadísticos</i>	<i>tratamiento</i>	<i>tratamiento</i>								
<i>Media</i>	32,9576	35,1565	28,2718	45,0089	16,0038	40,9996	78,2754	30,3087	60,0802	61,6295
<i>Varianza</i>	86,5103	458,5710	74,4295	24,6572	7,5278	334,8952	1497,8336	565,7275	266,2896	269,7635
<i>Coef. Variación</i>	0,2822	0,6091	0,3052	0,1103	0,1714	0,4463	0,4944	0,7848	0,2716	0,2665
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,134818869		0,942105316		-0,74936896		0,657936371		0,708321372	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,1797		-7,8105		-2,4461		3,2861		-0,2478	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,8688		0,0044		0,0920		0,0462		0,8203	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4344		0,0022		0,0460		0,0231		0,4101	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 22a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	21,5589	20,5833
Varianza	161,4114	31,1407
Coef. variación	0,5893	0,2711
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,013724557	
Valor prueba t	0,1564	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,8833	
Probabilidad (1 cola)	0,4416	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 22b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	16,47881	16,55169	14,13590	21,27600	8,00190	20,49979	39,13771	15,15436	30,04008	29,43478
<i>Varianza</i>	21,62757	128,46016	18,60737	13,29516	1,88194	83,72381	374,45840	141,43187	66,57241	56,25594
<i>Coef. Variación</i>	0,28221	0,68477	0,30515	0,17138	0,17144	0,44635	0,49443	0,78476	0,27161	0,25481
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,245971084		0,727525774		-0,74936896		0,657936371		0,444492298	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,0110		-4,7557		-2,4461		3,2861		0,1463	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,9919		0,0176		0,0920		0,0462		0,8929	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4960		0,0088		0,0460		0,0231		0,4465	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 23a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	47,9220	59,4099
Varianza	858,1857	26,9185
Coef. variación	0,6113	0,0873
Repeticiones	5	5
Correlación	0,719276214	
Valor prueba t	-0,9950	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3760	
Probabilidad (1 cola)	0,1880	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 23b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	55,57318	60,04555	85,91180	62,46349	48,43795	57,24612	4,04114	51,86107	45,64584	65,43307
<i>Varianza</i>	33,78391	254,58701	4627,30962	230,02029	278,80096	185,33606	65,17205	301,64604	139,89013	699,57915
<i>Coef. Variación</i>	0,10459	0,26573	0,79179	0,24280	0,34472	0,23781	1,99769	0,33489	0,25911	0,40422
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,497641296		-0,234107213		0,585129083		0,036824789		0,198220613	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,4584		0,6417		-1,2516		-5,0654		-1,4795	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,6778		0,5667		0,2994		0,0149		0,2356	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,3389		0,2834		0,1497		0,0074		0,1178	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 24a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	23,583	29,074
Varianza	209,107	4,695
Coef. variación	0,613	0,075
Repeticiones	5	5
Correlación	0,822479155	
Valor prueba t	-0,9639	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3897	
Probabilidad (1 cola)	0,1948	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 24b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	27,78659	28,56547	42,03197	31,23175	24,21897	28,62306	1,76987	25,93053	22,10719	31,01842
<i>Varianza</i>	8,44598	41,06250	1205,45693	57,50507	69,70024	46,33402	12,52975	75,41151	44,35258	123,25756
<i>Coef. Variación</i>	0,10459	0,22433	0,82603	0,24280	0,34472	0,23781	2,00000	0,33489	0,30125	0,35792
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,42483676		-0,253540529		0,585129083		0,036006442		0,247708618	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,1927		0,5780		-1,2516		-5,2189		-1,5573	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,8595		0,6038		0,2994		0,0137		0,2173	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,4297		0,3019		0,1497		0,0068		0,1086	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 25a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	45,4453	133,4368
Varianza	155,6983	3093,3227
Coef. variación	0,2746	0,4168
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,254501106	
Valor prueba t	-3,2782	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0306	
