



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**FACTORES DE PERSISTENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS PARA CARNE
EN AGOSTADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO**

PRESENTA:

M. en C. A. Luis Octavio Negrete Sánchez

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera

ASESORES:

Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez

Dr. Humberto Reyes Hernández

AGOSTO 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

**PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**FACTORES DE PERSISTENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE BOVINOS PARA CARNE
EN AGOSTADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO**

PRESENTA:

M. en C. A. Luis Octavio Negrete Sánchez

COMITÉ TUTELAR:

DIRECTOR: Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera

ASESOR: Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez

ASESOR: Dr. Humberto Reyes Hernández

SINODALES:

PRESIDENTE: Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera

SECRETARIO: Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez

VOCAL: Dr. Humberto Reyes Hernández

VOCAL: Dr. Gregorio Álvarez Fuentes

VOCAL: Dr. Joel David Flores Rivas

[Handwritten signatures and names on lines for the committee members]

CRÉDITOS INSTITUCIONALES

PROYECTO REALIZADO EN:

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas bajo la tutoría del Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera.

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 230424

**EL DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES RECIBE APOYO A TRAVÉS DEL
PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD (PNPC)**

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres Don Naty Negrete y Doña Alicia Sánchez, y a la de mi hermana Rosa Alicia.

A mis hermanos, por componer junto a mis padres ese seno familiar que nos forjó como buenos profesionistas, pero mejores personas.

A mis hijos, por el tiempo que no hemos compartido en el afán de conseguir mis metas académicas.

A los jóvenes, porque los sueños están allí, sólo hay que dar el primer paso.

A Yure, con amor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el milagro de darme la vida y con ello la oportunidad de alcanzar esta meta.

A la Virgen de San Juan de los Lagos, porque a cada peregrinación me vuelves a recordar que lo importante no es la meta sino el inicio.

Al Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera, mi director de tesis por su apoyo, orientación y guía, por las regañizas y el cúmulo de conocimientos compartidos.

Al Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez, mi asesor de tesis por su apoyo en la revisión del presente documento y el seguimiento a mis avances.

Al Dr. Humberto Reyes Hernández, mi asesor de tesis por su apoyo en la revisión del presente documento y el seguimiento a mis avances.

Al Dr. Gregorio Álvarez Fuentes por formar parte de mi jurado y su apoyo en la revisión del presente documento.

Al Dr. Joel Eduardo Flores Rivas por formar parte de mi jurado y su apoyo en la revisión del presente documento.

A mis profesores de los PMPCA por compartir sus conocimientos, y al resto de investigadores del IIZD de la UASLP que tuvieron a bien darme un consejo o una palabra de aliento.

A mi hijo José de Jesús Negrete Ruíz, porque volviste a hacerme fuerte cuando me sentía débil.

A mi carnal Licenciado en Geografía Estardo Camacho Rosales, por tu apoyo inconmensurable en el arduo trabajo de campo, los planos, la plática, los consejos y el impulso para llegar a buen puerto...el secreto de los agostaderos está bien resguardado. ¡También por ser mi primer alumno graduado!

Al Dr. Rigoberto Castro Rivera por tu amistad, la plática amena, el apoyo en el trabajo de campo y por compartir tus conocimientos.

A Don Jesús Coronado por su calidad humana, por su apoyo en el trabajo de campo, por compartir plenamente sus experiencias, de buena voluntad el pan de su mesa y el abrigo de su hogar; también a doña Elpidia su esposa por todas sus atenciones.

A los ejidatarios del Castañón y Anexos.

Al Ing. Jaime Valle Méndez, a mi colega María de los Ángeles Vega Calzada y al MVZ Herminio Gutiérrez Uribe, por su valioso apoyo y hospitalidad.

A todo el personal académico y administrativo del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP, por hacer más fácil mi trayecto. En especial a mis Partner's y a Enrique Zavala.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

A mis grandes amigos Fily (†) y Berthiux (†), por sus palabras que me alentaron a seguir con este esfuerzo, por compartir con uno el deporte y con ambos el trabajo...Dios me concedió la dicha de conocerlos y a él han regresado, algún día nos volveremos a reunir.

A los nuevos amigos que conocí en el posgrado y con los que compartí excelentes momentos, en especial al resto del grupo de los cinco.

Al personal de la Agenda Ambiental de quien siempre recibí un excelente trato.

ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE CUADROS	13
RESUMEN GENERAL	15
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	23
2. BENEFICIO DE LA PARCELACIÓN DE LOS AGOSTADEROS COMUNALES DEL EJIDO “EL CASTAÑÓN”, MUNICIPIO CATORCE, SAN LUIS POTOSÍ: 1993-2013.....	28
2.1 RESUMEN	28
2.2 INTRODUCCIÓN	29
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
2.3.1 Área de estudio	34
2.3.2 Encuesta sobre el manejo del agostadero y el grado de satisfacción actual	35
2.3.3 Estimación de la carga animal	36
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
2.4.1 Apego a la tierra y grado de satisfacción actual	36
2.4.2 Conocimiento actual sobre el origen del ejido y del parcelamiento de las áreas de uso común	39
2.4.3 Cría de ganado	40
2.4.4 Hatos iniciales y actuales de bovinos.....	41
2.4.5 Explotación de bovinos.....	43
2.4.6 Composición del hato	44
2.4.7 Carga animal	45
2.4.8 Duración del período de monta.....	46

2.4.9 Eficiencia de la reproducción y productividad	47
2.4.10 Tecnología pecuaria	48
2.4.11 Infraestructura ganadera.....	49
2.4.12 Cultivos forrajeros	51
2.4.13 Prácticas de mejoramiento y conservación de los agostaderos.....	52
2.5 CONCLUSIONES	53
AGRADECIMIENTOS	54
2.6 LITERATURA CITADA	54
3. EFECTOS DE LA PARCELACIÓN SOBRE LA CONDICIÓN DE LOS AGOSTADEROS DEL EJIDO EL CASTAÑÓN, CATORCE, SAN LUIS POTOSÍ	60
3.1 RESUMEN	60
3.2 INTRODUCCIÓN	61
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	65
3.3.1 Área de estudio	65
3.3.2 Clasificación fisonómica de la vegetación.....	67
3.3.3 Mediciones estructurales de la vegetación.....	68
3.3.4 Estado de la superficie del suelo.....	71
3.3.5 Patrón de uso.....	71
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
3.4.1 Composición florística.....	72
3.4.2 Diferencias entre sitios de agostadero.....	73
3.4.3 Diferencias estructurales debidas al patrón de aprovechamiento entre parcelas del mismo sitio.....	75
3.4.4 Diferencias en el estado de la superficie del suelo entre parcelas del mismo sitio.....	78
3.4.5 Aprovechamiento individual de las parcelas.	80

3.4.6 Ordenación multivariable de los atributos evaluados en las parcelas	81
3.4.7 Clasificación de las parcelas	85
3.5 CONCLUSIONES	88
AGRADECIMIENTOS	89
3.6 LITERATURA CITADA	89
4. PRECIPITACIÓN PREVIA EN TRES RANCHOS GANADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO	93
4.1 RESUMEN	93
4.2 INTRODUCCIÓN	95
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	97
4.3.1 Área de estudio	97
4.3.2 Registros de partos y precipitación	101
4.3.3 Desarrollo del modelo	102
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	102
4.4.1 Porcentaje de partos y PTAP	102
4.4.2 Coeficiente de correlación y modelo de regresión	105
4.5 CONCLUSIONES	109
AGRADECIMIENTOS	109
4.6 LITERATURA CITADA	110
5. CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS AGOSTADEROS DE TRES RANCHOS GANADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO DE MÉXICO	114
5.1 RESUMEN	114
5.2 INTRODUCCIÓN	115
5.3 MATERIALES Y MÉTODOS	118
5.3.1 Área de estudio	118

5.3.2 Coberturas del terreno y delimitación de sitios de agostadero	123
5.3.3 Mediciones estructurales de la vegetación.....	124
5.3.4 Estado de la superficie del suelo	126
5.3.5 Información general sobre los ranchos estudiados	126
5.3.6 Análisis multivariable de los datos de vegetación y superficie del suelo	127
5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	127
5.4.1 Caracterización de la vegetación	127
5.4.2 Diferencias en el aprovechamiento de los ranchos LS, SJ y EP	129
5.4.3 Diferencias estructurales entre sitios debidas al patrón de aprovechamiento entre potreros con sitio similar	130
5.4.4 Diferencias en el estado de la superficie del suelo entre sitios	133
5.4.5 Ordenación multivariable de los atributos evaluados en los sitios	135
5.4.6 Clasificación de levantamientos o sitios	139
5.5 CONCLUSIONES	141
AGRADECIMIENTOS	141
5.6 LITERATURA CITADA	142
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES	145
7. APÉNDICES	148
Apéndice 3.1 Plantas perennes observadas pero no registradas con el muestreo en las parcelas del ejido “El Castañón y Anexos”	148
Apéndice 3.2 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al ecotono entre los matorrales desértico micrófilo y desértico rosetófilo (<i>MDM-MDR</i>) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).....	150
Apéndice 3.3 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al matorral desértico micrófilo con pocas eminencias (<i>MDMPE</i>) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).....	151

Apéndice 3.4 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al matorral desértico micrófilo con muchas eminencias (<i>MDMME</i>) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).....	152
Apéndice 5.1 Otras plantas perennes observadas pero no registradas con el muestreo de los potreros de los ranchos LS (1), SJ (2) y EP (3).....	153
Apéndice 5.2 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho Laguna Seca.....	156
Apéndice 5.3 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho San José.	157
Apéndice 5.4 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho El Porvenir.....	158
Apéndice 7.1 Folleto.....	159
Apéndice 7.2 Artículo de divulgación	161

Fig. 3. 1 Localización geográfica del ejido “El Castañón y Anexos”66

Fig. 3.2 Parcelación del agostadero comunal del ejido “El Castañón y Anexos”, sitios y parcelas muestreadas.....69

Fig. 3.3 Ordenación bidimensional de las variables evaluadas en parcelas del ejido “El Castañón”.85

Fig. 3.4 Clasificación de 18 parcelas del ejido “El Castañón” con base en 17 características (Productor x vegetación x suelo x aprovechamiento individual).....87

Fig. 4. 1 Localización geográfica de los ranchos Laguna Seca (LS), San José (SJ) y El Porvenir (EP).....98

Fig. 4.2 Diagramas climáticos para los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).....100

Fig. 4. 3 Líneas y ecuaciones de regresión del porcentaje de partos (y) y la precipitación total anual de año anterior (x), en los tres ranchos de estudio.....106

Fig. 5.1 Localización geográfica de los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).....119

Fig. 5.2 Diagramas climáticos para los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).....122

Fig. 5.3 Ordenación bidimensional de las características encontradas en los potreros estudiados de los ranchos “Laguna Seca”, “San José” y “El Porvenir”.....138

Fig. 5.4 Clasificación de 11 levantamientos estructurales de vegetación y estado de la superficie actual del suelo en sitios de agostadero de los ranchos Laguna Seca, San José y El Porvenir.....140

Cuadro 2.1 Conocimiento en Castañón sobre la intención de otros ejidos [†] , de parcelar sus agostaderos bajo uso común.	40
Cuadro 2.2 Inventario ganadero por forma de uso de las parcelas [†] , en las parcelas de agostaderos del ejido Castañón y Anexos (Catorce, SLP).	41
Cuadro 2.3 Carga animal (UA [†]) y superficie (ha) en las parcelas ganaderas del ejido Castañón y Anexos, Catorce, SLP (Año 2013).	46
Cuadro 3.1 Especies registradas con el muestro en las parcelas estudiadas del ejido El Castañón.	74
Cuadro 3.2 Efecto del sitio y la condición sobre la densidad media ponderada (individuos ha ⁻¹ , %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del ejido El Castañón. 76	76
Cuadro 3.3 Efecto del sitio y la condición sobre la biomasa media ponderada (m ³ ha ⁻¹ , %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del ejido Castañón.	78
Cuadro 3.4 Efecto del sitio y la condición visual de agostadero sobre la cobertura media superficial del suelo (cm, %) (n=cinco líneas Canfield de 500 cm por sitio) en el ejido “El Castañón y Anexos”.	79
Cuadro 3.5 Atributos del aprovechamiento individual de 18 parcelas del ejido “El Castañón y Anexos”.	81
Cuadro 3.6 Atributos evaluados en 18 parcelas del ejido “El Castañón y Anexos” para su análisis multivariable.	82
Cuadro 3.7 Parámetros de los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).	83
Cuadro 3.8 Coeficientes de correlación de las variables con los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).	84
Cuadro 4.1 Partos (%) en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano, precipitación (mm) total anual previa (PTAP) y precipitación (mm) media anual (PMA) en las dos estaciones más próximas a cada uno de ellos y con el mismo tipo de clima.	103
Cuadro 4.2 Ecuación de regresión para el porcentaje de partos (y) y la PTAP del año inmediato anterior (x) en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano.	108

Cuadro 4.3 Porcentaje de partos predichos y registrados en 2015 con base en la precipitación de 2014, en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano.....	108
Cuadro 5.1 Especies perennes registradas con el muestro en los potreros estudiados de los ranchos Laguna Seca (1), San José (2) y El Porvenir (3).....	128
Cuadro 5.2 Atributos del aprovechamiento individual de los ranchos LS, SJ y EP.....	129
Cuadro 5.3 Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha ⁻¹ , %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m ³ ha ⁻¹ , %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho Laguna Seca.	131
Cuadro 5.4 Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha ⁻¹ , %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m ³ ha ⁻¹ , %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho San José.....	132
Cuadro 5.5 Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha ⁻¹ , %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m ³ ha ⁻¹ , %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho El Porvenir.....	133
Cuadro 5.6 Efecto del sitio sobre la cobertura media superficial del suelo (cm, %) (n=cinco líneas Canfield de 500 cm por sitio).	134
Cuadro 5.7 Variables incluidas en el análisis multivariable de los ranchos LS, SJ y EP.	136
Cuadro 5.8 Parámetros de los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).	137
Cuadro 5.9 Coeficientes de correlación entre las variables incluidas en el análisis multivariable y los tres primeros ejes de ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).....	137

RESUMEN GENERAL

La mayoría de los agostaderos comunales de la Altiplanicie Mexicana se encuentran en proceso de desertización por la sobrecarga animal resultante de su aprovechamiento irrestricto con beneficio individual. El objetivo de la primera parte de esta tesis fue documentar con base en una encuesta, el proceso y los resultados actuales de la parcelación de los potreros de uso común del ejido “El Castañón y Anexos”, en el municipio de Catorce, San Luis Potosí, México, único ejido en el altiplano potosino que ha aprovechado la reforma del artículo 27 constitucional para certificar y titular sus parcelas ganaderas, iniciativa endógena realizada a pesar de la resistencia y falta de apoyo oficial, que permitió a cada ejidatario, decidir cómo aprovechar sus recursos. Se documenta cómo se decidió y realizó el reparto de los potreros comunales, y cuál ha sido el grado de satisfacción de los ejidatarios tras 20 años de administrar sus agostaderos en forma privada. Aunque aún existen casos de abuso del agostadero, otros ejidatarios mejoraron la condición de sus parcelas ganaderas, al grado de negociar el acceso de ganado ajeno para evitar su muerte por inanición durante la sequía más reciente. Casi la totalidad de los ejidatarios de Castañón, reconoce el aumento en la producción y en los inventarios ganaderos, y una mejora en la condición de sus agostaderos, como resultado de la parcelación. El sentido de pertenencia de la tierra ha provocado el cuidado y manejo adecuado de las parcelas ganaderas y ha generado la opción de arrendamiento, una actividad económica imposible bajo el régimen de uso comunal. El contraste actual entre los agostaderos de Castañón y los de ejidos aledaños es evidente, por lo que diversos ejidos de la región tienen ya la intención de replicar este proceso en sus áreas de uso común.

El objetivo de la segunda parte de esta tesis fue evaluar la condición de los agostaderos de una muestra de las parcelas del mismo ejido. Para ello se llevaron a cabo mediciones estructurales de la vegetación, del estado actual de la superficie del suelo, y se registraron algunas prácticas individuales del aprovechamiento de 18 parcelas de las 62 creadas con la parcelación en 1993 de los agostaderos comunales, para estimar su condición de agostadero actual. Se identificaron tres sitios de agostadero con base en las diferencias fisonómicas y edáficas y en cada sitio se estudiaron seis parcelas, dos con cada condición visual de agostadero, buena, pobre e intermedia. Se identificó la composición florística de cada sitio de agostadero, y mediante transectos y el método de cuadrantes centrados en un punto, se estimó la densidad y biomasa volumétrica media ponderada de las especies perennes preponderantes en las parcelas de la muestra, las cuales se agruparon por forma de vida y valor forrajero. Para evaluar el estado actual de la cobertura del suelo, con líneas de intercepción de Canfield se estimaron las proporciones medias cubiertas con vegetación, mantillo, rocas y heces, así como la correspondiente a suelo desnudo. Las estimaciones de las variables estructurales de vegetación, de la cobertura actual del suelo y de las prácticas de aprovechamiento individual de las parcelas, fueron objeto de análisis multivariable con PC-ORD, mediante los módulos DECORANA para su ordenación y TWINSPLAM para su clasificación.

Los tres sitios de agostadero y la condición apreciada visualmente fueron confirmados con los resultados del levantamiento estructural de la vegetación y del estado de la cobertura actual del suelo. Con la ordenación de 17 características de las 18 parcelas estudiadas se constató que las variables estructurales densidad y biomasa por grupos de especies con diferente valor forrajero, y las de proporción de suelo desnudo y cubierto con vegetación y mantillo permiten evaluar adecuadamente la condición de este tipo de agostaderos. La clasificación multivariable

generó grupos de parcelas caracterizados por la condición de sus agostaderos y su eficiencia en la producción pecuaria, pero sin relación clara con el sitio de agostadero de su ubicación. Las parcelas evaluadas presentaron diferencias importantes en la condición de agostadero y en productividad pecuaria después de 20 años de la parcelación.

La tercera parte de esta tesis tuvo como propósito relacionar estadísticamente el porcentaje de partos esperable en un año con base en la precipitación total del año anterior. Este estudio se llevó a cabo en tres ranchos ganaderos privados del altiplano potosino-zacatecano, para los cuales se estimaron las relaciones funcionales entre porcentaje de partos (y) y precipitación total del año previo (PTAP, x); con estas relaciones se predijo y luego se cotejó estadísticamente el número de partos ocurridos en 2015, en los ranchos Laguna Seca (LS), San José (SJ) y El Porvenir (EP). Los datos de PTAP se obtuvieron de las dos estaciones meteorológicas oficiales más próximas a cada rancho y con el mismo tipo de clima. La correlación estimada para partos y precipitación en los tres ranchos fue positiva y significativa. Los modelos de regresión lineal simple fueron LS: $y = 26.2800 + 0.0629(x)$, SJ : $y = 30.2438 + 0.0973(x)$ y EP: $y = 23.6172 + 0.0808(x)$. La variación del porcentaje de partos explicada por la PTAP fue de 59.2 % en LS, 62.0 % en SJ y 84.9 % en EP. Los partos registrados durante 2015 en EP y LS (72.2 % y 64.0 %, respectivamente) superaron los intervalos del 95 % de confianza, debido a diversas mejoras recientes en la reproducción de los hatos, mientras que el número de partos de SJ, sí quedó comprendido en esos intervalos.

La parte cuarta y última de esta tesis tuvo como objetivo evaluar una parte de los agostaderos de los tres ranchos ya mencionados. Para ello se hicieron mediciones estructurales de la vegetación y del estado actual de la superficie del suelo con 11 levantamientos diseñados para estimar su condición de agostadero actual. Se identificaron cuatro sitios de agostadero en el

rancho Laguna Seca, tres en San José y cuatro en El Porvenir. Se identificó la composición florística de cada sitio de agostadero, y mediante transectos y el método de cuadrantes centrados en un punto, se estimó la densidad y biomasa volumétrica media ponderada de las especies perennes preponderantes en los levantamientos, las cuales se agruparon por forma de vida y valor forrajero. Para evaluar el estado actual de la cobertura del suelo, con líneas de intercepción de Canfield se estimaron las proporciones medias cubiertas con vegetación, mantillo, rocas y heces, así como la correspondiente a suelo desnudo. Las estimaciones de las variables estructurales de vegetación, de la cobertura actual del suelo y de las prácticas de aprovechamiento individual de los sitios estudiados mediante los levantamientos, fueron objeto de análisis multivariable con PC-ORD, a través de los módulos DECORANA para su ordenación y TWINSPAM para su clasificación.

Los diversos sitios de agostadero y condición apreciada visualmente fueron confirmados con los resultados del levantamiento estructural de la vegetación y del estado de la cobertura actual del suelo. Con la ordenación de 13 características de los 11 levantamientos realizados se constató que las variables estructurales densidad y biomasa por grupos de especies con diferente valor forrajero, y las de proporción de suelo desnudo y cubierto con vegetación y mantillo permiten evaluar aproximadamente la condición de este tipo de agostaderos. La clasificación multivariable generó grupos de sitios caracterizados por la conformación estructural de sus agostaderos, y relacionados con la condición y sitio de agostadero respectivo.

GENERAL ABSTRACT

Most communal rangeland of the Mexican Higjland are in the process of desertization by overgrazing resulting from its unrestricted use with individual benefit. The objective of the first part of this thesis was to document based on a survey, the process and the actual results of the parcel out of paddocks common use of ejido "The Castañon y Anexos" in the municipality of Catorce, San Luis Potosi , Mexico, only ejido in the potosino highland that has taken the reform of article 27 of the Constitution to certify and titrate their livestock plots, endogenous initiative carried out despite the resistance and lack of official support, which allowed each ejidatario, decide how to use their resources. Documents how was decided and carried out the distribution of communal pastures, and what has been the degree of satisfaction of ejidatarios after 20 years of managing their rangelands privately. Although there are still cases of abuse of rangeland, other ejidatarios improved the condition of their livestock plots, the degree to negotiate access of foreign cattle to prevent starvation during the most recent drought. Almost all ejidatarios Castanon, recognizes the increased production and livestock inventories, and an improvement in the condition of their rangeland, as a result of the division. The ownership of land has led to proper care and handling of livestock has generated plots and lease option, an impossible economic activity under the regime of communal use. The current contrast between the rangelands of Castanon and nearby ejidos is evident, so many ejidos in the region have already intended to replicate this process in their areas of common use.

The objective of the second part of this thesis was to evaluate the condition of the rangeland of a sample of the plots of the same ejido. To this they were carried out structural measurements of vegetation, the current state of the soil surface, and some individual practices the use of 18

plots of the 62 created with the division in 1993 of communal rangelands were recorded to estimate their current condition. Three rangeland sites were identified based on physiognomic and edaphic differences and six plots at each site studied, two each, good, poor and middle visual condition of rangeland. Floristic composition of each site rangeland it identified, and by transects and method of quadrants centered at a point, density and average volumetric biomass weighted preponderant perennial species in the plots of the sample was estimated, which were grouped by life form and forage value. To assess the current state of ground cover, with lines intercept covers Canfield average proportions with vegetation, mulch, rocks and feces, as well as corresponding to bare soil were estimated. Estimates of structural variables of vegetation, land cover current practices and individual use of the plots were subjected to multivariate analysis with PC-ORD, through DECORANA modules for ordination and TWINSPLAM for classification.

The three rangeland sites visually appreciated and condition were confirmed with the results of the structural survey of the vegetation and the current state of ground cover. With the ordination of 17 characteristics of the 18 plots it studied was found that the structural variables density and biomass by species groups with different forage value, and the proportion of naked and covered with vegetation and mulch soil difficult to assess the condition of this type rangeland. The multivariable classification generated plots groups characterized by the condition of their rangeland and livestock production efficiency, but with no clear relation to the rangeland site's location. The plots evaluated showed significant differences in the status of rangeland and livestock productivity after 20 years of parcel out.

The third part of this thesis was aimed to statistically relate the percentage of expected calvings in a year based on the total rainfall of the previous year. This study was conducted in

three private cattle ranches of San Luis-Zacatecas highlands, for which the functional relationships between percentage of calvings (y) and total precipitation of the previous year (PTAP, x) were estimated; these relationships are statistically predicted and then verified the number of calvings in 2015, in Laguna Seca (LS), San José (SJ) and El Porvenir (EP) ranches. PTAP data were obtained from the two official climatic stations closer to each ranch and with the same type of climate. The estimated calvings and precipitation in the three ranches correlation was positive and significant. The models were simple linear regression LS: $y = 26.2800 + 0.0629 (x)$, SJ: $y = 30.2438 + 0.0973 (x)$ and EP: $y = 23.6172 + 0.0808 (x)$. The percentage of calvings variation explained by the PTAP was 59.2% in LS, 62.0% and 84.9% in SJ in EP. Calvings registered during 2015 EP and LS (72.2% and 64.0%, respectively) exceeded 95% intervals of confidence, due to various recent improvements in breeding herds, while the number of calves SJ, yes was comprised in these intervals.

The fourth and final part of this thesis was to evaluate some of the rangeland of the three ranches already mentioned. For structural measurements of this vegetation and the current state of the soil surface with 11 surveys designed to estimate its current condition rangeland they were made. Rangeland four sites were identified in the Laguna Seca Ranch, three in San Jose and four in El Porvenir. Floristic composition of each site rangeland it identified, and by transects and method of quadrants centered at a point, density and average volumetric biomass weighted preponderant perennial species in the uprisings was estimated, which were grouped by life form and forage value. To assess the current state of ground cover, with lines intercept covers Canfield average proportions with vegetation, mulch, rocks and feces, as well as corresponding to bare soil were estimated. Estimates of structural variables of vegetation, current land cover and practices of individual use of the sites studied by surveys, were

subjected to multivariate analysis with PC-ORD, through DECORANA modules for management and TWINSPLAM for classification.

The various rangeland sites and visually appreciated condition were confirmed with the results of the structural survey of the vegetation and the current state of ground cover. With the ordination of 13 characteristics of the 11 surveys conducted found that the structural variables density and biomass by species groups with different forage value, and the proportion of naked and covered with vegetation and mulch soil to assess about the condition of this type rangeland. The multivariable classification generated groups characterized by the structural conformation of their rangeland sites, and related to the condition and rangeland respective site.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Con excepción de las áreas cubiertas por selvas, bosques subhúmedos, cultivos, suelo desnudo, roca, hielo, hormigón o desiertos, la mayor parte del resto de coberturas terrestres pueden clasificarse como agostaderos, es decir sitios de alimentación del ganado con base en la vegetación espontánea. Éstos incluyen a los matorrales, bosques de encinares abiertos y todos los zacatales naturales. Son áreas de productividad pobre debido a limitaciones físicas; por lo tanto, son inadecuadas para el cultivo, pero son capaces de mantener ganado y fauna silvestre (Holecheck *et al.*, 2011).

La contribución principal de los agostaderos en los países en desarrollo, es decir, en la mayor parte de África, Asia y América Latina, es el forraje para el ganado (Holecheck *et al.*, 2011). En el mundo, más del 50 % de la superficie terrestre se utiliza como agostadero (Holecheck *et al.*, 2011); es notable que esta misma proporción se repite en México. Las tierras de pastoreo constituyen un recurso natural renovable y pueden ser manejadas en forma racional, de manera que pueden ser productivas y ambientalmente estables por tiempo indefinido. Sin embargo, el abuso creciente de las tierras de pastoreo en la región es más la regla que la excepción, sin que se dé alguna oportunidad de recuperación. En consecuencia, el proceso inconsciente de desertización está generalizado y con ello el potencial de producción orgánica de estas tierras se va reduciendo de manera gradual e irreversible (INE, 1994).

En México, la región norte del país es considerada como una zona donde predomina la ganadería bovina productora de carne, basada sobre todo en la producción y venta de becerros al destete para exportación en pie o para desarrollo y engorda en pesebre o pradera en otras

regiones. Este sistema depende básicamente de las condiciones climáticas prevalecientes y del potencial de producción forrajero de estas áreas (Carpenter, 1998).

En estas unidades de producción, se depende casi en exclusiva del forraje del agostadero, con corto período de crecimiento del forraje, estacionalidad de las lluvias (verano-otoño) lo que permite el crecimiento de las crías y regulares probabilidades de que las vacas se fecunden, pariciones en primavera-verano y destete en otoño, los becerros machos y otros animales de desecho se extraen antes del invierno, cuando el forraje disponible empieza a escasear y a perder calidad, porcentajes de pariciones entre 50 y 60 por ciento y becerros con un peso al destete entre 150 y 180 kg a los siete meses de edad, sobrepastoreo en aproximadamente 80 % de los ranchos y capacidad de carga alrededor de 18 ha por unidad animal/año (García, 2006).

El principal recurso alimentario para los animales en estas regiones es el forraje de la vegetación natural, el cual presenta fluctuaciones en cantidad y calidad a través del año y entre años. En consecuencia los animales están expuestos a deficiencias nutricionales, sobre todo en los períodos secos del año y en las sequías frecuentes. Por ello una característica común en estos ambientes es la baja productividad de los animales, evaluada en términos de la cosecha neta de becerros, así como por los kilogramos de becerro destetado por vaca expuesta a toro por año, o por hectárea por año (García, 2006).

Por otra parte, México es el único país del orbe con tres formas de tenencia en el campo: propiedad privada, el usufructo ejidal y el usufructo comunal. Estas dos últimas son parte de la tutela del Estado (sector social en el ámbito rural; González, 2005). Y es en los ejidos y comunidades agrarias, donde el ganado se alimenta en las áreas de uso común, y generalmente el límite individual en el número de animales en pastoreo es únicamente la cantidad de

cabezas que cada sujeto de derecho sobre dichas áreas pueda tener. Así que cualquiera que sea la forma de tenencia de estos terrenos están mal manejados en términos de sustentabilidad.

Por otra parte es necesario llevar registros de la reproducción y producción del hato, así como de la producción y utilización del forraje, ya que facilitan la elaboración de indicadores para fundamentar decisiones tendentes a incrementar la eficiencia de la unidad de producción, el mejoramiento genético del hato y el aprovechamiento persistente de los agostaderos. Esta es una práctica muy poco extendida en la región y cuando se lleva a cabo, en muchas ocasiones el ganadero sólo registra lo que considera particularmente de mayor valor.

Otro aspecto a resaltar es que la mayoría de las investigaciones sobre eficiencia reproductiva y productiva de hatos de ganado bovino para carne sólo incluyen parte del ciclo anual de producción y han sido realizadas en estabulación (García, 2006). Hay que hacer notar que en México y principalmente en sus zonas áridas y semiáridas, existen pocos estudios sobre el nivel reproductivo y productivo de bovinos para carne en agostaderos privados y sociales. También se han desaprovechado los escasos registros históricos de productores, tanto privados como sociales, y su posibilidad de relacionarlos con la condición del agostadero, para contar con estimaciones fácticas de los niveles de producción persistente que sirvan de guía o referentes para establecer o fundamentar las prácticas adecuadas de producción.

Determinar la salud del suelo y las plantas de los agostaderos, es necesario para apoyar la toma de decisiones, y mantenerlos en buena y excelente condición, o de ser necesario, establecer acciones para detener y revertir su deterioro.

De nada servirá realizar una serie de prácticas de mejoramiento si los productores siguen pensando que el objetivo de la unidad de producción es acumular el mayor número de

animales posible y no el producto anual que generan, y el suelo y la vegetación que los sustentan (INE, 1994).

La hipótesis de este estudio fue que llevar a cabo prácticas de aprovechamiento individual adecuadas puede evitar el deterioro severo y generalizado de los agostaderos privados y sociales, y generar niveles reproductivos y productivos técnicamente satisfactorios de los hatos de bovinos para carne en el altiplano potosino-zacatecano.

Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue caracterizar el grado de satisfacción de los propietarios de parcelas del único ejido en el altiplano potosino, tras un proceso de reparto de sus áreas de pastoreo comunales y 20 años de administrar sus recursos forrajeros de forma privada, así como cuantificar la condición de esos agostaderos, de la cobertura actual del suelo, y relacionarlos con las distintas formas de aprovechamiento individual realizadas en el ejido; asimismo, en tres ranchos de propiedad privada, calcular una ecuación de predicción de partos, en función de la precipitación total anual previa, que permita realizar proyecciones de producción y requerimientos de los hatos ganaderos en el altiplano potosino-zacatecano, sin generar un costo extra para las unidades de producción, así como la caracterización preliminar de las coberturas de vegetación identificadas en cada uno de ellos, en cuanto a estructura de la vegetación y superficie actual del suelo para así disponer de referentes contrastantes con la generalidad existente.

REFERENCIAS INTRODUCCIÓN GENERAL

- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). http://repositorio.ine.gob.mx/ae3/ae_333.736153_c655.pdf (Consulta: julio 2012).
- Carpenter B., B. 1998. Beef cattle reproduction in the south Texas region of Tamaulipas biotic province. *In: Memorias del Taller de ganadería de bovinos de carne del noreste de México y sur de Texas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamps., México. pp: 145-152.*
- De Alba, J. 1985. Reproducción Animal. La Prensa Médica Mexicana. México. 538 p.
- García E. R. 2006. Factores nutricionales y de manejo que afectan la eficiencia productiva de vacas Charolais y Hereford en agostadero. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. 113 p.
- González N., G. N. 2005. Derecho Agrario. Oxford University Press. México. 595 p.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 2011. Range Management, Principles and Practices. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 444 p.

2. BENEFICIO DE LA PARCELACIÓN DE LOS AGOSTADEROS COMUNALES DEL EJIDO “EL CASTAÑÓN”, MUNICIPIO CATORCE, SAN LUIS POTOSÍ: 1993-2013

BENEFIT OF THE COMMUNAL RANGELANDS PARCEL OUT IN EJIDO “EL CASTAÑÓN”, CATORCE MUNICIPALITY, SAN LUIS POTOSÍ: 1993-2013

Luis O. Negrete-Sánchez*, Juan R. Aguirre-Rivera², Juan M. Pinos-Rodríguez³, Humberto Reyes-Hernández⁴

*Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Avenida Manuel Nava #201, Zona Universitaria, 78290. San Luis Potosí, México. (jaibabrava1926@hotmail.com) (iizd@uaslp.mx) (jpinos@uaslp.mx) (hreyes@uaslp.mx).

*Autor responsable ♦ Author for correspondence. Recibido: noviembre, 2014. Aprobado: septiembre, 2015. Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 50: 511-532. 2016.

2.1 RESUMEN

La mayoría de los agostaderos comunales de la Altiplanicie Mexicana se encuentran en proceso de desertización por la sobrecarga animal resultante de su aprovechamiento irrestricto con beneficio individual. El objetivo de este estudio fue documentar con base en una encuesta, el proceso y los resultados actuales de la parcelación de los potreros de uso común del ejido “El Castañón y Anexos”, en el municipio de Catorce, San Luis Potosí, México, único ejido en el altiplano potosino que ha aprovechado la reforma del artículo 27 constitucional para certificar y titular sus parcelas ganaderas, iniciativa endógena realizada a pesar de la resistencia y falta de apoyo oficial, que permitió a cada ejidatario, decidir cómo aprovechar sus recursos. Se documenta cómo se decidió y realizó el reparto de los potreros comunales, y

cuál ha sido el grado de satisfacción de los ejidatarios tras 20 años de administrar sus agostaderos en forma privada. Aunque aún existen casos de abuso del agostadero, otros ejidatarios mejoraron la condición de sus parcelas ganaderas, al grado de negociar el acceso de ganado ajeno para evitar su muerte por inanición durante la sequía más reciente. Casi la totalidad de los ejidatarios de Castañón, reconoce el aumento en la producción y en los inventarios ganaderos, y una mejora en la condición de sus agostaderos, como resultado de la parcelación. El sentido de pertenencia de la tierra ha provocado el cuidado y manejo adecuado de las parcelas ganaderas y ha generado la opción de arrendamiento, una actividad económica imposible bajo el régimen de uso comunal. El contraste actual entre los agostaderos de Castañón y los de ejidos aledaños es evidente, por lo que diversos ejidos de la región tienen ya la intención de replicar este proceso en sus áreas de uso común.

Palabras clave: tenencia, conservación, usufructo, deterioro, derechos de pastoreo, iniciativas endógenas.

2.2 INTRODUCCIÓN

Con excepción de las áreas cubiertas por bosques lluviosos, cultivos, suelo desnudo, roca, hielo, hormigón o desiertos, la mayor parte del resto de coberturas terrestres pueden clasificarse como agostaderos, los cuales incluyen a los matorrales, bosques subhúmedos y todos los zacatales naturales. Son áreas de productividad pobre, debido a limitaciones físicas, e inadecuadas para el cultivo, pero pueden mantener ganado y fauna silvestre (Holechek *et al.*, 2011); así, su principal contribución en la mayor parte de África, Asia y América Latina, es el forraje para el ganado.

En el mundo, más que 50 % de la superficie terrestre se utiliza como agostadero (Holechek *et al.*, 2011); es notable que esta misma proporción se repita en México y en el estado de San Luis Potosí. El pastoreo genera modificaciones en la vegetación, al igual que otras actividades humanas (Lasanta, 2010). Las tierras de pastoreo constituyen un recurso natural renovable, que al ser manejadas en forma racional, son productivas y ambientalmente estables por tiempo indefinido. Sin embargo, el abuso creciente de las tierras de pastoreo en el altiplano potosino es muy evidente, y la mortandad del ganado durante las sequías es su única oportunidad de recuperación. En consecuencia, el proceso inconsciente de desertización está generalizado, y con ello el potencial de producción orgánica de estas tierras se reduce de manera gradual e irreversible (INE, 1994).

En México hay tres modalidades de tenencia ciudadana de la tierra, la propiedad privada, el usufructo ejidal y el usufructo comunal; las dos últimas han sido tuteladas por el Estado (sector social) (González, 2005). El término ejido proviene de la palabra latina *exitus*, que significa “salida”, y se refiere al terreno de usufructo común del entorno del pueblo. El mismo autor refiere que en las distintas etapas históricas de México, la tenencia de la tierra pasó de ser propiedad comunal a propiedad privada, a la coexistencia de ambas, luego a la excesiva concentración de la propiedad privada en pocas manos, y finalmente a la convivencia de la propiedad privada, y el usufructo ejidal y comunal.

También menciona que desde los años noventa del siglo pasado, en México se vivió un proceso de apertura comercial que implicó ajustes económicos, políticos y jurídicos. En la iniciativa de reformas al artículo 27 constitucional del 7 de noviembre de 1991, decretada el 6 de enero de 1992, se tomó en cuenta el problema ecológico del campo mexicano y se consideraron como preocupantes la erosión de los suelos por técnicas deficientes de

conservación y uso, la contaminación y el agotamiento de los acuíferos y, la escasa competitividad y rentabilidad de la actividad forestal, con mínimos beneficios económicos para los poseedores de los bosques.

Según Lewis (2002), la enmienda al artículo 27 constitucional se realizó para modernizar al ejido, ya que la falta de certeza en la tenencia de la tierra y el tamaño reducido de las parcelas individuales, limitaban el progreso y la eficiencia económica, y así se garantizó el derecho de los ejidatarios para rentar, vender o hipotecar la tierra.

En la propiedad social, el ganado de todos los usufructuarios se alimenta del forraje de los potreros de uso común y por lo general el límite individual del número de animales es solo la cantidad que cada sujeto con derecho sobre dichas áreas pueda tener (Cruz y Aguirre, 1992). Si los ejidos y comunidades agrarias carecen de límite de carga animal en el agostadero y si la forma principal de aprovechar este recurso son los animales, se genera la creencia de que entre más ganado se posea, se logra mayor riqueza e influencia social; a esta tendencia se le conoce como “ganadería para prestigio”, y no importa que los animales no produzcan ni leche ni crías (Aguirre *et al.*, 1995). Este problema ocurrió hace más que 120 años en los agostaderos libres de los EE.UU. (Hardin, 1968). Este fenómeno resulta de una contradicción fundamental entre la tenencia comunal de la tierra, y su aprovechamiento basado en medios y beneficios privados (Cruz y Aguirre, 1992). Incluso, gran parte de las remesas que envían los emigrantes a EE.UU., se invierte en la compra de ganado y en su mantenimiento durante las sequías, lo cual reduce su mortalidad y posibilidad de descarga temporal en los agostaderos comunales. Este problema fue reconocido por Fernández y Fernández (1971), quién señaló que el uso individual y libre de los pastos y montes debía quedar en el pasado y, sugería (sin atentar contra el modelo) el establecimiento de reglas rígidas, a fin de que en los agostaderos se

permitiera únicamente pacer la carga animal adecuada, hacer la división en potreros y llevar a cabo rotaciones, mediante inversiones colectivas bajo un criterio único de administración.