Probabilidad (1 cola)	0,0153	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 25b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-October, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	40,9306	144,2627	38,8500	219,2024	30,6698	95,1998	60,0570	133,7183	56,7190	74,8006
<i>Varianza</i>	109,1017	6379,2054	143,0542	33249,5464	66,1736	6674,2450	438,7568	2706,3821	209,3991	856,3345
<i>Coef. Variación</i>	0,2552	0,5536	0,3079	0,8319	0,2652	0,8582	0,3488	0,3890	0,2551	0,3912
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,054156723		-0,738722883		-0,088744089		0,950264543		0,442162578	
<i>Valor Prueba T</i>	-2,5837		-1,8851		-1,5584		-4,4951		-1,3755	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0815		0,1559		0,2170		0,0206		0,2627	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0408		0,0780		0,1085		0,0103		0,1314	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 26a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	22,7226	65,5265
Varianza	38,9246	779,0256
Coef. variación	0,2746	0,4260
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,275893174	
Valor prueba t	-3,1658	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0340	
Probabilidad (1 cola)	0,0170	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 26b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Estimación del CONTENIDO DE CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-October, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	20,46530	71,97379	19,42502	108,01944	15,33490	47,21497	30,02849	65,45227	28,35950	34,97217
<i>Varianza</i>	27,27543	1588,85132	35,76355	8318,06537	16,54341	1707,01646	109,68920	780,16065	52,34976	119,93759
<i>Coef. Variación</i>	0,25519	0,55382	0,30786	0,84432	0,26524	0,87506	0,34878	0,42674	0,25513	0,31315
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,054806271		-0,735422137		-0,082352744		0,963346647		0,384227851	
<i>Valor Prueba T</i>	-2,5808		-1,8517		-1,5236		-3,9225		-1,2531	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0817		0,1611		0,2250		0,0295		0,2990	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0409		0,0806		0,1125		0,0147		0,1495	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 27a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	247670,51	231610,35
Varianza	754860,20	2379570,28
Coef. variación	0,0930	0,1766
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,710315087	
Valor prueba t	0,6034	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,5788	
Probabilidad (1 cola)	0,2894	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 27b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticas</i>										
<i>Media</i>	266500,15	200146,44	234975,38	287183,87	269480,64	220995,20	214449,51	259575,47	252946,87	190150,79
<i>Varianza</i>	2492822,53	520820,35	8187076,72	607778,48	2828268,53	572075,97	6859231,09	3932982,40	3309699,93	58409,87
<i>Coef. Variación</i>	0,15709	0,09561	0,32288	0,07198	0,16547	0,09075	0,32383	0,20258	0,19071	0,03370
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,926255417		0,653621277		0,021398933		0,614217926		0,541437421	
<i>Valor Prueba T</i>	5,2674		-1,6242		1,9993		-1,6205		2,7853	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0133		0,2028		0,1394		0,2036		0,0687	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0067		0,1014		0,0697		0,1018		0,0343	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 28a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	297167,02	293317,27
Varianza	975477,40	743557,60
Coef. variación	0,09	0,08
Repeticiones	5	5
Correlación	0,303278259	
Valor prueba t	0,2961	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,7819	
Probabilidad (1 cola)	0,3910	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 28b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	266938,75	293471,74	294448,81	265923,21	339257,31	308003,25	294690,49	322465,01	290499,74	276723,14
<i>Varianza</i>	4592026,72	3001952,08	3868774,26	236058,16	3387077,18	1324280,00	1426255,61	1839766,92	11741895,17	1097381,36
<i>Coef. Variación</i>	0,2129	0,1565	0,1771	0,0484	0,1438	0,0991	0,1075	0,1115	0,3128	0,1004
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,674954212		0,658203914		-0,983686428		0,525027411		0,512348505	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,2455		1,2752		0,7912		-1,6746		0,3433	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3014		0,2920		0,4866		0,1926		0,7540	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1507		0,1460		0,2433		0,0963		0,3770	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 29a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	142317,19	108669,14
Varianza	239386,99	1895138,33
Coef. variación	0,09116	0,33590
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,965847877	
Valor prueba t	1,5309	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,2005	
Probabilidad (1 cola)	0,1003	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 29b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticas</i>										
<i>Media</i>	155914,56	83946,56	151041,41	79429,33	137441,40	112381,35	122725,26	169760,65	144463,31	97827,80
<i>Varianza</i>	1032799,72	274214,88	1551940,42	748166,08	2134498,70	1295048,61	533532,69	2824156,13	836630,74	544245,43
<i>Coef. Variación</i>	0,17283	0,16540	0,21870	0,28875	0,28186	0,26850	0,15781	0,26249	0,16788	0,19996
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,922364457		0,794419475		0,836334933		0,793159281		-0,57197204	
<i>Valor Prueba T</i>	9,5176		7,0438		2,3472		-2,9873		2,3974	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,0025		0,0059		0,1006		0,0583		0,0961	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0012		0,0029		0,0503		0,0291		0,0480	
<i>Ho1</i>	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 30a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	154758,40	158684,85
Varianza	153298,14	494253,60
Coef. variación	0,06708	0,11747
Repeticiones	5	5
Correlación	0,608563025	
Valor prueba t	-0,5923	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,5855	
Probabilidad (1 cola)	0,2928	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 30b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	161864,78	190795,62	143055,22	146702,39	162628,88	157114,17	162511,70	153913,74	143731,43	144898,33
<i>Varianza</i>	866442,13	1579803,81	88208,70	27964,53	519561,54	670503,95	3367539,43	272178,78	421075,31	975603,06
<i>Coef. Variación</i>	0,15248	0,17468	0,05505	0,03022	0,11752	0,13819	0,29941	0,08988	0,11971	0,18075
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,727757649		0,259946328		0,157935212		-0,711890485		0,23958555	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,0713		-0,9152		0,4152		0,2899		-0,0843	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3626		0,4276		0,7059		0,7907		0,9381	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1813		0,2138		0,3529		0,3954		0,4691	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 31a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	178942,59	169935,44
Varianza	138878,70	298164,60
Coef. variación	0,05522	0,08520
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,221506618	
Valor prueba t	1,0461	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3545	
Probabilidad (1 cola)	0,1773	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 31b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticas</i>										
<i>Media</i>	191940,55	159030,53	164812,24	162147,96	177295,70	191027,54	183105,10	158459,28	177559,35	179011,88
<i>Varianza</i>	2348914,86	217329,01	12459481,68	89248,24	75358,91	577553,23	92034,91	517072,41	163262,74	620160,67
<i>Coef. Variación</i>	0,21172	0,07773	0,56788	0,04885	0,04106	0,10549	0,04393	0,12033	0,06034	0,11665
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	0,78364636		0,047501762		-0,901270799		0,522368227		0,226137207	
<i>Valor Prueba T</i>	2,0640		0,0570		-1,0211		3,0109		-0,1370	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1310		0,9582		0,3824		0,0572		0,8997	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0655		0,4791		0,1912		0,0286		0,4499	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 32a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	123728,60	93132,01
Varianza	748454,73	584516,26
Coef. variación	0,18540	0,21767
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,731689544	
Valor prueba t	1,7010	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1642	
Probabilidad (1 cola)	0,0821	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 32b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a GRADO DE COMPACTACIÓN como medida de resistencia a la penetración en suelo (Kg/m²), para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	155847,18	68150,61	115701,89	97586,12	95101,94	119158,65	116533,85	77984,62	135458,15	102780,05
<i>Varianza</i>	1174808,56	5538968,43	126679,56	93498,94	212745,16	517239,49	159139,26	265115,83	53044,92	33803,64
<i>Coef. Variación</i>	0,18441	0,91568	0,08157	0,08308	0,12860	0,16004	0,09077	0,17507	0,04508	0,04743
<i>Repeticiones</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Correlación</i>	-0,965974125		0,716061115		0,864592677		-0,562305307		0,203786942	
<i>Valor Prueba T</i>	1,9386		5,3879		-4,5886		3,5920		9,3436	