La tenencia actual de la tierra en el país se rige por la Ley Agraria del 26 de febrero de 1992, reformada el 9 de julio de 1993. Con respecto a los ejidos, y de acuerdo con su artículo 23, “Es de la competencia exclusiva de la Asamblea, la delimitación, asignación y destino de las tierras de uso común así como su régimen de explotación.” En el artículo 56 se establece que “La Asamblea de cada ejido, podrá determinar el destino de las tierras que no estén formalmente parceladas, efectuar el parcelamiento de éstas, reconocer el parcelamiento económico o de hecho, o regularizar la tenencia de los posesionarios o de quienes carezcan de los certificados correspondientes. Consecuentemente, la Asamblea podrá destinarlas al asentamiento humano, al uso común o parcelarlas a favor de los ejidatarios. En todo caso, a partir del plano general del ejido que haya sido elaborado por la autoridad competente o el que elabore el Registro Agrario Nacional” (Ley Agraria, 1992).

En los ejidos y comunidades agrarias el aprovechamiento comunal de los agostaderos se realiza principalmente mediante el pastoreo de ganado; sin embargo, la falta de reglas en la Ley Agraria para dicho aprovechamiento, ha generado lo que sería el principal problema ambiental del país, el sobrepastoreo severo y generalizado de los agostaderos comunales que provoca su desertización, la disminución aguda de la productividad animal y la expulsión creciente de población de los ejidos hacia áreas urbanas e incluso al extranjero, en busca de mejores condiciones de vida (Cruz y Aguirre, 1992).

El Ejido “El Castañón y Anexos” surgió el 13 de febrero de 1946 cuando se autorizó una primera dotación de tierras (9 300 ha), tomadas de la hacienda Sierra Hermosa. Luego, el 16 de agosto de 1960 se concedió una ampliación (6 000 ha) que afectó nuevamente dicha

hacienda, y ese mismo año los ejidatarios establecieron por su cuenta el cercado perimetral, para evitar el trasiego generalizado y las pérdidas de ganado (RAN, 2013). En 1993 los ejidatarios iniciaron un reparto preliminar, medido por ellos mismos, y cada uno procedió a cercar y subdividir su potrero individual (J. Coronado, comunicación personal)¹. El 17 de septiembre de 1996 la asamblea ejidal aprobó la delimitación, destino, asignación y certificación de derechos sobre las tierras ejidales. Entonces existían 62 ejidatarios y nueve posesionarios y el Registro Agrario Nacional (RAN) les definió 13,514.2146 ha como tierras de uso común, excedentes de la asignación y titulación de solares y parcelas abiertas al cultivo (RAN, 2013). En el año 2000 contrataron un despacho privado para la medición exacta de las parcelas y generar el plano interno del ejido, el cual fue registrado ante el RAN para que así se expedieran los títulos de propiedad individual. Con ello se complementaron y asignaron lotes individuales de 222 ha, a excepción de seis ejidatarios que solo recibieron 111 ha, por negarse a participar en las faenas comunales (J. Coronado, comunicación personal)¹. En el reglamento interno se estableció dejar 12 m entre parcelas como derecho de paso, lo cual se descartó pues reducía la superficie aprovechable y duplicaba el gasto en cercas, pero se acordó aprovechar los caminos existentes, y que cada ejidatario cerrara las puertas por las que cruzara hasta llegar a su parcela (J. Coronado, comunicación personal)¹.

Este ejido es el único en el Altiplano Potosino que ha aprovechado la reforma al artículo 27 constitucional para repartir y titular sus tierras de uso común. La titulación de solares y parcelas de labor no presentó problema, pero los agentes de gobierno estuvieron renuentes para hacer lo mismo en los agostaderos. Lo valioso de este caso es que la parcelación de los

¹ Jesús Coronado Díaz, Presidente del Comisariado Ejidal en 1960 y actual integrante del Consejo de Vigilancia de “El Castañón y Anexos”.

agostaderos se hizo a pesar de la resistencia y falta de apoyo oficial, esto es, fue una iniciativa endógena, y permitió que cada ejidatario pudiera decidir qué hacer o cómo aprovechar su recurso. Al respecto, Lesorogol (2005) señala la escasez de información empírica acerca de los efectos de la privatización de tierras comunales de pastoreo. Por ello, se consideró importante documentar este proceso que condujo al parcelamiento de las áreas de uso común, y a la vez, conocer sus principales efectos y el grado de satisfacción de los ejidatarios, tras 20 años de administrar sus potreros en forma privada.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 Área de estudio

De acuerdo con las cartas temáticas del INEGI (2001), la descripción física y biótica es la siguiente: el ejido “El Castañón y Anexos” está ubicado al noroeste del municipio de Catorce, San Luis Potosí, México. Los asentamientos humanos principales del ejido son Charco Largo y Castañón. El primero se ubica en 101°12' O y 23°51' N, a una altitud de 1 920 msnm; el segundo en 101°16' O y 23°49' N, a una altitud de 1 994 msnm. Fisiográficamente, el ejido se localiza en la Provincia Mesa del Centro, subprovincia Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande. El sustrato geológico es de conglomerados formados en los periodos terciario y cuaternario. De acuerdo con el drenaje superficial se ubica en la región hidrológica el Salado, y su hidrología subterránea presenta unidades de permeabilidad media compuestas de material no consolidado. Su suelo dominante es xerosol cálcico y el secundario es háplico, de estructura media, en fases petrocálcica y gravosa. El clima se clasifica como BS₀kw''(e), esto es, seco templado con temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C, lluvias de verano, porcentaje de precipitación invernal mayor que

10.2 mm y verano cálido. La precipitación media anual (estación climatológica Santa María del Refugio) de 1951 a 2010 fue 300.1 mm (CNA, 2013). Los tipos de vegetación son principalmente Matorral Desértico Micrófilo y, en menor proporción, Matorral Desértico Rosetófilo.

2.3.2 Encuesta sobre el manejo del agostadero y el grado de satisfacción actual

El cuestionario se diseñó para entrevistar solo a los ejidatarios a cargo de parcelas ganaderas, con base en los usados en estudios similares (Osorio, 1974; Bolaños, 1996²). Se procuró que las preguntas generaran información sobre la problemática observada durante los recorridos previos en el área de estudio, y la captada en conversaciones y entrevistas con los principales actores ejidales y oficiales, del proceso de parcelación desde su concepción. Después de presentar el proyecto a la Asamblea ejidal del 2 de junio de 2013, y conseguir su autorización para realizarlo, entre diciembre de 2013 y febrero de 2014 se entrevistaron a los ejidatarios en las localidades Charco Largo, Castañón, Santa María del Refugio, Los Pames, Tanque Colorado y Santa Isabel. En total se aplicaron 41 cuestionarios a igual número de ejidatarios que administran 58 de las 62 parcelas ganaderas existentes. Los responsables de las cuatro parcelas restantes quedaron fuera de las entrevistas por negarse a ser entrevistados.

Para el análisis e interpretación de la información generada por la encuesta se diseñó una base de datos en Excel[®] 2007. La información recopilada por medio de la encuesta se resume y presenta en forma de cuadros y referencias en los resultados y su discusión.

² Bolaños M., A. 1996. Los agostaderos forestales del occidente del Estado de México. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. México. 181 p.

2.3.3 Estimación de la carga animal

El cálculo correspondiente para bovinos de diferente edad y función se basó en las equivalencias a la unidad animal estándar (UA) propuestas por Vallentine (1965) y de Alba (1971), y para las otras especies de ganado se usaron las equivalencias en UA del Departamento de Agricultura de los EE. UU., catalogadas para el pago de derechos de pastoreo en Arizona (Arizona Agricultural Statistics, 2001).

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se entrevistaron a 41 ejidatarios responsables de 58 de las 62 parcelas (con una superficie total de 12 826 ha); 32 ejidatarios (78 %) aprovechan individualmente 36 parcelas que suman 7 942 ha (61.9 % del terreno total); cuatro de ellos administran más de una parcela pues pertenecen a familiares ausentes o fallecidos. Los nueve restantes (22 %) lideran el uso grupal de 22 parcelas (4 884 ha, o 38.1 % del área total); estos grupos están conformados por dos, tres y hasta cuatro ejidatarios, y en todos los casos se integran por familiares quienes solicitaron la asignación de sus parcelas en colindancia. La preferencia fue por el trabajo individual y el agrupamiento se dio con riesgos mínimos de conflicto, al trabajar familiarmente desde antes de la parcelación. A partir de ella parece que el ejido se prestigió y se fortaleció como organización de gestión ante las agencias de gobierno.

2.4.1 Apego a la tierra y grado de satisfacción actual

Casi todos los ejidatarios entrevistados están conformes con su condición de campesinos, y se sienten a gusto con su forma y nivel de vida; solo uno de los 41 manifestó que le hubiera

gustado haber nacido en otro lugar y dedicarse a actividades distintas a las del campo. Ninguno considera que ser propietario de tierras ejidales le obligó a vivir en este lugar y le privó de mejores oportunidades de trabajo, ingresos y tipo de vida. La satisfacción general manifestada es muy destacable y podría estar relacionada con la historia de este ejido, particularmente con las características personales de sus líderes y demás integrantes para reconocer sus problemas y brindarles soluciones, las cuales les generaron un bienestar satisfactorio. Esto discrepa de lo encontrado por Finkler (1974) en las zonas áridas del Valle del Mezquital en Hidalgo, donde encontró una fuerte emigración temporal a la ciudad de México, y atribuye a la aridez de esas tierras, la ausencia de procesos innovadores de producción y comercialización. Fernández y Fernández (1971) menciona que la principal problemática en los ejidos de tierras de labor es que a cada integrante se le dotó de una parcela frecuentemente pequeña, rodeada de otras parcelas similares, sin la posibilidad de poder hacer transacciones con ellas. Este mismo autor señala que si el ejidatario es mal trabajador o tiene vicios, ahí permanecerá, y si es emprendedor y visionario no prosperará por las restricciones de tierra y mal ambiente de trabajo. Sin embargo, estas condiciones no se presentan en Castañón.

Lo ocurrido en Castañón coincide parcialmente con lo registrado por Lewis (2002) en el Valle del Yaqui en Sonora, donde las reformas económicas y legales en combinación con las características agrícolas de esa región, provocaron en los ejidos un mejor uso de la tierra, debido a que los ejidatarios rentistas pueden dedicarse a otras actividades, mientras los arrendatarios producen con eficacia. En “El Castañón y Anexos”, después de 20 años de administrar sus parcelas ganaderas como propiedad privada, 91.4 % de los entrevistados considera que la condición de sus tierras de pastoreo sí mejoró. En cambio, 8.6 % considera lo

contrario; entre éstos se incluye un ejidatario que redujo su hato de 100 a 45 bovinos y otro lo hizo de 70 a 30, pues ya no podrían aprovechar todo el agostadero comunal y sobrecargaban su parcela ganadera; en cambio, el tercer ejidatario aumentó su hato de 10 a 30 bovinos. Otra razón del grado de satisfacción con la parcelación es el incremento en producción de sus hatos; así, 81.8 % de quienes crían bovinos (n=33) consideran que su producción aumentó; esta misma apreciación la tiene el 53.8 % de quienes además pastorean caprinos (n=13) y ovinos (n=5, 40.0 %); en contraste, quienes mantienen équidos (n=28, 85.7 %) consideran que su producción permaneció igual.

La satisfacción con la parcelación también se relaciona con mayor disponibilidad de forraje en los potreros; así, 26.8 % de los ejidatarios entrevistados negoció el acceso a su parcela de ganado ajeno, y seis ejidatarios sin ganado rentaron su parcela a ejidatarios de éste y otros ejidos, e incluso a pequeños propietarios colindantes con Castañón; el 90.9 % de quienes lo hicieron, obtuvo alguna remuneración y 63.6 % de los solicitantes de dicho acceso fue de productores ajenos a Castañón. Lo anterior difiere de lo registrado por Lewis (2002) en Sonora, donde 70 % de las parcelas de labor ejidales están rentadas, y de éstas, hasta 96 % a productores privados. Los 30 ejidatarios restantes sólo pastorean ganado propio y no les interesa negociar con sus excedentes de forraje. El incremento en la cantidad de forraje contrasta con lo encontrado por Cruz y Aguirre (1992) en los agostaderos comunales en Tiltepec, Oaxaca, cuya utilización es exclusiva de los comuneros y 90 % de los campesinos entrevistados habían notado empobrecimiento de las especies forrajeras preferidas por su ganado (ovejas y cabras). También difiere de lo registrado en Cameros, España por Lasanta (2009), quién señala que la escasez de forraje, obliga a los ganaderos a comprar casi 50 % del alimento consumido por sus hatos. Los beneficios evidentes de la parcelación ya interesaron a

otros ejidatarios, tanto del municipio de Catorce, como de otros municipios del estado, e incluso del estado de Zacatecas, particularmente por la mejora aparente de la condición de los agostaderos, de tal manera que quieren promover este proceso en sus ejidos. Al respecto, se registraron 31 alusiones a la intención de otros ejidatarios de promover una parcelación similar, particularmente en los ejidos Tanque de Arenas y Santa María del Refugio, ambos colindantes con Castañón. Este último ya comenzó a buscar agencias de medición y delimitación de superficies para parcelar las áreas de uso común. Además, se registraron ocho casos de ejidos de otros municipios de San Luis Potosí y dos más de un ejido del municipio de Mazapil, estado de Zacatecas (Cuadro 1).

2.4.2 Conocimiento actual sobre el origen del ejido y del parcelamiento de las áreas de uso común

Actualmente sobreviven dos ejidatarios participantes en la creación del ejido, pero sólo uno recuerda en qué año sucedió y cuál fue la propiedad afectada para ello. El tiempo transcurrido desde que se creó el ejido en 1946, explica el desconocimiento general de su origen, y el desinterés de las nuevas generaciones de ejidatarios por conocer su historia. Respecto al proceso de parcelación, todos manifestaron haber apoyado la decisión de parcelar, certificar y titular las áreas de uso común, 83.9 % reconoce a los principales actores ejidales de este proceso, 36.6 % a las instituciones que apoyaron dicha iniciativa, y sólo 7.9 % supieron de las que se opusieron a ella. A la vez, todos optaron por el dominio pleno de su solar, parcela de cultivo y parcela de potrero, ninguno intercambió sus tierras y sólo uno vendió parte de sus tierras a otro de los integrantes del mismo ejido. Esto contradice los supuestos sobre la desintegración de los ejidos y la venta y acaparamiento de tierras resultantes del parcelamiento

Cuadro 2.1 Conocimiento en Castañón sobre la intención de otros ejidos[†], de parcelar sus agostaderos bajo uso común.

Ejido	Municipio	Estado	Frecuencia de mención	Frecuencia relativa de mención (%)
Tanque de Arenas	Catorce	San Luis Potosí	10	32.3
Santa María del Refugio	Catorce	San Luis Potosí	9	29.0
La Victoria	Santo Domingo	San Luis Potosí	3	9.7
Tanque de Guadalupe	Mazapil	Zacatecas	2	6.5
Tanque de Dolores	Catorce	San Luis Potosí	2	6.5
San José de la Peña	Matehuala	San Luis Potosí	2	6.5
El Gallo	Vanegas	San Luis Potosí	1	3.2
Huertecillas	Vanegas	San Luis Potosí	1	3.2
Villa de Vanegas	Vanegas	San Luis Potosí	1	3.2
Total			31	100.0

[†] n=15 ejidatarios. Un mismo ejidatario pudo mencionar a más de un ejido.

y titulación individual (Lesorogol, 2005; Aguirre, 2012). Como señala Lesorogol (2005), los resultados de privatizar tierras de pastoreo comunal son cuestiones empíricas que requieren ser investigadas más que adelantarles conclusiones derivadas de cualquier teoría.

2.4.3 Cría de ganado

El 94.3 % (33 de 35) de los ejidatarios crían mayormente bovinos y sólo dos crían exclusivamente caprinos. En el Cuadro 2 se presenta el número de bovinos en 1993 y 2013, así como los de otras especies en 2013. El hato de bovinos se redujo en 186 en dicho periodo, de los cuales 117 fueron de ejidatarios individuales, y 69 de agrupados. En las otras especies destacan los caprinos, de los cuales casi 82 % son de ejidatarios individuales. La mayoría de ejidatarios también cuentan con animales para tiro y carga (équidos) y para venta o autoconsumo ocasional (carneros y chivos).

Cuadro 2.2 Inventario ganadero por forma de uso de las parcelas[†], en las parcelas de agostaderos del ejido Castañón y Anexos (Catorce, SLP).

Ganado	Individual		Grupal		Total
	Número	%	Número	%	
Bovinos (1993 [¶])	574	59.4	393	40.6	967
Bovinos (2013)	457	58.5	324	41.5	781
		2013			
Caprinos	307	81.9	68	18.1	375
Équidos	56	62.9	33	37.1	89
Ovinos	47	61.0	30	39.0	77

[†] n= 35 ejidatarios responsables de 58 parcelas ganaderas.

[¶] Como los datos de 1993 son genéricos para hacerlos comparables con los de 2013, éstos no se expresan en UA.

La libertad para decidir el uso de la parcela ganadera en Castañón contrasta con lo registrado por Jameson *et al.* (1984) en el ejido Noria de Guadalupe, Zacatecas, donde sólo las familias pudientes pastorean bovinos en las áreas con mayor potencial forrajero (matorral y zacatalhalófito), adonde impiden el acceso al resto de los ejidatarios; otras familias con menos recursos económicos, esto es, con hatos mínimos, sólo pastorean sus cabras cerca del caserío en matorrales empobrecidos dominados por Gobernadora *Larrea tridentata* (DC.) Coville y Hojasén *Flourensia cernua* DC., y así sucesivamente la escala social dentro del ejido limita las posibilidades de aprovechar los recursos a los que todos tienen igualdad de derechos.

2.4.4 Hatos iniciales y actuales de bovinos

Como en la mayoría de los ejidos ubicados en regiones secas y subhúmedas, pocos

ejidatarios concentraban la mayor parte del hato ejidal, mientras muchos carecían o tenían pocos animales (Aguirre, 1982, 2012; Jameson *et al.*, 1984). Quienes poseían mucho ganado, y quienes carecían o tenían poco, fueron los principales opositores a la parcelación del ejido porque los primeros tenían más de 13 000 ha aunque compartidas y deterioradas y desde entonces tendrían que ajustarse a sólo 222 ha. Los carentes o con poco ganado no entendían el beneficio de tener una parcela ganadera exclusiva para ellos, pero fácilmente se les convenció al explicarles que así podrían aumentar su hato o bien rentar su parcela y obtener ingresos que antes no recibían. En 20 años, 17 ejidatarios redujeron el tamaño de sus hatos entre 6 a 68 bovinos, y otros 13 los aumentaron entre 3 y 60 bovinos. También hubo tres ejidatarios que en dicho periodo no cambiaron el tamaño de sus hatos.

De las causas aducidas para cambiar o mantener el tamaño o composición de sus hatos a partir de la parcelación, la de mayor frecuencia (14.4 %) fue de quienes de inicio lo aumentaron al tener mejor control de sus potreros, aunque la sequía de 2010 a 2013 los obligó a reducirlo a través de la venta oportuna de ganado para descargar sus potreros, o principalmente por mortalidad. El segundo cambio en importancia ocurrió entre quienes sin incremento previo tuvieron que reducir sus hatos por sequía (13.4 %). En contraste, cinco ejidatarios que operan en forma individual (14.3 %) aumentaron de manera gradual el tamaño de sus hatos, pues inicialmente sólo tenían 2 a 20 bovinos, y en 2013 tenían hatos con 18 a 60. De los tres restantes (8.6 %), uno señaló que disminuyó su hato por enfermedad y sequía, otro porque su parcela no tenía capacidad para mantener todos sus bovinos, y el último lo redujo por sequía y sobrecarga. En Tiltepec, Oaxaca, sin ninguna restricción de uso del agostadero comunal, 60 % de los comuneros entrevistados aumentó el tamaño de sus rebaños, pero quienes no lo hicieron, señalaron como principales causas a la insuficiente área de pastoreo,

poca disponibilidad de forraje y la necesidad frecuente de vender animales para satisfacer diversas necesidades económicas (Cruz y Aguirre, 1992). Explicaciones similares de comuneros fueron registradas por Contreras *et al.* (2003) en Yanhuitlán Oaxaca.

2.4.5 Explotación de bovinos

Por las restricciones ecológicas que caracterizan a los agostaderos de la región, la actividad económica predominante en el ejido es la ganadería en pastoreo, particularmente de bovinos. El principal sistema de producción es el de vaca-becerro (Callejas *et al.*, 2014), esto es un hato reproductor permanente que genera becerros para venderse al destete, y parte de la leche se ordeña para elaborar queso fresco, cuyos mercados principales son las cabeceras municipales de Matehuala y Vanegas, SLP, la localidad Estación Catorce y el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. De los ejidatarios dedicados preponderantemente al pastoreo de bovinos (n=33), 31 produce carne y leche, y dos producen sólo becerros para venta al destete. Entre los primeros, se ordeña parcialmente a las vacas durante 4 meses, y luego se deja toda la leche al becerro hasta los 6 o 7 meses de edad cuando se desteta. Los becerros destetados se venden principalmente en la cabecera municipal de Vanegas. Este sistema de doble propósito de producción es similar al de rejeguería practicado por ganaderos en pequeño y medianos en el sureste del país.

Las vacas de doble propósito en pastoreo se ordeñan a mano y con el estímulo de la cría lactante, a la cual se le deja la leche de un pezón y que agote la restante en los otros pezones. Esta cercanía con las crías y sus madres permite sin limitaciones seleccionar y disponer de las mejores becerras para reemplazos, lo cual se dificulta en los sistemas especializados en la producción de carne o leche. Pero la ventaja es disponer diariamente de leche para

autoconsumo y venta diaria (fresca) o semanal (quesos), lo cual ayuda a solventar los gastos cotidianos hasta la venta semestral de becerros (Osorio, 1996; Manjarrez *et al.*, 2007; Vilaboa *et al.*, 2009).

2.4.6 Composición del hato

El hato global del ejido en 2013 se componía de 74.3 % de vacas reproductoras, 3.1 % sementales, 11.8 % toretes o vaquillas, y 10.8 % becerro(a)s, cifras parcialmente similares a las encontradas por Holechek (1992) para ranchos de tamaño mediano (250 UA) en Nuevo México, entre 1986 y 1991: 76 % vacas reproductoras, 6.5 % sementales, y 16.5 % vaquillas para reemplazo. En Castañón, el tamaño de los hatos individuales varió de 2 a 80, con una media de 23.6 bovinos y en el ejido hay 520 vientres, de los cuales 428 son vacas con doble propósito, 91 son de hatos dedicados a la producción de becerros destetados, y sólo uno a la producción de leche. Los toretes o vaquillas (92) del ejido están destinados principalmente al reemplazo de reproductores; las 152 crías (entre machos y hembras) son para venta al destete o para reemplazo de reproductores. Los 17 sementales en Castañón serían suficientes de acuerdo con la relación considerada óptima por de Alba (1985), de 20 a 30 vacas por toro; sin embargo, individualmente muchos tienen una tasa sobrada en sus hatos y otros requieren solicitar el servicio de monta en renta o préstamo. Las mayores frecuencias (18.2 %) fueron para las relaciones de 10 y 16 vacas por semental; con dos menciones, relaciones de 3, 6, 7, 9, 11, 17, 20 y 25 vacas por semental. Aun con la mortalidad de vientres causada por la sequía más reciente, hay exceso de sementales en muchos hatos individuales, lo cual es antieconómico. Esta situación contrasta con los agostaderos de Chihuahua, donde los hatos tienen 40 vientres en promedio, una relación vacas/semiental de 40:1 (Callejas *et al.*, 2014),

mayor que la más alta registrada en Castañón, aunque deficiente de acuerdo con lo recomendable (de Alba, 1985).

Los ejidatarios realizan esfuerzos para mejorar su ganado, ya que 83.9 % del hato es mestizo de alguna raza europea con ganado criollo, 6.4 % son animales de alguna raza, y 9.7 % es ganado criollo apreciado por su rusticidad. Esto difiere del ejido ixtlero de San José de la Joya, Coahuila, donde hay unos 100 bovinos criollos encastados de Holstein, Beefmaster y ocasionalmente Cebú (Torres *et al.*, 2008). En Castañón se debe señalar la ausencia de razas mejoradas de doble propósito, y el aprovechamiento de la capacidad de gestión del ejido para la adquisición de sementales con subsidios oficiales.

2.4.7 Carga animal

La carga animal (ganado que pastorea un área determinada) debe expresarse en términos de UA ha⁻¹; la capacidad de carga de un agostadero es la superficie necesaria para sostener una UA en forma productiva y persistente por tiempo indefinido (Holechek *et al.*, 2011). En el Cuadro 3 se presenta la carga animal total registrada en el ejido y las de las parcelas usadas de manera individual o agrupada. La carga animal promedio fue ligeramente mayor (5 %) en las parcelas agrupadas, pero en las parcelas individuales se registraron más casos de sobrecarga. Cruz y Aguirre (1992) encontraron en los agostaderos comunales de Tiltepec, Oaxaca, una carga de 0.26 UA ha⁻¹, la cual, según la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA, 1980) era de tres a cinco veces más alta que la recomendada. En la misma región (Yanhuitlán Oaxaca) e igual régimen de tenencia y uso, se estimó una carga animal 8.7 veces superior a la recomendada (Contreras *et*

Cuadro 2.3 Carga animal (UA[†]) y superficie (ha) en las parcelas ganaderas del ejido Castañón y Anexos, Catorce, SLP (Año 2013).

	Individuales	Agrupadas	Total
UA	547.4	354.3	901.7
ha	7,942	4,884	12,826
UA ha ⁻¹	0.069	0.073	0.070
ha UA ⁻¹	14.5	13.8	14.2

[†] UA= unidad animal.

[¶] n= 35 ejidatarios responsables de 58 parcelas ganaderas.

al., 2003). En áreas ovejeras comunales del sur de Túnez la carga animal es 0.05 a 0.14 UA ha⁻¹, la capacidad de carga es 0.03 UA ha⁻¹ a 0.04 UA ha⁻¹, es decir, una sobrecarga de 67 % a 350 %, la cual ocurre en las áreas próximas a los núcleos de población, en tanto se subutilizan otras menos accesibles (Hanafi y Jauffret, 2008). Ortega *et al.* (2008) mencionan que los coeficientes de agostaderos (estimaciones indirectas de la capacidad de carga) para los seis tipos de matorral de Chihuahua varían de 13.5 hasta 60 ha UA⁻¹ (COTECOCA, 1979), mientras para los agostaderos correspondientes a Matorral Inerme Parvifolio de esta región del altiplano potosino en condición excelente, el coeficiente asignado es de 21.15 ha UA⁻¹ (COTECOCA, 1974). Así, las cargas medias actuales de los agostaderos de Castañón pueden considerarse moderadas, aunque aún persisten ejidatarios con cargas abusivas y son quienes sufrieron las consecuencias de la sequía reciente. La persistencia de esta tendencia en las parcelas propias parece un remanente de la conducta predominante en el uso comunal de los agostaderos (Pinos *et al.*, 2013).

2.4.8 Duración del período de monta

En Castañón, el período de monta es dos meses en 63.6 % de los casos, 90 d en 9.1 % de

los casos, y cuatro meses en 15.2 % de los casos. Tres ejidatarios mantienen el toro con las vacas en periodos distintos a los mencionados, y un ejidatario no respondió. Así en Castañón el período de monta controlada es bastante adecuado y contrasta con el desconocimiento total de la reproducción en los hatos de la mayoría de los ejidos. Los períodos de monta más frecuentes en el ejido ocurren entre abril y septiembre. El control de la monta permite ajustar la reproducción del hato a la disponibilidad de forraje, la cual para bovinos va muy ligada a la fenología de los zacates (Carpenter, 1998).

2.4.9 Eficiencia de la reproducción y productividad

Los indicadores principales de la eficiencia de reproducción y producción de ganado bovino en agostaderos, son el porcentaje de partos del total de vacas expuestas al toro, y el rendimiento (peso vivo ha^{-1}) de becerros destetados, respectivamente. De 399 vacas expuestas a montas durante 2012, sólo parieron 278 (69.7 %), tasa considerada entre mediana y buena según la clasificación propuesta por de Alba (1985) para bovinos de carne después de la pubertad. También es similar a la encontrada por Callejas *et al.* (2014) en hatos de 20, 50, 200 y 500 vacas reproductoras en cuatro regiones de Chihuahua, donde el porcentaje promedio de partos fue 71.0 %. Cabe señalar que en 2013 terminó un periodo mayor a dos años de precipitación y producción de forraje muy bajas. De las 278 vacas paridas sólo 180 (45.1 % de las vacas expuestas al toro) destetaron su becerro, proporción considerada mala según las normas propuestas por de Alba (1985) para las pérdidas ocurridas entre el nacimiento y la pubertad. La cosecha de becerros fue idéntica a la registrada en agostaderos de Nuevo México (USDA, 1936) e inferior a lo encontrado después en la misma región (75 %, Holechek, 1991; 62 %, Winder *et al.*, 2000). Holechek *et al.* (2011) señalan que la cosecha de becerros en agostaderos

del oeste de los EE. UU. se redujo en años recientes a entre 50 y 60 %. En Castañón la eficiencia de crianza, es decir, la proporción de vacas que lograron destetar su becerro con respecto al total de vacas paridas fue 64.7 %. Parte importante de la pérdida de becerros en Castañón se debió a la sequía registrada entre 2010 y 2013, cuyo efecto fue reducir fuertemente la disponibilidad de forraje en ese periodo, lo que coincide con lo señalado por de Alba (1985) en referencia a las pérdidas de becerros después del período perinatal y hasta el destete, las cuales registran grandes variaciones debidas a circunstancias climáticas y nutricionales.

2.4.10 Tecnología pecuaria

Al respecto, 69.7 % de los ejidatarios entrevistados recibieron asistencia técnica oficial o privada para el manejo de su ganado durante los cinco años recientes, el 100 % de ellos proporcionó minerales, 54.5 % dio un suplemento con forraje comprado y 63.6 % utilizó gallinaza, pollinaza, urea o melaza como suplemento concentrado. Esto indicaría que en Castañón existen condiciones favorables para una mayor tecnificación con asesoría adecuada, así como para la aplicación efectiva de programas oficiales de fomento a la productividad. En contraste, ningún ejidatario realizó prácticas de reproducción asistida, posiblemente por sus mayores costos y requerimientos técnicos. De los ejidatarios que explotan bovinos (n=33), 97 % usaron antiparasitarios y vacunas en sus reses contra el carbón sintomático (*Clostridium chauvoei* Blackleg); la práctica sanitaria con menor proporción (casi 70 %), fue el baño antiparasitario. Lo anterior contrasta con los resultados de López *et al.* (1981) al comparar explotaciones caprinas ejidales y privadas, pues la inmunización contra enfermedades endémicas sólo se realizaba en estas últimas. En casi 85 % de los hatos de bovinos (28

ejidatarios), se registró muerte de ganado durante 2012; en 53.6 % de estos casos la causa fue la escasez de forraje por sequía, otro 24.9 % señaló a la inanición por sequía junto con otros factores, 10.7 % lo atribuyó a enfermedades no diagnosticadas, distocia y depredadores, 7.1 % al carbón sintomático y 3.6 % a timpanismo. Lo anterior indica que una cantidad importante de ejidatarios tenían cargas animales superiores a la capacidad de sus potreros, y que la mortandad atribuida a la sequía fue consecuencia lógica del abuso de los agostaderos. En contraste, hubo productores (33.3 %) que mantuvieron a sus animales aun con la sequía y que además, permitieron el acceso al ganado de ejidatarios del mismo ejido y de otros aledaños, a fin de evitar su muerte por inanición.

2.4.11 Infraestructura ganadera

La habilitación de agostaderos implica disponer de agujajes, cercos, corrales de manejo y caminos, entre otras instalaciones (Holechek *et al.*, 2011). Todos los ejidatarios dedicados a la cría y explotación de animales (n=35), tienen agujajes en sus parcelas ganaderas, 94.3 % saladeros, 97.1 % cuenta con cercas interiores para rotar el pastoreo y 82.9 % indicó tener algún otro equipo o instalación, ya sea en forma individual o compartida. Al acordarse la parcelación, hubo consenso entre los ejidatarios para establecer al menos un bordo (dique de tierra para represar escorrentías superficiales) o agujaje en cada parcela ganadera, que su costo fuera cubierto por cada ejidatario, y que se hicieran simultáneamente a fin de abaratar costos; para todos los ejidatarios con parcela individual, su bordo es la fuente principal de agua para su ganado.

Casi 87 % de los ejidatarios señaló que la cantidad de agua que dispone para sus animales en el año es insuficiente; de ellos, casi 84 % la acarrea desde la presa de Santa María del

Refugio ubicada a 11 km de Castañón, o peor aún, desde Estación Catorce situada a 41 km de distancia. Castañón está catalogado por el Gobierno del Estado de San Luis Potosí (SEDARH) y por el Distrito de Desarrollo Rural 128 de SAGARPA, como una unidad de producción que padece escasez de agua (V. Sánchez, comunicación personal³; S. Espinoza, comunicación personal⁴); por ello, en 2012 mediante el Proyecto Transversal de Desarrollo de las Zonas Áridas (PRODEZA), se construyó una presa y se instaló un sistema subterráneo de distribución de agua para complementar a los bordos existentes en cada parcela.

En el ejido existen 79 saladeros, en su mayoría elaborados con material de reciclaje, como neumáticos usados o recipientes para líquidos partidos en mitades. Estos saladeros movibles ayudan a mejorar la distribución del pastoreo y reducir las áreas de sacrificio (Gillen *et al.*, 1984). Actualmente en el agostadero del ejido existen 112 divisiones, casi el doble de la generada por la parcelación. Gracias a la organización ejidal, diversos programas oficiales les favorecieron con materiales para cercas divisorias, lo cual explica el número de potreros existentes en la actualidad. La utilidad de la habilitación adecuada de los agostaderos y el control de la carga fue claramente demostrada por Price (1948) en agostaderos de un rancho de Nuevo México, donde al incrementarse el número de potreros, aguajes y saladeros, con sólo un tercio de la carga animal original, en 22 años se duplicaron los porcentajes de partos y pesos de becerros al destete, y se obtuvo mayor cantidad anual de peso vivo vendible por hectárea. Esto está confirmado por Hart *et al.* (1993) y Bailey *et al.* (1996), quienes

³ Ing. Víctor Sánchez Vázquez, Delegado de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos del Gobierno del Estado, Zona Altiplano Este.

⁴ MVZ. Sixto Arturo Espinoza Franco, Jefe del Distrito de Desarrollo Rural 128 de la SAGARPA.

encontraron que al reducir el tamaño de los potreros y la distancia al agua mejoró la utilización del forraje e incrementó la uniformidad del pastoreo.

Casi 86 % de los ejidatarios complementó la alimentación de su ganado durante la época seca en los cinco años recientes, con Nopal *Opuntia* spp., Maguey *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck, Mezquite *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst., Cardenche *Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth, Izote *Yucca filifera* Chabaud o cualquier otro recurso forrajero que crece en su parcela ganadera, lo cual fue realizado de manera constante durante la sequía mencionada. Cabe señalar que hasta en la forma más racional de aprovechamiento de estos recursos forrajeros se notan diferencias con lo que se hace en los ejidos sin parcelación de agostaderos.

2.4.12 Cultivos forrajeros

Según los agentes locales de SEDARH y SAGARPA, a los ejidatarios de Castañón les falta integrar sus parcelas de cultivo a la explotación pecuaria para mejorar sus resultados con el ganado y reducir los riesgos por la falta de forraje, sin considerar que para ellos es más importante producir maíz y frijol para autoconsumo en sus parcelas receptoras de esorrentías (Gallegos *et al.*, 1991; Charcas *et al.*, 2010). Aunque es posible producir cultivos forrajeros de secano en ambos ciclos agrícolas, su henificación o ensilado se desconoce en el ejido. Dos terceras partes de los ejidatarios siembran cultivos forrajeros para proporcionarlos en verde a sus animales; de ellos, casi 70 % indicó al maíz y la avena como los principales cultivos. Por su parte, quienes no producen cosechas forrajeras argumentaron que estos cultivos producen poco en esas condiciones. A la vez, 63 % de los ejidatarios mencionó que pastorea sus parcelas en barbecho, 94.3 % dijo que recoge los esquilmos agrícolas como pajas y rastrojo

para alimentar sus animales, y casi 69 % recolecta el estiércol de las zonas de concentración del ganado para aplicarlo en la parcela agrícola, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo. De esta forma, el área de cultivo y el agostadero sí están muy relacionados. En Tiltepec Oaxaca, de abril a mayo, 50 % de los comuneros daban suplemento a sus bovinos y ovejas, con trigo, mijo, paja de frijol, rastrojo de maíz, olotes, alfalfa, maíz y calabaza picada de sus parcelas, aunque la cantidad disponible de estos suplementos no cubría las necesidades (Cruz y Aguirre, 1992).

2.4.13 Prácticas de mejoramiento y conservación de los agostaderos

El ejido es naturalmente poco productivo y por ello es inviable realizar inversiones costosas, pero existen diversas prácticas de bajo costo para restaurar o incrementar su producción, aparte de la principal que es la reducción de la carga animal. Al respecto, el ejido recibió apoyos oficiales, principalmente para repoblación de nopal y maguey, así como formación de terrazas, para disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración y retención de suelo. Después de la parcelación, 97 % de los 35 ejidatarios que pastorean ganado repobló plantas forrajeras, sobre todo maguey y nopal, nadie realizó quemas controladas de la vegetación, y sólo 11.4 % combatió plantas indeseables, como Gobernadora, Tasajillo *Opuntia leptocaulis* DC., Sangre de drago *Jatropha dioica* Sessé ex Carv y Gatuño *Mimosa biuncifera* Benth. La sequía reciente provocó que los ejidatarios reconocieran la necesidad de disminuir sus efectos, como contar con reservas de forraje producido en sus parcelas de labor o remanente en sus agostaderos. Asimismo, hay más consciencia de cómo todo el sistema de producción se puede colapsar, por lo que la mayoría presta mayor atención a la carga animal de sus agostaderos, a la intensidad de pastoreo permitida, a la rotación de potreros y al control

de especies indeseables.

Si bien Castañón se cataloga como un ejido piloto por diversos programas oficiales, y por su organización interna se le facilita conseguir apoyos de los tres niveles de gobierno, los ejidatarios consideran que estos programas sólo benefician a la instancia oficial, pues del subsidio recibido, la mayor parte se destina a pagos por servicios para sus animales, como sucede con el PROGAN. Los agentes oficiales señalan que los apoyos deben destinarse a mejoras con mayor nivel tecnológico, como cercas electrificadas móviles.

2.5 CONCLUSIONES

El reparto de los agostaderos comunales en el ejido “El Castañón y Anexos” permitió mejorar su aprovechamiento y generar mayores beneficios que en otros ejidos. Hay un mejor control de los agostaderos, porque cada ejidatario tiene certeza sobre la disponibilidad de los recursos con que cuenta y en la mayoría de los casos, los ejidatarios perciben que la producción y el tamaño de sus hatos aumentaron desde la parcelación, debido a que mejoró la condición de sus potreros.

Seis ejidatarios mantienen poco ganado, mucho menos que la capacidad de carga de sus parcelas, para obtener ingresos al rentarlas a otros productores, beneficio inexistente para ellos bajo el uso comunal. La ganadería del ejido se distingue por el predominio de la finalidad doble, venta de becerros al destete y queso fresco.

Las limitantes de agua y de medios para intensificar la producción se van resolviendo gracias a la mejora en la capacidad de gestión del ejido ante las dependencias de gobierno. Por sus resultados y beneficios, la parcelación de las áreas de uso común, está despertando el interés en otros ejidos de la región.

AGRADECIMIENTOS

A Don Jesús Coronado Díaz por su labor de gestión ante la asamblea ejidal. Al estudiante de geografía de la UASLP Estardo Camacho Rosales y al pasante de IAZ Néstor Godínez Hernández por su ayuda en la encuesta. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 230424 recibida por el primer autor para realizar estudios doctorales.

Al cuerpo editorial y árbitros de Agrociencia por su esmero y rigor propositivo en el tratamiento de la versión original.

2.6 LITERATURA CITADA

Aguirre R., J. R. 1982. Sobre los problemas de las comunidades rurales del Altiplano Potosino-Zacatecano. Documento de Trabajo. Núm. 7. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. México. 5 p.