<i>Grados de Libertad</i>	3		3		3		3		3	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,1479		0,0125		0,0194		0,0370		0,0026	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,0740		0,0063		0,0097		0,0185		0,0013	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 33a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,9260	1,1830
Varianza	0,0866	0,1406
Coef. variación	0,3177	0,3170
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,3826467	
Valor prueba t	-1,0295	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3614	
Probabilidad (1 cola)	0,1807	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 33b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,78500	1,03500	0,70000	0,92500	0,69000	1,72000	1,09000	1,41500	1,36500	0,82000
<i>Varianza</i>	0,11045	0,00005	0,02420	0,00245	0,07220	0,00020	0,44180	0,06125	0,55125	0,07220
<i>Coef. Variación</i>	0,42336	0,00683	0,22223	0,05351	0,38942	0,00822	0,60980	0,17490	0,54393	0,32768
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	-1		-1		-1		1		-1	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,0417		-1,5517		-5,1500		-1,1017		0,7622	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,4870		0,3644		0,1221		0,4692		0,5854	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2435		0,1822		0,0610		0,2346		0,2927	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 34a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,49200	2,23000
Varianza	0,22437	0,26816
Coef. variación	0,31748	0,23222
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,184933489	
Valor prueba t	-2,1608	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0968	
Probabilidad (1 cola)	0,0484	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 34b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Santa María. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,54000	1,78000	2,28000	2,37000	1,27000	2,08500	1,05000	3,06000	1,32000	1,85500
<i>Varianza</i>	0,00720	0,21780	0,12500	0,87120	0,02000	0,23805	0,12500	0,18000	0,14580	0,21125
<i>Coef. Variación</i>	0,05510	0,26219	0,15507	0,39383	0,11136	0,23401	0,33672	0,13865	0,28927	0,24777
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	-1		1		1		-1		1	
<i>Valor Prueba T</i>	-0,6154		-0,2195		-3,3265		-3,6545		-9,7273	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,6488		0,8624		0,1859		0,1700		0,0652	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,3244		0,4312		0,0930		0,0850		0,0326	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 35a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,92700	1,36400
Varianza	0,11107	0,14442
Coef. variación	0,35952	0,27861
Repeticiones	5	5
Correlación	0,873483692	
Valor prueba t	-5,2814	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0062	
Probabilidad (1 cola)	0,0031	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 35b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho San Cayetano. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	0,53500	1,22000	0,82500	1,08000	0,78500	1,08500	1,07500	1,44500	1,41500	1,99000
<i>Varianza</i>	0,00005	0,25920	0,04805	0,02420	0,10125	0,00245	0,00125	0,01445	0,31205	0,12500
<i>Coef. Variación</i>	0,01322	0,41731	0,26570	0,14404	0,40535	0,04562	0,03289	0,08319	0,39478	0,17767
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	1		1		1		-1		1	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,9296		-5,6667		-1,5789		-3,3636		-3,9655	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3044		0,1112		0,3594		0,1840		0,1573	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1522		0,0556		0,1797		0,0920		0,0786	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 36a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-October, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,20800	1,41200
Varianza	0,07947	0,21628
Coef. variación	0,23336	0,32936
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,152799824	
Valor prueba t	-0,7872	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,4752	
Probabilidad (1 cola)	0,2376	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 36b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	1,7000	1,2850	1,1300	1,3700	1,1300	0,9150	0,9800	1,3100	1,1000	2,1800
<i>Varianza</i>	0,5832	0,0221	0,1058	0,2592	0,0578	0,0544	0,0128	0,0032	0,1682	0,7442
<i>Coef. Variación</i>	0,4492	0,1156	0,2878	0,3716	0,2128	0,2550	0,1154	0,0432	0,3728	0,3957
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	-1		1		1		-1		1	
<i>Valor Prueba T</i>	0,6434		-1,8462		43,0000		-2,7500		-3,3750	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,6360		0,3160		0,0148		0,2220		0,1834	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,3180		0,1580		0,0074		0,1110		0,0917	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 37a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	1,10300	1,07100