Aguirre R., J. R. 2012. Reconversión de ejidos del Altiplano Potosino para su desarrollo persistente. *Universitarios potosinos* 155: 16-19.

Aguirre R., J. R., A. Bolaños M., H. Charcas S., J. A. Reyes A., y J. L. Flores F. 1995. Estudio especial de agostaderos del Programa de Modernización Forestal del Estado de México. INEISACH, PROBOSQUE. México, D. F. 103 p.

Arizona Agricultural Statistics. 2001. [USDA National Agricultural Statistics Service Information] Grazing fees Arizona State. http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Arizona/Publications/Bulletin/01bul/pdf/pg15.pdf. (Consulta: abril 2014)

- Bailey, D. W., J. E. Gross, E. A. Laca, L. R. Rittenhouse, M. B. Coughenour, D. M. Swift, and P. L. Sims. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *J. Range Manage.* 49: 386-400.
- Callejas J., N., H. Aranda G., S. Rebollar R., y M. L. de la Fuente M. 2014. Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de Chihuahua, México. *Agron. Mesoam.* 25 (1):133-139.
- Carpenter B., B. 1998. Beef cattle reproduction in the south Texas region of Tamaulipas biotic province. *In: Memorias del Taller de ganadería de bovinos de carne del noreste de México y sur de Texas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamps., México. pp: 145-152.*
- Charcas S., H., J. R. Aguirre R., J. A. Reyes A., and H. M. Durán G. 2010. Runoff agriculture in the highlands of San Luis Potosi State, Mexico. *Interciencia* 35 (10): 716-722.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2013. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas por estación, San Luis Potosí. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (Consulta: noviembre 2013).
- Contreras H., J. R., V. Volke. H., J. L. Oropeza M., C. Rodríguez F., T. Martínez S. y A. Martínez G. 2003. Estado actual y causas de la degradación de los agostaderos en el municipio de Yanhuatlán, Oaxaca. *Terra Latinoamericana.* 21 (3): 427-435.
- COTECOCA (Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero). 1974. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de San Luis Potosí, México, D.F. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 158 p.
- COTECOCA (Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes

- de agostadero). 1979. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de Chihuahua, México, D.F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 685 p.
- COTECOCA (Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero). 1980. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de Oaxaca, México, D.F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 306 p.
- Cruz C., E., y J. R. Aguirre R. 1992. The common rangelands of Tiltepec, a typical case of environmental deterioration in northwest Oaxaca, Mexico. In: G. K.-Perrier, and C. W. Gay (eds). Current natural resources development activities in developing nations. Department of Range Science. Utah State University. Logan, Utah. USA. pp: 1-11.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina. 2ª. Ed. La Prensa Médica Mexicana. México. 475 p.
- De Alba, J. 1985. Reproducción Animal. La Prensa Médica Mexicana. México. 538 p.
- Fernández y Fernández, R. 1971. El Problema Agrario Actual. 2ª ed. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México. 107 p.
- Finkler, K. 1974. Estudio de la Economía de dos Comunidades de México: El Papel de la Irrigación. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. 250 p.
- Gallegos V., C., J. R. Aguirre R., y E. García M. 1991. Contribución al conocimiento de los sistemas de producción de cosechas de secano en el área de estudio del CREZAS-CP. Agrociencia (Serie Rec. Nat. Ren.) 1 (2): 7-23.
- Gillen, R. L., W. C. Krueger, and R. F. Miller. 1984. Cattle distribution on mountain rangeland in northeastern Oregon. J. Range Manage. 37: 549-553.
- González N., G. N. 2005. Derecho Agrario. Oxford University Press. México. 595 p.
- Hanafi, A., and S. Jauffret. 2008. Are long-term vegetation dynamics useful in monitoring and

- assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia. *J. Arid Environ.* 72 (4): 557-572.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1248.
- Hart, R. H., S. Clapp, and P. S. Test. 1993. Grazing strategies, stocking rates, and frequency and intensity of grazing on western wheatgrass and bluegrama. *J. Range Manage.* 46: 122-126.
- Holechek, J. L. 1991. Chihuahuan Desert rangeland, livestock grazing and sustainability. *Rangelands* 13 (3): 115-120.
- Holechek, J. L. 1992. Financial benefits of range management practices in the Chihuahuan desert. *Rangelands* 14 (5): 279-284.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 2011. *Range Management, Principles and Practices*. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 444 p.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). http://repositorio.ine.gob.mx/ae3/ae_333.736153_c655.pdf (Consulta: julio 2012).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. *Cartas físicas temáticas. Temas: regionalización fisiográfica, geológica, hidrología superficial, hidrología subterránea, edafológica, climas y vegetación y uso actual*, San Luis Potosí. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Jameson, D. A., R. Armijo T., J. G. Medina T., and R. Nava C. 1984. Marginal benefits of grazing and agricultural practices on a Mexican ejido. *J. Range Manage.* 37: 195-200.
- Lasanta, T. 2009. La ganadería de Cameros: entre la adaptación a los recursos y la dependencia del exterior. *In: Lasanta, T., y J. Arnáez. (eds). Gestión, Usos del Suelo y*

- Paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja). Universidad de La Rioja-Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, España. pp: 191-222.
- Lasanta, T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. *Estudios Geográficos* 71: 203-233.
- Lesorogol, C. K. 2005. Privatizing pastoral lands: Economic and normative outcomes in Kenya. *World Development* 33 (11): 1959-1978.
- Lewis, J. 2002. Agrarian change and privatization of ejido land in northern Mexico. *J. Agrar. Change* 2 (3): 402-420.
- Ley Agraria. 1992. Ley Agraria y Ley Orgánica de los Tribunales Agrarios, Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, 26 Febrero 1992. Reformada por decreto público en 1993. Vol. 9.
- López T. Q., J. R. Aguirre R., y G. Torres H. 1981. Estudio de cinco explotaciones caprinas en agostaderos del altiplano potosino. *Chapingo* 8 (41): 75-79.
- Manjarrez M., B., S. Hernández D., B. de Jong., J. Nahed T., O. O. de Dios V., y E. B. Salvatierra Z. 2007. Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 64: 90-115.
- Ortega O., C., C. Villalobos, J. Martínez N., C. M. Britton, and R. E. Sosebee. 2008. Chihuahua's cattle industry and a decade of drought: economical and ecological implications. *Rangelands* 30 (6): 2-7.
- Osorio A., M. M. 1974. Estudio preliminar para el mejoramiento genético del ganado bovino en Tabasco. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 212 p.

- Osorio A., M. M. 1996. Manual de producción bovina de doble propósito (leche y carne) en el trópico “La rejeguería” (1). Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 75 p.
- Pinos R., J. M., J. C. García L., J. R. Aguirre R., and H. Reyes H. 2013. Participatory cartography in a traditional goat production system of a smallholder community in northern México. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 16: 215-222.
- Price, R. 1948. Conservation Problems and Practices. USDA Yearbook. Washington, D. C. pp: 569-574.
- RAN (Registro Agrario Nacional). 2013. Expediente El Castañón y sus Anexos. Archivo de la Delegación Estatal del RAN. 70 p.
- Torres L., P. A., A. G. Martínez C., L. Portes V., L. M. Rodríguez S., y J. G. Cruz C. 2008. Construcción local de indicadores de sustentabilidad regional. Un estudio de caso en el semidesierto del noreste de México. *Región y Sociedad* 20 (43): 25-60.
- Vallentine, J. F. 1965. An improved AUM for range cattle. *J. Range Manage.* 18: 346-347.
- Vilaboa A., J., P. Díaz R., O. Ruiz R., D. E. Platas R., S. González M., and F. Juárez L. 2009. Socioeconomical and technological characterization of agroecosystems with dual purpose cattle in the Papaloapan region, Veracruz, México. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 10: 53-62.
- Winder, J. A., C. C. Bailey., M. G. Thomas., and J. L. Holechek. 2000. Breed and stocking rates effects on Chihuahuan Desert cattle production. *J. Range Manage.* 53: 32-38.

3. EFECTOS DE LA PARCELACIÓN SOBRE LA CONDICIÓN DE LOS AGOSTADEROS DEL EJIDO EL CASTAÑÓN, CATORCE, SAN LUIS POTOSÍ

3.1 RESUMEN

Se llevaron a cabo mediciones estructurales de la vegetación, del estado actual de la superficie del suelo, y se registraron algunas prácticas individuales del aprovechamiento de 18 parcelas de las 62 creadas con la parcelación en 1993 de los agostaderos comunales del ejido El Castañón, para estimar su condición de agostadero actual. Se identificaron tres sitios de agostadero con base en las diferencias fisonómicas y edáficas y en cada sitio se estudiaron seis parcelas, dos con cada condición visual de agostadero, buena, pobre e intermedia. Se identificó la composición florística de cada sitio de agostadero, y mediante transectos y el método de cuadrantes centrados en un punto, se estimó la densidad y biomasa volumétrica media ponderada de las especies perennes preponderantes en las parcelas de la muestra, las cuales se agruparon por forma de vida y valor forrajero. Para evaluar el estado actual de la cobertura del suelo, con líneas de intercepción de Canfield se estimaron las proporciones medias cubiertas con vegetación, mantillo, rocas y heces, así como la correspondiente a suelo desnudo. Las estimaciones de las variables estructurales de vegetación, de la cobertura actual del suelo y de las prácticas de aprovechamiento individual de las parcelas, fueron objeto de análisis multivariable con PC-ORD, mediante los módulos DECORANA para su ordenación y TWINSPAM para su clasificación.

Los tres sitios de agostadero y la condición apreciada visualmente fueron confirmados con los resultados del levantamiento estructural de la vegetación y del estado de la cobertura actual del

suelo. Con la ordenación de 17 características de las 18 parcelas estudiadas se constató que las variables estructurales densidad y biomasa por grupos de especies con diferente valor forrajero, y las de proporción de suelo desnudo y cubierto con vegetación y mantillo permiten evaluar adecuadamente la condición de este tipo de agostaderos. La clasificación multivariable generó grupos de parcelas caracterizados por la condición de sus agostaderos y su eficiencia en la producción pecuaria, pero sin relación clara con el sitio de agostadero de su ubicación. Las parcelas evaluadas presentaron diferencias importantes en la condición de agostadero y en productividad pecuaria después de 20 años de la parcelación.

Palabras clave: Agostaderos multiestratificados, análisis multivariable, sitio y condición de agostadero, diferencias.

3.2 INTRODUCCIÓN

Más que 50 % de la superficie terrestre se utiliza como agostadero (Holechek *et al.*, 2011). Dicha proporción es semejante a la existente en el estado de San Luis Potosí y en el territorio nacional. Las características de la cobertura natural y del suelo desmontado son los elementos que mejor evidencian la transformación de la superficie terrestre por la acción humana a través del tiempo (Reyes *et al.*, 2006). La condición de la cobertura refleja el grado de alteración causada por el aprovechamiento humano, mientras que el uso agrícola del suelo desmontado revela distintos patrones de producción desarrollados por la humanidad (Contreras *et al.*, 2003; Reyes *et al.*, 2006; Lasanta, 2010). La cobertura espontánea de los agostaderos o tierras de pastoreo constituye un recurso natural renovable, el cual, al aprovecharse racionalmente, puede ser productivo y ambientalmente estable por tiempo indefinido. Sin embargo, el abuso creciente de las tierras de pastoreo en el altiplano potosino es muy evidente, y la mortandad

del ganado durante las sequías es actualmente la única oportunidad de su recuperación temporal. En consecuencia, el proceso inconsciente de desertización es generalizado, y con ello el potencial de producción orgánica de estas tierras se está reduciendo de manera gradual e irreversible (INE, 1994). En efecto, se tienen evidencias históricas y presentes que muestran que el pastoreo irracional destruye el suelo y la vegetación, reduce el agua disponible y acaba con la fauna silvestre; sin embargo, también existen estudios de largo plazo que muestran que el pastoreo controlado, basado en prácticas aprobadas de aprovechamiento, conservan y en muchos casos mejoran esos mismos recursos (Holechek, 1991).

Para el aprovechamiento de los agostaderos con fundamento ecológico, esto es, el uso racional y persistente de la vegetación espontánea mediante ganado, aún es necesario recurrir a los conceptos de potencial de sitio, condición y tendencia desarrollados durante la primera mitad del siglo pasado (Bolaños y Aguirre, 2000). Un sitio de agostadero se distingue por presentar cierto potencial de producción animal sostenida, el cual resulta de la combinación de factores bióticos y abióticos del ambiente, determinantes de la producción primaria. En cada sitio de agostadero es posible establecer diferencias en el estado de la vegetación y de la superficie del suelo que resultan del complejo de efectos causados por el ganado; a este conjunto de estadios sucesionales provocados por los patrones de pastoreo se le conoce como condición del agostadero, y cada clase de condición reconocida suele clasificarse en relación con lo que sería el óptimo para el sitio; la tendencia o dirección de la condición puede ser, como la sucesión, progresiva, regresiva, estable o desviada (Bolaños y Aguirre, 2000; Anónimo, 2013).

El concepto clásico de condición establecido por Dyksterhuis (1949) se refiere al estado actual de la comunidad vegetal con respecto a la vegetación clímax característica de cada sitio. Sin

embargo, Humphrey (1949) equiparó la condición del agostadero con la producción actual de forraje, en comparación con la máxima que ese sitio de agostadero puede producir, método conocido como del potencial del sitio de agostadero. Así, cada clase de condición reconocida suele clasificarse en relación con la óptima para el sitio (Bolaños y Aguirre, 2000). La condición de un agostadero, suele clasificarse como: pobre, regular, buena o excelente (Dyksterhuis, 1949; Loring y Workman, 1987; Holechek *et al.*, 1989; Holechek *et al.*, 2011). La evaluación de la condición es una forma apropiada de conocer el patrón de aprovechamiento al que han estado sometidos los agostaderos de un sitio dado; para ello, las especies presentes generalmente se agrupan en deseables, menos deseables o indeseables Valentine (1990) y Bolaños y Aguirre (2000). De acuerdo con Parker (1954), las poblaciones de plantas deseables o decrecientes, tienen el mayor valor forrajero, predominan en las condiciones mejores o con menor degradación y optimizan la infiltración de la lluvia y la estabilidad del suelo. Respecto al grupo de especies menos deseables del agostadero, su lugar en la sucesión es incierto, pues la abundancia de algunas puede disminuir, aumentar o permanecer sin cambio; sin embargo, en general tienden a aumentar y a reemplazar a las especies deseables cuando la condición de un sitio de agostadero se deteriora, pero también pueden aumentar en agostaderos de condición pobre con tendencia a mejorar (Parker 1954). Por su parte, las especies indeseables o crecientes son dañinas o con poco o nulo valor forrajero, escasa capacidad para retener la escorrentía y el suelo, y con alta capacidad para reemplazar a las especies deseables y menos deseables, debilitadas o destruidas por el sobrepastoreo prolongado (Parker 1954). Así, Holechek *et al.* (1989; 2011) confirman que las distintas clasificaciones del estado de salud o condición de los agostaderos están basadas en la cuantificación de características estructurales de la cobertura vegetal, de la abundancia de

mantillo y de la estabilidad del suelo; esto es, en combinaciones de atributos de la vegetación y de la superficie del suelo.

En los ejidos y comunidades agrarias de México, el aprovechamiento comunal de los agostaderos se realiza principalmente a través del pastoreo de ganado; sin embargo, la falta de reglas en la Ley Agraria para dicho aprovechamiento, ha generado lo que probablemente es el principal problema ambiental del país, esto es, el sobrepastoreo severo y generalizado de los agostaderos comunales, lo cual provoca su desertización, la disminución aguda de la productividad animal y la expulsión creciente de su población hacia áreas urbanas e incluso al extranjero (Cruz y Aguirre, 1992).

“El Castañón y Anexos” es el único ejido en el altiplano potosino que hasta la fecha ha aprovechado la reforma del artículo 27 constitucional, para poder repartir y titular las tierras de uso común (Negrete *et al.*, 2016). Así, en 1993 estos ejidatarios iniciaron un reparto preliminar de las áreas de uso común, medido por ellos mismos, y cada uno procedió a cercar y subdividir su potrero individual (J. Coronado, comunicación personal)⁵. El 17 de septiembre de 1996 la asamblea ejidal aprobó la delimitación, destino, asignación y certificación de derechos sobre las tierras ejidales. Con el proceso de reparto y titulación de sus tierras de uso común, se crearon 62 parcelas individuales de agostadero, de 222 ha en promedio (Negrete *et al.*, 2016). Aunque las cargas animales medias actuales en los agostaderos de Castañón pueden considerarse relativamente moderadas, aún persisten ejidatarios con cargas abusivas, quienes en efecto sufrieron por ello las consecuencias de la sequía reciente (Negrete *et al.*, 2016). Tal tendencia continúa posiblemente como inercia de la conducta que predomina en el uso

⁵ Jesús Coronado Díaz, Presidente del Comisariado Ejidal en 1960 y actual integrante del Consejo de Vigilancia de “El Castañón y Anexos”.

comunal de los agostaderos (Pinos *et al.*, 2013). Así, después de 20 años se aprecian diferencias visuales entre parcelas, desde sutiles a muy marcadas, en la estructura de su vegetación y en el estado de la superficie de su suelo. Aunque en principio estas diferencias han resultado de la distinta carga animal dispuesta por el ejidatario dueño de cada parcela, es necesario considerar posibles efectos residuales del estado original del agostadero comunal, es decir, diferencias debidas a los sitios de agostadero existentes y a las condiciones de agostadero contrastantes que habían sido causadas por los gradientes de deterioro vinculados a la distancia desde el caserío.

Con base en lo precedente, el objetivo de este estudio fue reconocer y caracterizar los sitios de agostadero presentes y evaluar la condición actual de las parcelas del ejido Castañón provocada por 20 años de administración individual. La hipótesis postulada es que la titulación individual de las tierras de uso común es necesaria pero insuficiente para un aprovechamiento racional de sus recursos naturales. Para alcanzar el objetivo se realizaron muestreos de vegetación y de la superficie del suelo en 18 parcelas de potrero distribuidas en los tres sitios de agostadero reconocidos, a lo largo del gradiente previo de deterioro general, y con tres clases de condición aparente (buena, pobre e intermedia).

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1 Área de estudio

El ejido “El Castañón y Anexos” está ubicado al noroeste del municipio de Catorce, San Luis Potosí, México; su superficie es de casi 15 mil ha (Figura 3.1). Fisiográficamente se localiza en la altiplanicie septentrional (Tamayo, 2012). De acuerdo con las cartas temáticas del INEGI

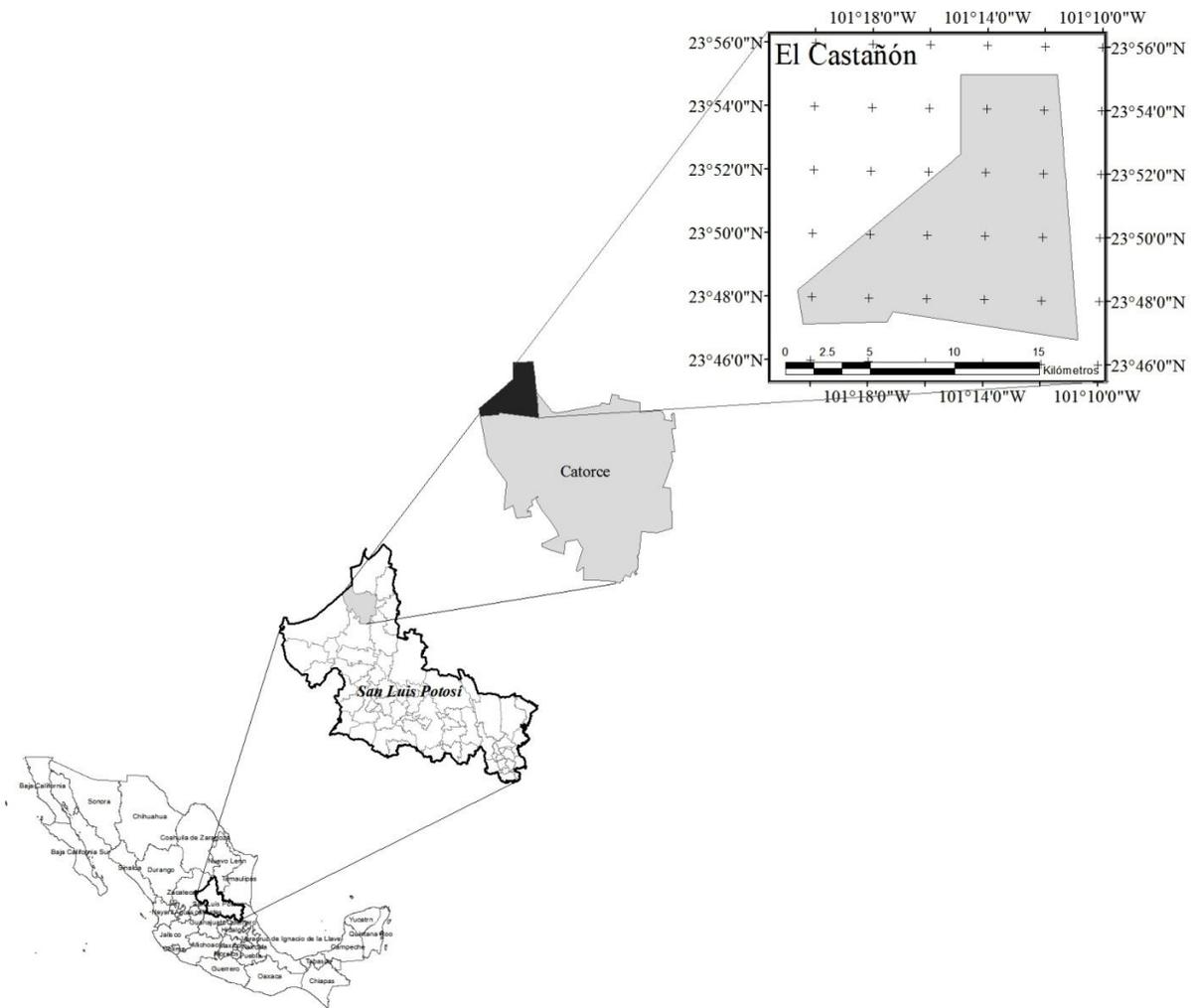


Fig. 3. 1 Localización geográfica del ejido “El Castañón y Anexos”.

(2001), su sustrato geológico es de conglomerados del terciario y cuaternario; por su drenaje superficial se ubica en la región hidrológica el Salado, y su hidrología subterránea presenta unidades de permeabilidad media, compuestas de material no consolidado; su clima se clasifica como $BS_0kw''(e)$, esto es, seco templado con una temperatura media anual entre 12 y 18° C, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18° C, lluvias de verano, porcentaje de precipitación invernal mayor que 10.2, y verano cálido; la precipitación media anual (estación climatológica “Santa María del Refugio”) del periodo 1951-2010, fue de 300.1 mm (CNA,

2015); asimismo, los tipos de vegetación presentes son principalmente matorral desértico micrófilo y, en menor proporción, matorral desértico rosetófilo (Figura 3.2); respecto al suelo dominante es Calcisol, pero también existen unidades de Leptosol y Phaeozem (INEGI, 2010); los asentamientos humanos principales del ejido son Charco Largo y Castañón, ubicados en las coordenadas 101°12' O y 23°51' N, a 1,920 msnm, y en los 101°16' O y 23°49' N, a 1,994 msnm, respectivamente.

3.3.2 Clasificación fisonómica de la vegetación

Con base en una imagen de satélite SPOT de febrero de 2013, se reconocieron sin supervisión en ARC GIS v. 2010 cinco patrones visuales o clases, correspondientes a los distintos tipos de cobertura del suelo existentes en el ejido (Figura 3.2). Luego se cotejaron directamente dichas clases, con lo cual se descartó la correspondiente al matorral desértico rosetófilo, ubicado en las zonas cerriles inaccesibles por pendiente para el ganado bovino, así como la que correspondió a las áreas ocupadas por las parcelas de labor, por algunas áreas muy degradadas con afloramiento de subsuelo rocoso o tepetatoso, sin cobertura vegetal, y por caminos. Las restantes tres clases de cobertura donde sí se pastorea ganado fueron: matorral desértico micrófilo con muchas eminencias, principalmente de *Yucca filifera* Chabaud (*MDMME*), matorral desértico micrófilo con pocas eminencias (*MDMPE*), y el ecotono entre los matorrales desértico micrófilo y desértico rosetófilo (*MDM-MDR*). En cada una de estas variantes de cobertura o sitios de agostadero se recolectaron especímenes de herbario de las especies perennes; las herbáceas anuales se descartaron por su escasa significación para la producción pecuaria y para evaluar la condición del agostadero. Los especímenes recolectados

fueron identificados y depositados en el Herbario Isidro Palacios (SLPM) del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP.

3.3.3 Mediciones estructurales de la vegetación

Mediante recorridos de campo, las cartas temáticas del INEGI y la carta de clasificación de la cobertura no supervisada se seleccionaron 18 de las 62 parcelas ganaderas existentes en el ejido, de acuerdo con los criterios siguientes. En cada una de las tres variantes de cobertura o sitios de agostadero (*MDMME*, *MDMPE* y *MDM-MDR*) se eligieron dos parcelas para cada una de las tres clases de condición visualmente reconocidas como presentes actualmente en el ejido: buena, regular y pobre (Figura 3.2). Todos los datos se presentan como promedios de las dos parcelas de cada sitio y condición reconocidos. Luego, con la técnica desarrollada por Cottam y Curtis (1956), con las adecuaciones aplicadas por Aldrete y Aguirre (1982) para vegetación multiestratificada y el uso de valores absolutos, se realizaron las estimaciones de densidad y biomasa volumétrica instantánea de los individuos de especies perennes detectadas por el muestreo indicado. Los transectos se trazaron con un cordel de nylon de 100 m de largo, tensado con estacas de acero, con marcas en cada metro, así como cada 5 y 25 m para facilitar el levantamiento. Estos transectos se ubicaron por lo menos a 50 m de cualquier cerco, en la parte más representativa de la vegetación de cada parcela, y en sentido perpendicular a la pendiente; los puntos de inicio y final de cada transecto se georrefirieron y enseguida, a cada 10 m se instaló de manera perpendicular otro cordel de 10 m, para conformar los cuatro cuadrantes. Antes de iniciar las mediciones se recorrió todo el transecto y se elaboró una lista con todas las especies de plantas perennes presentes en su entorno y se agruparon de acuerdo

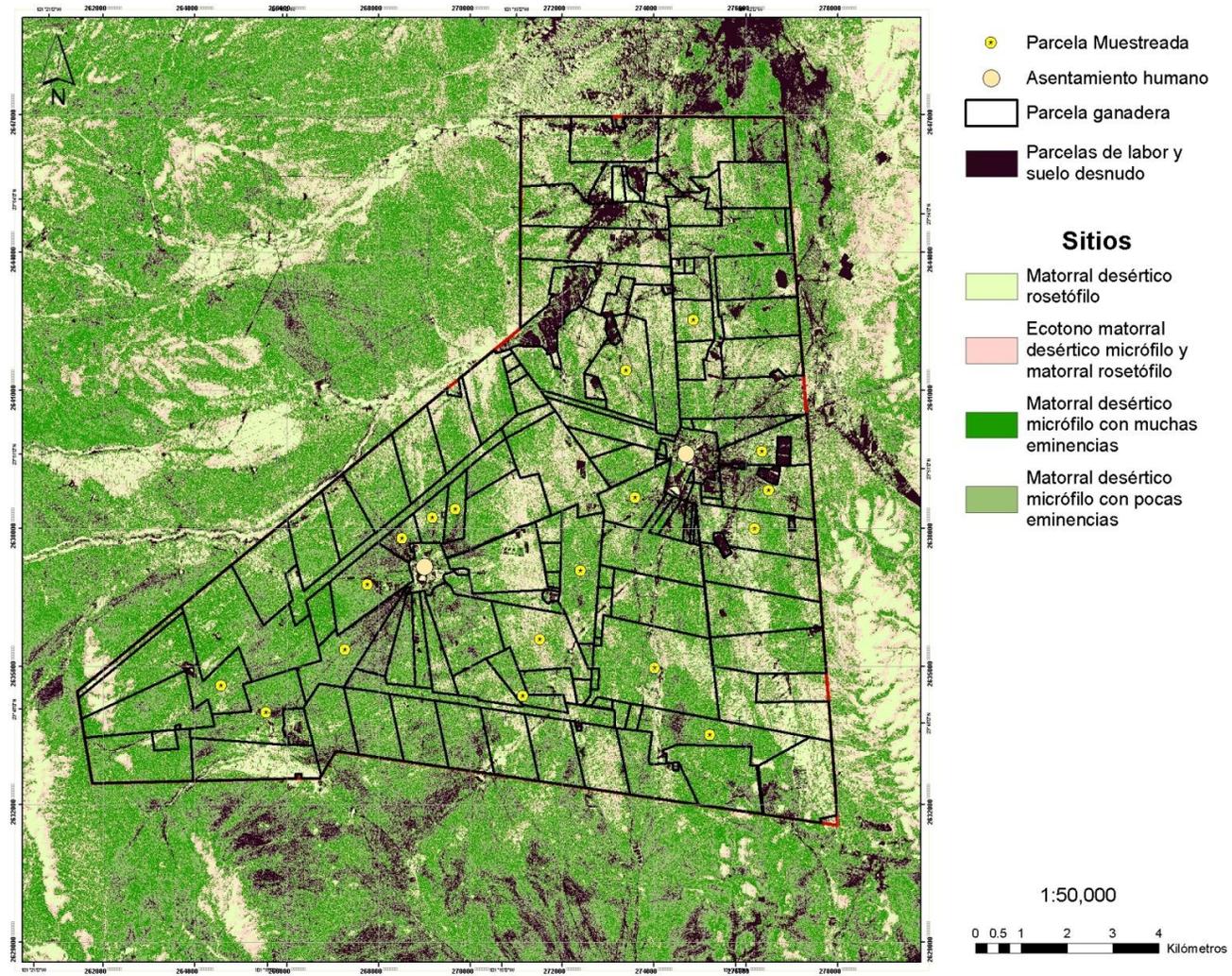


Fig. 3.2 Parcelación del agostadero comunal del ejido “El Castañón y Anexos”, sitios y parcelas muestreadas.

con su forma vital en cuatro estratos, herbáceo, arbustivo inferior, arbustivo superior y eminencias. Al final del muestreo dicha lista se completó con el resto de especies perennes presentes en la parcela, sin registro en los muestreos, para contar con la lista botánica completa de cada parcela.

De acuerdo con Cottam y Curtis (1956), en cada cuadrante se midió la distancia del punto al pie de la planta más cercana de cada estrato, y se anotó además su especie, diámetro basal, diámetro superior y su altura; primero se midieron los individuos del estrato herbáceo por ser el más denso y el más susceptible a sufrir daños por pisoteo, y luego se procedió con los demás estratos hasta concluir con cada punto; en las plantas amacolladas o agrupadas en colonias, la distancia desde el punto se midió hasta el centro de las mismas, y para las plantas con fuste, se midió hasta el centro de su periferia. En el caso de los izotes, mezquites y huizaches muy grandes, la altura se determinó con un clisímetro. Si un mismo individuo resultara ser el más cercano a dos puntos, el segundo de estos puntos se desplazaba 10 m. Si al terminar el levantamiento del transecto de 100 m, para una o más de las especies más importantes se tenían menos que 10-12 registros, el transecto se extendía o se establecía otro en paralelo para ampliar el número de puntos hasta contar con los registros requeridos y dar por concluido el muestreo. Las especies de plantas que se registraron con el muestreo fueron clasificadas según su valor forrajero y su reacción sucesional al pastoreo, como deseables, menos deseables e indeseables, de acuerdo con Valentine (1990) y Bolaños y Aguirre (2000). Para calcular la densidad de cada especie se utilizó el recíproco del cuadrado de la distancia media de dicha especie (área media de la especie), de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\text{Densidad de la especie } i = \frac{\text{unidad de área}}{\text{distancia media}^2 \text{ de la especie } i}$$

donde el término unidad de área es la superficie de referencia para la densidad, en las mismas unidades que el área media de las especies.

Para la estimación de la biomasa volumétrica instantánea de cada individuo se utilizó la fórmula del cono truncado invertido:

$$V = 1/3\pi h (R^2 + r^2 + Rr) ,$$

donde:

$\pi = 3.1416$

h=altura o distancia entre los dos radios

R= radio de la copa

r= radio basal

3.3.4 Estado de la superficie del suelo

Para estimar el estado de la superficie del suelo en cada parcela, se utilizaron cinco líneas Canfield de intercepción (Canfield, 1941) de 5 m de longitud, instaladas de forma paralela y alterna al transecto principal, las cuales también fueron georreferidas en su inicio y final; sobre lo largo de estas líneas se midieron las porciones de suelo desnudo, con vegetación, mantillo, piedras o heces. Los valores de dichos componentes expresados en centímetros (cm), fueron resumidos y arreglados en forma tabular.

3.3.5 Patrón de uso

Entre diciembre de 2013 y enero de 2014, se aplicó una encuesta a 41 ejidatarios, responsables de 58 de las 62 parcelas resultantes de la parcelación en 1993 del agostadero ejidal de uso

común, para conocer los resultados de 20 años de aprovechamiento individual (Negrete *et. al.*, 2016). Con base en esta información se eligieron las variables siguientes, para incorporarlas al análisis multivariable: número de cabezas de bovinos que cada ejidatario poseía al inicio de la parcelación en 1993, carga animal total actual, unidades animal por hectárea, número de vacas expuestas a monta, número de vacas paridas, número de vacas que destetaron su becerro, número de aguajes, número de potreros y número de saladeros y la distancia del centro de la parcela al perímetro del asentamiento humano más cercano, para reconocer el efecto residual de 50 años que duró el aprovechamiento comunal del agostadero del ejido a partir de su fundación. Con las estimaciones de los atributos de la vegetación, de la superficie del suelo y formas de aprovechamiento de las 18 parcelas estudiadas (17 variables), se conformó una matriz de datos (18 x 17), la cual se procesó con los programas de análisis multivariados PC-ORD v. 6 (McCune and Mefford, 2011), específicamente con el módulo DECORANA para su ordenación y TWINSPAM para su clasificación.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1 Composición florística

En total, en las 18 parcelas de potrero se establecieron 221 puntos de muestreo, equivalentes a 884 cuadrantes, y se midieron 2,210 individuos de especies de plantas. En algunas parcelas los 10 a 12 registros mínimos establecidos para las especies más importantes se obtuvieron con siete puntos del transecto, mientras que en otras fueron necesarios hasta 13 puntos. Por esta razón, las estimaciones de biomasa y de densidad absoluta de cada especie se ponderaron de acuerdo con el número de registros respectivos. En los muestreos de todas las parcelas se

recolectaron, identificaron y midieron 27 especies perennes, de las cuales 12 fueron herbáceas, nueve arbustivas inferiores, tres arbustivas superiores y tres eminencias (Cuadro 3.1). Además, se recolectaron otras 28 especies perennes fuera de las muestras, 12 herbáceas, 12 arbustivas inferiores, tres arbustivas superiores y una eminencia (Apéndice 3.1), para tener una lista florística total de 55 especies perennes en las parcelas estudiadas. Esta cifra es 30% superior a las 38 especies registradas por Pinos *et al.* (2013) en un estudio realizado en la localidad San José de La Peña, fracción del ejido Zaragoza de Solís del municipio de Villa de Guadalupe, San Luis Potosí, en agostaderos comunales aprovechados principalmente por productores de ganado caprino.

3.4.2 Diferencias entre sitios de agostadero

La diferenciación fisonómica de sitios basada en las imágenes de satélite se confirma con la composición botánica distinta de sus especies principales (Cuadro 3.1), y particularmente con las diferencias en sus especies deseables dominantes: *Bouteloua karwinskii* y *Sporobolus airoides* en los sitios *MDMPE* y *MDMME*, y *Bouteloua gracilis* y *Sporobolus airoides* en el sitio *MDM-MDR* (Apéndice 3.2). Además, al comparar sólo las parcelas en condición buena de los tres sitios, para así evitar los efectos del sobrepastoreo sobre la estructura, el *MDM-MDR* y el *MDMME* (Apéndices 3.3 y 3.4) presentaron el 76.80 % y el 88.47 %, respectivamente, de la densidad total registrada en el *MDMPE* (Cuadro 3.2). Con respecto a la biomasa, las diferencias estructurales entre sitios en condición buena fueron más notables, pues en el *MDMPE* y el *MDMME* sólo se registró 40.5 % y 57.24 %, respectivamente, de la biomasa total estimada para el *MDM-MDR* (Cuadro 3.3). Estas diferencias en la estructura de

Cuadro 3.1 Especies registradas con el muestro en las parcelas estudiadas del ejido El Castañón.

Especie	Forma de vida				VF†	Sitio‡
	Herbá- cea	Arbus- tiva inferior	Arbus- tiva superior	Emi- nen- cia		
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.				x	2	3
<i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths	x				1	1,3
<i>Bouteloua karwinskii</i> Griffiths	x				1	2,3
<i>Condalia mexicana</i> Schltld.			x		3	1,2,3
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth			x		3	1,2,3
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> De Candolle			x		3	2,3
<i>Dasyochloa pulchella</i> (Kunth) Willd. ex Rydb.	x				2	1,2,3
<i>Echinocereus pentalophus</i> (DC.) Lem.		x			2	1,2,3
<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka	x				1	1
<i>Flourensia cernua</i> DC.			x		3	1,2,3
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	x				2	2
<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.		x			3	1,3
<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Cov.			x		3	1,2,3
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth		x			3	1,3
<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitchc.	x				1	1
<i>Nassella leucotricha</i> (Trin. & Rupr.) R. W. Pohl	x				1	1
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch			x		2	1,2,3
<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber		x			2	1,2,3
<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray		x			1	1
<i>Parthenium incanum</i> Kunth		x			1	1,2,3
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C. Johnst.				x	2	1,2,3
<i>Setaria macrostachya</i> Kunth	x				1	1
<i>Sporobolus airoides</i> (Torrey) Torrey	x				1	1,2,3
<i>Thymophylla pentachaeta</i> (DC.) Robinson	x				2	1,2,3
<i>Yucca filifera</i> Chabaud				x	2	1,3
<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A.Gray	x				2	1
<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	x				2	2

† Valor forrajero: 1=Deseable; 2=Menos deseable; 3=Indeseable.

‡ Sitio: 1=MDM-MDR; 2=MDMPE; 3=MDMME

la vegetación de los sitios podrían a la vez estar relacionadas con algunas peculiaridades de sus suelos, reconocidas en la carta edafológica correspondiente (INEGI, 2010). Así, el *MDMME*, se ubicó principalmente en zonas con calcisol; los suelos del *MDMPE* fueron calcisol y leptosol; mientras que el ecotono entre el *MDM-MDR* se ubicó también en una zona de transición, entre calcisol y phaeozem.

3.4.3 Diferencias estructurales debidas al patrón de aprovechamiento entre parcelas del mismo sitio

Las diferencias reconocidas visualmente en la estructura de la cobertura vegetal entre las parcelas del mismo sitio (diferencias debidas al decremento de la condición), fueron confirmadas plenamente por la tendencia consistentemente decreciente de los valores totales de densidad (Cuadro 3.2) y de biomasa (Cuadro 3.3) para las parcelas evaluadas en los tres sitios. A la vez, la densidad del conjunto de especies deseables mostró una tendencia marcadamente decreciente de acuerdo con la menor calificación visual de la condición en las parcelas evaluadas en los tres sitios (Cuadro 3.2). Sin embargo, con excepción de la densidad en el *MDMME* (Cuadro 3.2), la tendencia creciente teórica del grupo de especies indeseables fue poco consistente (Cuadros 3.2 y 3.3).

La densidad ponderada media de algunas de las especies del sitio *MDM-MDR*, como *Dasyochloa pulchella*, *Parthenium incanum* y *Larrea tridentata* (Apéndice 3.2) fue muy diferente a las encontrada por Aldrete y Aguirre (1982) en agostaderos comunales con este mismo tipo de vegetación, pero con pastoreo de ganado diverso en el noreste de Zacatecas, cuando en Castañón predominan los bovinos. Así, en las parcelas en condición buena del sitio *MDMME* la densidad ponderada media de la deseable *Bouteloua karwinskii* (64,876 ind ha⁻¹)

Cuadro 3.2 Efecto del sitio y la condición sobre la densidad media ponderada (individuos ha⁻¹, %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del ejido El Castañón.