Varianza	0,06434	0,00222
Coef. variación	0,22998	0,04397
Repeticiones	5	5
Correlación	0,833711157	
Valor prueba t	0,3313	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,7570	
Probabilidad (1 cola)	0,3785	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 37b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Calabozo. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	0,96000	1,00500	1,54000	1,13500	1,07500	1,08000	1,04000	1,08000	0,90000	1,05500
<i>Varianza</i>	0,00020	0,00245	0,01280	0,04205	0,07605	0,02000	0,20480	0,05780	0,02000	0,15125
<i>Coef. Variación</i>	0,01473	0,04925	0,07347	0,18067	0,25653	0,13095	0,43514	0,22261	0,15713	0,36863
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	1		1		-1		1		-1	
<i>Valor Prueba T</i>	-1,8000		6,2308		-0,0169		-0,2667		-0,4133	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3228		0,1013		0,9892		0,8341		0,7505	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1614		0,0507		0,4946		0,4170		0,3752	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 38a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,81100	0,94100
Varianza	0,08192	0,00165
Coef. variación	0,35291	0,04323
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,479447864	
Valor prueba t	-0,9444	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,3984	
Probabilidad (1 cola)	0,1992	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 38b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a contenido de CARBONO EN SUELO (%) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho El Purgatorio. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,10000	0,87000	0,46500	0,94500	0,71500	0,96000	0,66000	0,97000	1,11500	0,96000
<i>Varianza</i>	0,00980	0,03920	0,00245	0,01805	0,03645	0,02880	0,00020	0,05780	0,03125	0,06480
<i>Coef. Variación</i>	0,09000	0,22757	0,10645	0,14217	0,26702	0,17678	0,02143	0,24785	0,15854	0,26517
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	-1		-1		-1		1		-1	
<i>Valor Prueba T</i>	1,0952		-3,6923		-0,9608		-1,9375		0,5082	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,4711		0,1684		0,5127		0,3033		0,7007	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2355		0,0842		0,2564		0,1517		0,3503	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 39a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	2,557627	1,139987
Varianza	0,981028	0,108222
Coef. variación	0,387261	0,288575
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,076853482	
Valor prueba t	2,9698	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,0412	
Probabilidad (1 cola)	0,0206	
Ho1	Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 39b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a la Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	3,81	0,99	1,35	1,15	2,83	0,74	1,77	1,18	3,03	1,64
<i>Varianza</i>	4,95	0,58	0,30	0,40	3,34	0,36	0,48	0,57	1,39	2,10
<i>Coef. Variación</i>	0,58	0,77	0,40	0,55	0,65	0,81	0,39	0,64	0,39	0,88
<i>Repeticiones</i>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<i>Correlación</i>	-1		1		-1		1		1	
<i>Valor Prueba T</i>	1,3319		3,3407		1,2174		14,2536		7,2710	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,4100		0,1852		0,4378		0,0446		0,0870	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2050		0,0926		0,2189		0,0223		0,0435	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		Sí existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO sí es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 40a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,8765	0,2757
Varianza	0,445606	0,016582
Coef. variación	0,7616	0,4671
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,7082409	
Valor prueba t	1,7581	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1536	
Probabilidad (1 cola)	0,0768	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 40b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Lobos. Junio-October, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,5654	0,1555	0,3456	0,2840	1,5942	0,2452	0,6910	0,20	0,19	0,49
<i>Varianza</i>	1,53299	0,00000	0,11171	0,00014033	2,04388	0,03933	0,1775	0,00	0,03	0,23
<i>Coef. Variación</i>	0,79	0,00141	0,97	0,04	0,90	0,81	0,61	0,19	0,97	0,97
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	1		1		-1		1		-1	
<i>Valor Prueba T</i>	1,6107		0,2703		1,1719		1,8040		-0,6519	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,3537		0,8319		0,4497		0,3222		0,6322	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,1769		0,4160		0,2249		0,1611		0,3161	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	