Sitio Grupo de especies	Buena		Condición Regular		Pobre	
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
<i>MDMME</i>						
Deseables	76,209	93.6	24,783	85.9	11,033	50.6
Menos deseables	2,485	3.1	676	2.3	3,201	14.7
Indeseables	2,674	3.3	3,390	11.8	7,576	34.7
Total	81,368	100.0	28,849	100.0	21,810	100.0
<i>MDMPE</i>						
Deseables	100,151	94.5	6,398	49.9	3,162	41.3
Menos deseables	217	0.2	3,867	30.1	1,304	17.0
Indeseables	5,567	5.3	2,573	20.0	3,195	41.7
Total	105,935	100.0	12,838	100.0	7,661	100.0
<i>MDM-MDR</i>						
Deseables	84,690	90.4	20,958	64.8	8,060	46.4
Menos deseables	3,509	3.7	8,254	25.5	4,853	27.9
Indeseables	5,527	5.9	3,135	9.7	4,465	25.7
Total	93,726	100.0	32,347	100.0	17,378	100.0

(Apéndice 3.2) fue sólo 65 % de la registrada por Aldrete y Aguirre (1982) en su localidad 26 (99,948 ind ha⁻¹) con características similares a dicho sitio de Castañón, pero utilizada más por caprinos que por ganado vacuno; en cambio, en el estrato arbustivo superior de las parcelas en condición pobre de este sitio, *Fluorensia cernua* (especie indeseable para bovinos) alcanzó densidades 10 y 5 veces mayores que las de las localidades 26 y 11 del estudio citado, donde

este arbusto estaba expuesto al ramoneo descontrolado de hatos caprinos. Finalmente, en las parcelas en condición regular de este mismo sitio, la densidad media ponderada de *Larrea tridentata* (especie indeseable en general) fue similar a la registrada en la misma localidad 26 del noreste de Zacatecas (1,520 ind ha⁻¹), lo que puede deberse a que su reducción de carga animal ha sido insuficiente para superar el efecto residual del pastoreo comunal previo a la parcelación. En efecto, Lara *et al.* (En prensa) en un mismo sitio con matorral desértico micrófilo, dividido durante varias décadas por una cerca que separa dos formas distintas de aprovechamiento, un rancho privado y un agostadero comunal ejidal en Charcas, San Luis Potosí, registraron más que 8,000 individuos ha⁻¹ de *Larrea tridentata* en el ejido, y sólo poco más de 600 individuos ha⁻¹ en el rancho.

En cuanto a biomasa volumétrica instantánea (Cuadro 3.3), los resultados relativos para las especies deseables de dos de los tres sitios de agostadero en condición buena y regular y de uno en condición pobre, fueron superiores a los registrados por Lara *et al.* (En prensa), tanto en la mejor condición visual ubicada en el rancho Laguna Seca, como en el ejido colindante Francisco I. Madero, con historial de aprovechamiento comunal de sus agostaderos; cabe mencionar que la proporción de biomasa de indeseables en el rancho Laguna Seca (70.9 %), sólo fue superada por las correspondientes a las parcelas en condición pobre de los sitios *MDMME* y *MDMPE*. Por su parte, la proporción de biomasa correspondiente a las especies deseables en el ejido Francisco I. Madero, fueron superadas por los registros en los tres sitios de agostadero con los tres tipos de condición en las parcelas de Castañón, lo cual ya muestra un beneficio de la parcelación; en contraste, la proporción de biomasa de las especies indeseables del sitio *MDMPE* en condición pobre (95.1 %) fue similar a la correspondiente en

Cuadro 3.3 Efecto del sitio y la condición sobre la biomasa media ponderada ($m^3 ha^{-1}$, %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del ejido Castañón.

Sitio Grupo de especies	Condición					
	Buena		Regular		Pobre	
	Biomasa					
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
<i>MDMME</i>						
Deseables	1,040	14.1	1,339	45.1	439	21.6
Menos deseables	5,482	74.4	147	4.9	142	7.0
Indeseables	850	11.5	1,484	50.0	1,447	71.4
Total	7,372	100.0	2,969	100.0	2,028	100.0
<i>MDMPE</i>						
Deseables	1,351	25.8	552	19.1	33	2.3
Menos deseables	1,075	20.6	759	26.2	37	2.6
Indeseables	2,802	53.6	1,586	54.7	1,380	95.1
Total	5,228	100.0	2,897	100.0	1,450	100.0
<i>MDM-MDR</i>						
Deseables	8,225	63.9	376	7.9	76	2.2
Menos deseables	1,662	12.9	2,782	57.9	1,421	41.0
Indeseables	2,992	23.2	1,645	34.2	1,968	56.8
Total	12,879	100.0	4,803	100.0	3,465	100.0

el ejido Francisco I. Madero (94.8%), lo que refuerza la percepción de que en Castañón persisten ejidatarios que abusan del agostadero.

3.4.4 Diferencias en el estado de la superficie del suelo entre parcelas del mismo sitio

De manera consistente, con el deterioro de la condición en las parcelas evaluadas en los tres sitios, se registró un incremento en la proporción de suelo desnudo y la reducción en la

Cuadro 3.4 Efecto del sitio y la condición visual de agostadero sobre la cobertura media superficial del suelo (cm, %) (n=cinco líneas Canfield de 500 cm por sitio) en el ejido “El Castañón y Anexos”.

Sitio	Condición visual de agostadero					
	Buena		Regular		Pobre	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
<i>MDM-MDR</i>						
Suelo desnudo	27.5	1.1	1,501.0	60.1	1,522.5	60.9
Mantillo	1,081.5	43.3	453.0	18.1	630.5	25.2
Vegetación	1,361.5	54.4	515.0	20.6	287.0	11.5
Piedras	20.5	0.8	31.0	1.2	39.0	1.6
Heces	9.0	0.4	0.0	0.0	21.0	0.8
Total	2,500	100.0	2,500	100.0	2,500	100.0
<i>MDMPE</i>						
Suelo desnudo	256.0	10.2	1,516.0	60.6	1,696.0	67.8
Mantillo	1,492.5	59.7	347.5	13.9	175.0	7.0
Vegetación	711.0	28.4	422.5	16.9	477.5	19.1
Piedras	37.0	1.5	199.0	8.0	151.5	6.1
Heces	3.5	0.1	15.0	0.6	0.0	0.0
Total	2,500	100.0	2,500	100.0	2,500	100.0
<i>MDMME</i>						
Suelo desnudo	286.5	11.5	631.0	25.2	1,497.0	59.9
Mantillo	830.0	33.2	1,019.5	40.8	477.5	19.1
Vegetación	1,159.0	46.3	789.5	31.6	525.5	21.0
Piedras	157.0	6.3	23.0	0.9	0.0	0.0
Heces	67.5	2.7	37.0	1.5	0.0	0.0
Total	2,500	100.0	2,500	100.0	2,500	100.0

proporción de suelo cubierto con mantillo y ocupado por plantas vivas (Cuadro 3.4). En las parcelas en condición buena de los tres sitios, la proporción de suelo desnudo (*MDM-MDR*, 1.1 %; *MDMPE*, 10.2 %; y *MDMME*, 11.5 %), fue menor que la registrada (desde 13.2% hasta 64.2%) por Lara *et al.* (En prensa) en todos los levantamientos de su estudio ya mencionado. Esto confirma que las parcelas ejidales con condición buena de Castañón, ya tienen menor proporción de suelo desnudo que la existente en un rancho privado, y desde luego, que en los agostaderos aledaños con aprovechamiento comunal. A la vez, con excepción de la condición regular del *MDMME*, la proporción de suelo desnudo en las parcelas de Castañón con condiciones regular y pobre de los tres sitios, son similares a las registradas en el ejido Francisco I. Madero para sus tres sitios estudiados, lo cual confirma que después de 20 años de la parcelación, hay un remanente importante de ejidatarios que abusan de sus agostaderos, de manera similar a lo que ocurre en los agostaderos comunales de otros ejidos. Esta situación se repite al comparar los mismos resultados con los del rancho Laguna Seca, cuyas proporciones de suelo desnudo en los tres sitios estudiados llega hasta 23 %. Por otra parte, cabe resaltar, que la suma de las coberturas con mantillo y vegetación de las parcelas en buena condición del ejido “El Castañón” son superiores a las análogas registradas en los tres sitios del rancho privado y por supuesto muy superiores a las del ejido Francisco I. Madero.

3.4.5 Aprovechamiento individual de las parcelas.

En el Cuadro 3.5 se presentan las diferencias iniciales y actuales de carga animal y producción en la muestra de 18 parcelas (Negrete, *et al.*, 2016). La magnitud de dichas diferencias

explican las diferencias correspondientes en condición de agostadero registradas en ellas, así como sus niveles contrastantes en la producción de becerros.

Cuadro 3.5 Aprovechamiento individual de 18 parcelas del ejido “El Castañón y Anexos”.

Parcela	Atributo						
	Cabezas al inicio de la parcelación (1993)	Carga animal actual (2013) **	Vacas expuestas a monta (2012)	Vacas que destetaron su becerro (2013)	Núm. de potreros en la parcela	Distancia al asentamiento humano (m)	Condición actual (2013) ***
1	23	26.5	19	7	2	4,923	4,923
2	2	23.5	32	4	2	2,684	2,684
3	60	46.7	32	4	4	6,127	6,127
4	22	14.5	7	6	2	4,798	4,798
5	30	36.5	8	6	2	852	852
6	15	32.6	12	12	5	1,032	1,032
7*	0	20.2	0	0	2	1,828	1,828
8	30	24.5	15	8	2	2,116	2,116
9	100	42.1	25	0	2	1,129	1,129
10	107	42.8	10	5	5	4,289	4,289
11	20	51.4	7	6	6	3,553	3,553
12	21	51.4	7	6	7	2,132	2,132
13	50	38.8	15	0	3	2,902	2,902
14	10	23.1	16	3	3	3,465	3,465
15	26	15.3	3	0	6	1,587	1,587
16	15	12.9	6	1	7	4,842	4,842
17	20	36.1	12	10	5	4,975	4,975
18	89	22.3	18	6	8	6,873	6,873

* Únicamente cría caprinos. ** Unidades animal (vaca de 460 kg y becerro lactante).

*** B= buena; R= regular; P= pobre

3.4.6 Ordenación multivariable de los atributos evaluados en las parcelas

La información recabada sobre el estado actual de la vegetación y la superficie del suelo en la muestra de parcelas, así como algunas variables vinculadas con la forma individual de su aprovechamiento, fueron computarizadas en una matriz y luego exportadas al software PC_ORD v. 6.0 (McCune and Mefford, 2011), para su proceso multivariable con el método de

análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA). La matriz de datos definitiva quedó compuesta por 18 productores o parcelas (hileras) por 17 atributos de las parcelas (columnas) (Cuadro 3.6). De acuerdo con su valor propio o característico respectivo, sólo los

Cuadro 3.6 Atributos evaluados en 18 parcelas del ejido “El Castañón y Anexos” para su análisis multivariable.

Variable	Acrónimo	Clase de atributo		
		Vegetación	Cobertura actual del suelo	Aprovechamiento individual
Total de especies perennes en el muestreo	TOTALESP	x		
Densidad de especies deseables	DENSDESE	x		
Densidad de especies menos deseables	DENSMENO	x		
Densidad de especies indeseables	DENSINDE	x		
Biomasa de especies deseables	BIOMDESE	x		
Biomasa de especies menos deseables	BIOMMENO	x		
Biomasa de especies indeseables	BIOMINDE	x		
Proporción de suelo desnudo	SUELDESN		x	
Proporción de suelo cubierto con mantillo	SUELMANT		x	
Proporción de suelo cubierto con vegetación	SUELVEGE		x	
Proporción de suelo cubierto con rocas	SUELPIED		x	
Número de cabezas al inicio de la parcelación	BOVICOMI			x
Carga animal actual	UNANHECT			x
Vacas expuestas a monta 2012	VACAEMPA			x
Vacas que destetaron su becerro 2013	VACADEST			x
Número de potreros en la parcela	NUMEPOTR			x
Distancia al asentamiento humano	DISTPOBL			x

dos primeros ejes de la ordenación recogieron información significativa para su interpretación (Cuadro 3.7). En el cuadro 3.8 se presentan los coeficientes de correlación de las variables estudiadas con los tres primeros ejes de ordenación. De acuerdo con estos resultados, en el

Cuadro 3.7 Parámetros de los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).

Eje	Valor propio	Coefficiente de determinación	Coefficiente de determinación acumulado	Amplitud de los ejes de ordenación
1	0.4767	0.3450	0.3450	253
2	0.1097	0.1630	0.5080	267
3	0.0253	0.0570	0.5650	886

primer eje de la ordenación (Figura 3.3) se puede reconocer un gradiente primario de condición, de buena a regular, al destacar en el extremo izquierdo de la ordenación la densidad y biomasa del grupo de especies deseables, y la proporción de la superficie del suelo ocupada con vegetación, los tres atributos claramente relacionados con el estado más saludable del agostadero, favorecido por el número mayor de divisiones o potreros en la parcela, y por la circunstancia de mayor lejanía del poblado, esto es, con menor efecto residual del deterioro existente al establecerse la parcelación. En el extremo derecho de la ordenación sobresalió la proporción de suelo desnudo, como síntoma del deterioro en progreso o residual del período anterior a la parcelación, y sin haber sido aún subsanado, confirmado con la importancia en la densidad de las especies menos deseables o crecientes, y con la causa del retroceso, la carga animal actual. Por su parte, el eje 2 parece corresponder al gradiente de condición de regular a pobre, pues en su extremo inferior sobresalieron las variables densidad y biomasa de especies

Cuadro 3.8 Coeficientes de correlación de las variables con los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).

Variable	Eje		
	1	2	3
Total de especies perennes en el muestreo	0.1680	0.0090	-0.0540
Densidad de especies deseables	-0.7910	-0.1780	0.1500
Densidad de especies menos deseables	0.6500	-0.5720	-0.7440
Densidad de especies indeseables	0.0710	0.7400	0.4520
Biomasa de especies deseables	-0.5100	-0.1310	-0.0200
Biomasa de especies menos deseables	-0.3260	-0.2290	0.4020
Biomasa de especies indeseables	-0.2110	0.3940	0.3850
Proporción de suelo desnudo	0.8390	0.1980	-0.2270
Proporción de suelo cubierto con mantillo	0.2400	-0.0750	-0.1450
Proporción de suelo cubierto con vegetación	-0.6580	-0.1330	0.1870
Proporción de suelo cubierto con rocas	0.1090	0.2490	0.0890
Número de cabezas al inicio de la parcelación	0.3550	0.1410	-0.0520
Carga animal actual	0.2890	0.1560	-0.0240
Vacas expuestas a monta 2012	0.0980	-0.1940	-0.0860
Vacas que destetaron su becerro 2013	-0.3830	-0.3810	-0.2150
Número de potreros en la parcela	-0.4700	-0.2040	-0.0780
Distancia al asentamiento humano	0.1680	0.0090	-0.0540

menos deseables y la cantidad de divisiones en la parcela, mientras que en otro extremo del gradiente (superior) destacaron la densidad y biomasa de especies indeseables y la carga animal al inicio de la parcelación, como causante de la condición pobre.

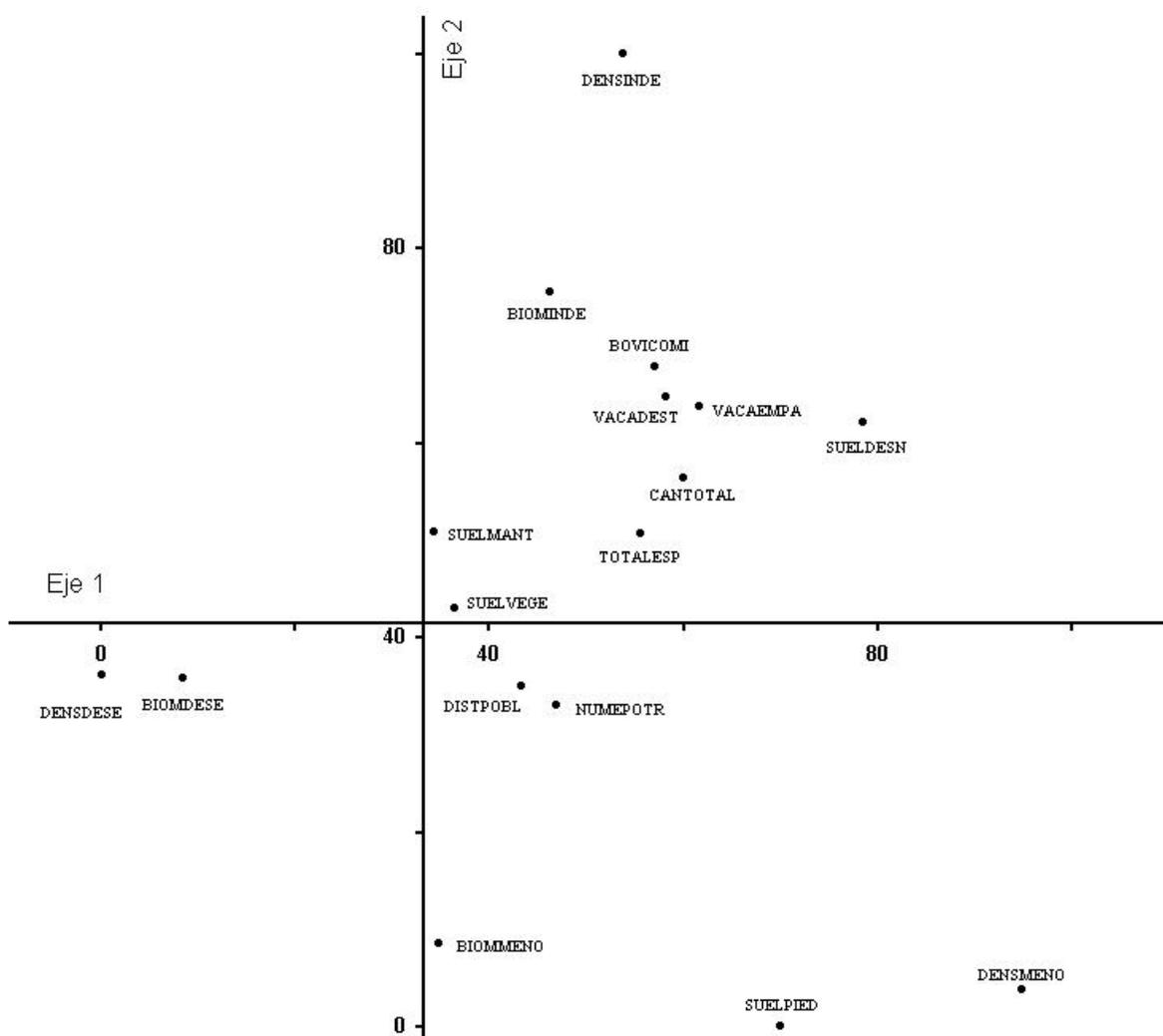


Fig. 3.3 Ordenación bidimensional de las variables evaluadas en parcelas del ejido “El Castañón”.

3.4.7 Clasificación de las parcelas

La clasificación de las parcelas estudiadas se resume en la Figura 3.4. Las variables indicadoras o causantes de una dicotomía, que se presentaron con mayor frecuencia en la clasificación fueron suelo cubierto con piedras (en los niveles de clasificación 1 y 3), número de vacas que destetó su becerro (nivel 1) y cantidad de suelo desnudo (nivel 2). En contraste, las variables indicadoras menos frecuentes para la clasificación fueron la densidad de especies menos deseables y número de potreros.