* Nivel de significancia a 0.05

Cuadro 41a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	3,34	0,43
Varianza	15,54	0,19
Coef. variación	1,18	1,01
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,44	
Valor prueba t	1,56	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,193	
Probabilidad (1 cola)	0,097	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 41b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a la Determinación del contenido de BIOMASA (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Media</i>	9,99	0,12	1,98	0,88	0,40	0,07	3,67	0,16	0,64	0,94
<i>Varianza</i>	141,42	0,00	1,29	0,25	0,18	0,00	11,31	0,02	0,01	0,92
<i>Coef. Variación</i>	1,19	0,38	0,57	0,57	1,06	0,20	0,92	1,01	0,18	1,02
<i>Repeticiones</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Correlación</i>	1		1		-1		1		-1	
<i>Valor Prueba T</i>	1,18		2,48		1,08		1,55		-0,40	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,45		0,24		0,48		0,36		0,76	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,22		0,12		0,24		0,18		0,38	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										

Cuadro 42a. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

APLICACIÓN DE TÉCNICA ESTADÍSTICOS	ÁREAS TOTALES	
	Sin tratamiento	Con tratamiento
Media	0,50243147	0,09130360
Varianza	0,17817542	0,01057636
Coef. variación	0,84	1,13
Repeticiones	5	5
Correlación	-0,19677491	
Valor prueba t	2,0263	
Grados de libertad	4	
Probabilidad (2 colas)	0,1127	
Probabilidad (1 cola)	0,0563	
Ho1	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
Ho2	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* nivel de significancia a 0.05		

Cuadro 42b. Resultados del análisis de prueba t para muestras relacionadas respecto a Determinación del contenido de CARBONO (ton/ha) para área sin tratamiento y con tratamiento. Rancho Los Fresnos. Junio-Octubre, 2008.

<i>Transecto</i>	<i>Primera</i>		<i>Segundo</i>		<i>Tercera</i>		<i>Cuarto</i>		<i>Quinto</i>	
	<i>Sin tratamiento</i>	<i>Con tratamiento</i>								
<i>Aplicación de Técnica Estadísticos</i>										
<i>Media</i>	1,1420	0,0266	0,5138	0,2251	0,0481	0,0059	0,6013	0,0195	0,2070	0,1795
<i>Varianza</i>	1,3713	0,0000	0,2589	0,0743	0,0029	0,0000	0,2539	0,0004	0,0014	0,0404
<i>Coef. Variación</i>	1,0254	0,2647	0,9903	1,2109	1,1181	0,0650	0,8379	1,0628	0,1804	1,1198
<i>Repeticiones</i>	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000	2,0000
<i>Correlación</i>	1		1		-1		1		1	
<i>Valor Prueba T</i>	1,3552		1,7279		1,1025		1,7030		0,2378	
<i>Grados de Libertad</i>	1		1		1		1		1	
<i>Probabilidad (2 Colas)</i>	0,4047		0,3340		0,4690		0,3380		0,8513	
<i>Probabilidad (1 Cola)</i>	0,2024		0,1670		0,2345		0,1690		0,4257	
<i>Ho1</i>	No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.		No existe un cambio significativo entre NO TRATADO y TRATADO en la variable analizada.	
<i>Ho2</i>	NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.		NO TRATADO no es mejor que TRATADO en la variable analizada.	
* Nivel de significancia a 0.05										



Figura 1. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho Los Lobos. 2008.



Figura 2. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho Santa María, 2008.



Figura 3. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho Santa Cayetano, 2008.



Figura 4. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho Los Fresnos, 2008.



Figura 5. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho El Calabozo , 2008.



Figura 6. Vista de un transecto del área sin tratamiento (izquierda) y con tratamiento (derecha). Rancho El Purgatorio. 2008.