Las 18 parcelas estudiadas se clasificaron en seis grupos compuestos por una a cuatro parcelas. El primer grupo y segundo grupos se generaron en el nivel 2 de clasificación; los grupos 3 y 4 hasta el nivel 5; el grupo 5 en el nivel 4 y el grupo 6 desde el nivel 1 (Figura 3.4). El grupo 6 segregado desde el nivel 1 de clasificación, correspondió a las cuatro parcelas con menor eficiencia en producción y reproducción, con número muy bajo de vacas que destetaron su becerro, (tres de cuatro parcelas incluida la parcela 7 que sólo cría caprinos), a pesar de haber tenido cantidad importante de vacas expuestas a monta; también disponen de menor infraestructura para rotar potreros y tienen las coberturas más altas de suelo con piedras. En el nivel 2 se conformó el grupo 1, con las parcelas 15 y 16, caracterizadas por presentar baja carga animal total, contar con mayor número de potreros, menos vacas expuestas a monta, pero también valores mínimos de vacas que destetaron su becerro; no registraron suelo desnudo y tuvieron poca cantidad de suelo cubierto con piedras; a pesar de reunir algunas características deseables de manejo, infraestructura y cobertura actual de suelo, su producción no es la esperable. El grupo 3, conformado por las parcelas 3, 4, 5 y 11, se generó en el nivel 3; este grupo se caracterizó por un manejo adecuado del ganado, pues a excepción de la parcela 3, una proporción importante de las vacas expuestas a toro destetaron su becerro; sin

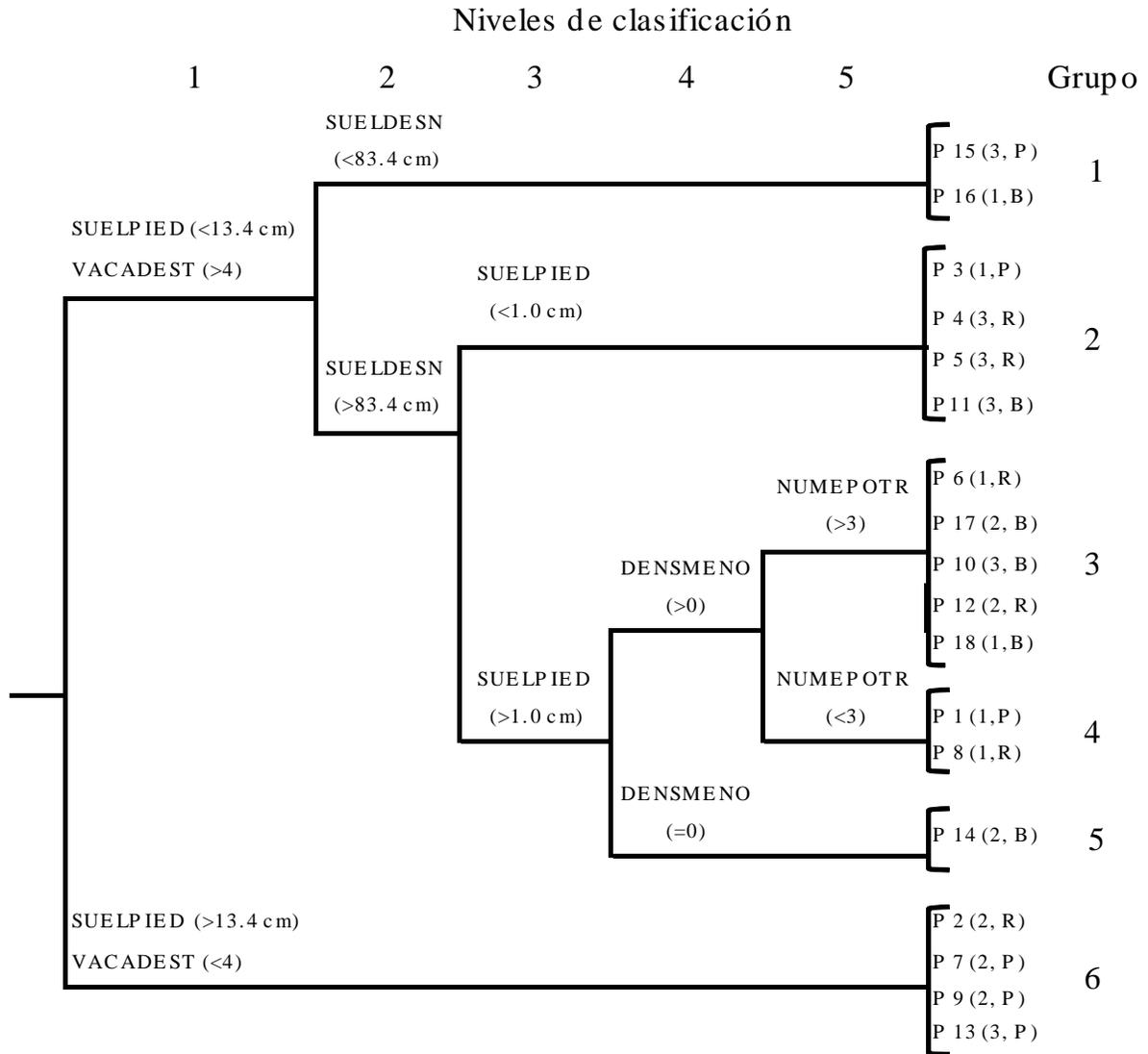


Fig. 3.4 Clasificación de 18 parcelas del ejido “El Castañón” con base en 17 características (Productor x vegetación x suelo x aprovechamiento individual).

embargo, también se registraron valores altos de suelo desnudo, lo que puede ser el costo de la mayor reproducción. A partir del nivel 4 de clasificación se forma un subconjunto de parcelas, con los grupos 3, 4 y 5, aunque los dos primeros se forman hasta el nivel 5. El grupo 3 está compuesto por las parcelas 6, 10, 12, 17 y 18 con buenos resultados en producción y reproducción, mayor cantidad de potreros para rotar y uniformar el pastoreo, cantidades

pequeñas o nulas de suelo desnudo, y la parcela (18) destacó por el mayor número de especies totales registradas; fue el grupo con el aprovechamiento más equilibrado de sus agostaderos. El grupo 4 (parcelas 1 y 8) también tiene buenos niveles en reproducción y producción, con valores de vacas expuestas a monta y que destetaron su becerro muy similares, y también cuentan con cercos para mejorar el pastoreo; sin embargo, a diferencia del grupo anterior, las parcelas de este grupo presentan mayor cantidad de suelo desnudo, lo cual indica exceso de carga animal. Finalmente, el grupo 5 se conformó únicamente por la parcela 14, con menor proporción de vacas que destetaron su becerro y de suelo desnudo que las parcelas del grupo 4; esta parcela destacó por ser la única sin registro de especies menos deseables. En algunos grupos destacó la condición como tendencia dominante (grupos 3, 5 y 6), y en otros el sitio (2, 4 y 6), aunque ambos atributos también se conjuntaron como tendencia en ciertos grupos (grupos 4, 5 y 6).

3.5 CONCLUSIONES

Los levantamientos estructurales de la vegetación confirmaron la distinción tentativa de tres sitios de agostadero basada en la imagen de satélite. En estos tres sitios la condición apreciada visualmente fue confirmada con las estimaciones de densidad media ponderada y biomasa volumétrica instantánea, las cuales disminuyeron conforme la condición se deterioró. La misma tendencia se registró en el estado de la cobertura actual del suelo, pues los porcentajes medios cubiertos por vegetación y mantillo sobresalieron en la mejor condición, y en cambio la proporción de suelo desnudo aumentó con el deterioro de la condición. Con sólo parcelar los agostaderos comunales fue insuficiente para detener y revertir el deterioro en algunas parcelas individuales, pues se han mantenido con carga animal excesiva por decisión de sus

dueños respectivos. La ordenación de los atributos evaluados en 18 parcelas permitió discriminar a las variables de la estructura de la vegetación y de la superficie del suelo determinantes de las tres clases de condición reconocibles. La clasificación multivariable generó grupos de parcelas caracterizados por la condición similar de sus agostaderos y su eficiencia en producción pecuaria, pero sin relación clara con el sitio de agostadero respectivo. Después de 20 años de la parcelación del ejido, las parcelas individuales presentan diferencias contrastantes en la condición de sus agostaderos y en sus niveles de producción, debidas principalmente a la voluntad de sus propietarios.

AGRADECIMIENTOS

A los ejidatarios del Castañón y Anexos, por su disposición y apoyo para realizar el estudio. A Don Jesús Coronado Díaz por su labor de gestión ante la asamblea ejidal y su colaboración en el trabajo de campo. Al Licenciado en Geografía Estardo Camacho Rosales por su ayuda en el trabajo de campo, la elaboración de los planos de la clasificación no supervisada, la parcelación y la identificación de las parcelas del estudio. Al Dr. Rigoberto Castro Rivera, al pasante de IAZ Néstor Godínez Hernández y a José de Jesús Negrete Ruíz por su ayuda en el trabajo de campo. A Don José García curador del herbario del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP, por la identificación de los especímenes recolectados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 230424 otorgada al primer autor para sus estudios doctorales.

3.6 LITERATURA CITADA

- Aldrete M., E. y J. R. Aguirre R. 1982. Diferenciación de sitios y condición de agostaderos del noreste del estado de Zacatecas. *Revista Chapingo*. 35-36: 53-58.
- Anónimo. 2013. Interagency ecological site handbook for rangelands. National System of Public Lands, Forest Service and Department of Agriculture. Washington, D.C. USA. 109 p.
- Bolaños M., A. y J. R. Aguirre R. 2000. Evaluación preliminar de los agostaderos forestales del occidente del Estado de México. *Acta Cient. Potos.* 15(2): 74-97.
- Canfield R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry*. 39 (4): 388-394.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2015. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas por estación, San Luis Potosí. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (Consulta: diciembre 2015).
- Contreras H., J. R.; V. Volke. H.; J. L. Oropeza M.; C. Rodríguez F.; T. Martínez S. y A. Martínez G. 2003. Estado actual y causas de la degradación de los agostaderos en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca. *Terra Latinoamericana*. 21 (3): 427-435.
- Cottam G.; J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3):451-460.
- Cruz C., E. y J. R. Aguirre R. 1992. The common rangelands of Tiltepec, a typical case of environmental deterioration in northwest Oaxaca, Mexico. *In*: G.K. Perrier; C.W. Gay (eds.). Current natural resources development activities in developing nations. Department of Range Science. Utah State University. Logan, Utah. USA.pp:1-11.
- Dyksterhuis E. J. 1949. Condition and management of rangeland based on quantitative

- ecology. *J. Range Manage.* 2:104-115.
- Herbel C. H. y R. P. Gibbens. 1996. Post-drought vegetation dynamics on arid rangelands in southern New Mexico. *New Mexico Agricultural Experiment Station Bulletin 776*. Las Cruces, New Mexico. USA. 102 p.
- Holechek J. L.; R. D. Pieper; C. H. Herbel. 1989. *Range management, principles and practices*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. 501 p.
- Holechek J. L.; R. D. Pieper; C. H. Herbel. 2011. *Range management, principles and practices*. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 444 p.
- Holechek J. L. 1991. Chihuahuan Desert rangeland, livestock grazing and sustainability. *Rangelands*. 13 (3):115-120.
- Humphrey R. R. 1949. Field comments on the range condition method of forage survey. *J. Range Manage.* 2: 1-10.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). http://repositorio.ine.gob.mx/ae3/ae_333.736153_c655.pdf (Consulta: julio 2012).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. *Cartas físicas temáticas*. Temas: geológica, hidrología superficial, hidrología subterránea, climas y vegetación y uso actual, San Luis Potosí. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Conjunto de datos vectorial edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional). http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx (Consulta: julio 2016).
- Lara J., P.; Castillo, L., P.; Tristán, P. F. de M.; Rendón H. J. A. y Aguirre, R. J. R. (En

- prensa). Efectos del sitio y condición de agostadero en la densidad de hormigueros de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr). Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.
- Lasanta T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio. Estudios Geográficos. 71: 203-233.
- Loring M. W. y J. P. Workman. 1987. The relationship between land ownership and range condition in Rich County, Utah. J. Range Manage. 40 (4): 290-293.
- McCune B. y M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 6. MjM Software. Gleneden Beach, Oregon. USA.
- Negrete S., L. O.; J. R. Aguirre R.; J. M. Pinos R. y H. Reyes H. 2016. Beneficio de la parcelación de los agostaderos comunales del ejido “El Castañón”, municipio Catorce, San Luis Potosí: 1993-2013. Agrociencia. 50 (4): 511-532.
- Parker K. W. 1954. Application of ecology in the determination of range condition and trend. J. Range Manage. 7(1):14-21.
- Pinos R., J. M.; J. C. García L.; J. R. Aguirre R. y H. Reyes H. 2013. Participatory cartography in a traditional goat production system of a smallholder community in northern México. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 16:215-222.
- Reyes H., H.; M. Aguilar R.; J. R. Aguirre R.; I. Trejo. 2006. Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México. Investigaciones Geográficas. 59:26-42.
- Tamayo J. L. 2012. Geografía moderna de México. 13ª ed. Trillas. México, D.F. México. 501 p.
- Valentine J. F. 1990. Grazing management. Academic. San Diego, California. USA. 517 p.

**4. PRECIPITACIÓN PREVIA EN TRES RANCHOS GANADEROS DEL
ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO**
**CALVINGS AND PRIOR PRECIPITATION IN THREE CATTLE RANCHES OF SAN
LUIS POTOSÍ-ZACATECAS HIGHLAND**

Juan R. Aguirre-Rivera¹, Luis O. Negrete-Sánchez², Ramiro López-Trujillo³.

¹ Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

² Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), Av. Manual Nava # 201, Zona Universitaria, 78290, San Luis Potosí, México.

³ Departamento de Nutrición Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

² Autor para correspondencia: E-mail jaibabrava1926@hotmail.com

**Artículo en arbitraje en la revista CHAPINGO, Serie Zonas Áridas, Número de
manuscrito 105154 RRCHSZA 2016.06.005.**

Ideas destacadas (Highlights)

- Breeding beef cattle in highlands potosino-zacatecano.
- Correlation coefficient and linear regression.
- Functional relationship between calvings and previous annual precipitation.

4.1 RESUMEN

En tres ranchos ganaderos privados del altiplano potosino-zacatecano, se estimaron las relaciones funcionales, entre porcentaje de partos (y) y precipitación total del año previo (PTAP, x); con estas relaciones se predijo y cotejó estadísticamente el número de partos ocurridos en 2015, año que no fue incluido en la estimación de dichas relaciones, en los

ranchos Laguna Seca (LS), San José (SJ) y El Porvenir (EP). Los datos de PTAP se obtuvieron de las dos estaciones meteorológicas oficiales más próximas a cada rancho y con el mismo tipo de clima. La correlación estimada para partos y precipitación en los tres ranchos fue positiva y significativa. Los modelos de regresión lineal simple fueron LS: $y = 26.2800 + 0.0629(x)$, SJ: $y = 30.2438 + 0.0973(x)$ y EP: $y = 23.6172 + 0.0808(x)$. La variación del porcentaje de partos explicada por la PTAP fue de 59.2 % en LS, 62.0 % en SJ y 84.9 % en EP. Los partos registrados durante 2015 (72.2 % y 64.0 %, respectivamente) en EP y LS superaron los intervalos del 95 % de confianza, debido a diversas mejoras recientes en la reproducción de los hatos, mientras que el de SJ, sí quedó comprendido en esos intervalos.

Palabras clave: Agostaderos, bovinos para carne, Desierto Chihuahuense, precipitación total anual previa, tasa de partos.

ABSTRACT

With three herds of private cattle ranches of the potosino-zacatecano highland, functional relations between percentage of calvings (y) and the total rainfall of the previous year (PTAP, x) were estimated; With these relationships did predict and collating statistically the number of calvings in 2015, a year that was not included in the estimation of these relations, in the ranches Laguna Seca (LS), San José (SJ) and El Porvenir (EP). PTAP data were obtained from the two official weather stations more nearby to each ranch and with the same type of weather. Estimated correlation for calvingss and rainfall in the three ranches was positive and significant. Models simple linear regression were LS: $y = 26.2800 + 0.0629(x)$, SJ: $y = 30.2438 + 0.0973(x)$ and EP: $y = 23.6172 + 0.0808(x)$. The variation of the percentage of calvings explained by the PTAP was 59.2 % in LS, 62.0 % in SJ and 84.9 % in

EP. The calvings registered during 2015 (72.2 % and 64.0 %, respectively) in EP and LS exceeded ranges to 95 % confidence, due to various recent improvements in breeding herds, while SJ, it was included in those intervals.

Keywords: Rangeland, beef cattle, Chihuahuan Desert, total annual precipitation previous, calvings rate.

4.2 INTRODUCCIÓN

En la región norte de México predomina la explotación de bovinos para carne basada en la producción y venta de becerros al destete para su exportación en pie a USA, o para su desarrollo y finalización en corrales de engorda o praderas (García, 2006), lo cual corresponde al sistema de producción vaca-becerro descrito por Carpenter (1998). Este sistema consiste en un hato base formado por vacas reproductoras, las cuales producen becerros que son vendidos al destete, con 6 a 7 meses de edad (Aguirre, 1983). La debilidad principal de este tipo de explotación es su dependencia casi exclusiva de la lluvia para la producción de forraje espontáneo (Holechek *et al.*, 2011). Por otra parte, la eficiencia en la reproducción es uno de los factores principales del éxito económico en cualquier explotación de ganado bovino para carne (Ruechel, 2006). Dicha eficiencia puede ser medida a través de distintos indicadores, pero el básico es la tasa de partos (De Alba, 1985) ya que en los sistemas de producción para carne el principal objetivo es producir un becerro por cada vaca por año (Field, 2006).

En la actualidad, la producción preponderante de carne de vacuno es aún extensiva, basada en pastoreo (Ruechel, 2006). En agostaderos la productividad de forraje es pobre debido a sus limitaciones físicas y climatológicas; por ello, el mejor recurso tecnológico es aprovechar

racionalmente con ganado la cobertura vegetal espontánea (Holechek *et al.*, 2011). La producción de forraje espontáneo de estos sitios varía en cantidad y calidad según la época del año y más aun entre años; así, hay normalmente deficiencias nutricionales, sobre todo en el periodo seco del año y durante las sequías, lo cual reduce la reproducción y producción de los hatos (Aguirre, 1983). Normalmente, como sucede en México, el ganado permanece todo el año en los agostaderos, aunque los niveles nutricionales de los zacates sólo superen sus requerimientos en un periodo corto del año; es por ello que se recomienda establecer una época de monta controlada, que permita tener vacas secas cuando el forraje en pie esté seco, y lactando cuando el forraje esté verde (Carpenter, 1998). Con ello, las vacas pueden destetar becerros más pesados y preñarse en dicho periodo de monta, esto es, cuando presentan el grado óptimo de condición corporal (GOCC) (Wright *et al.*, 1992; Morrison *et al.*, 1999; García, 2006; Ruechel, 2006). El GOCC (entre 5 y 7 de la escala estadounidense) que asegura la preñez. Así, el parto correspondiente se logra con el forraje producido y consumido el año inmediato anterior al parto (Bishop, 1978; Field, 2006; Ruechel, 2006), lo cual depende directamente de la cantidad de lluvia que se presentó. En el Desierto Chihuahuense (DCh), región de la que forma parte el altiplano potosino-zacatecano, la precipitación anormalmente alta o deficiente en un año específico, puede influir sobre la producción de forraje, el desempeño animal, y la condición del agostadero por varios años (Thomas *et al.*, 2007; Luna *et al.*, 2010). A la vez, los registros en los ranchos de esta región generalmente se han limitado a aspectos genealógicos y menos a los requeridos para incrementar la eficiencia en la producción y reproducción del ganado, pues aún se desestiman aspectos económicamente importantes sobre reproducción, salud y requerimientos alimentarios (Garrick y Golden, 2009).

Así, parece viable predecir el porcentaje de partos esperable en un año determinado con base en los datos de PTAP registrados el año precedente. Predecir con entre tres y seis meses de anticipación el número probable de partos esperable permite anticipar lo requerido para atender a las vacas y sus crías, contar con expectativas de ingresos y disponer de un indicador robusto de la eficiencia de operación del rancho. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue obtener y probar un modelo estadístico para estimar el número de partos esperable en cada rancho de estudio, con base en la precipitación del año anterior. La hipótesis correspondiente es que para la región de estudio es posible desarrollar una ecuación de predicción aproximada del número de partos esperable el año siguiente, con base en la precipitación total anual registrada durante el año en curso.

4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza en el altiplano potosino zacatecano situado en la porción sur del DCh (Giménez y González, 2011). Se analizaron tres ranchos de propiedad privada (Figura 4.1): a) Laguna Seca (LS), en el municipio de Charcas, San Luis Potosí, México, con una superficie de 8,000 ha y cría de ganado Beefmaster; sus coordenadas extremas son 23° 13' 27.326" a 23° 22' 46.046" N, y 101° 1' 6.494" a 101° 5' 27.608" O, con altitud media de 2,030 m (INEGI, 2001); b) San José (SJ), ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, México, tiene una superficie de 6,500 ha, con cría de ganado de diversas razas europeas (Charolais, Angus, Limousin, Simmental y Hereford); se localiza entre los 23° 26' 48.396" y 23° 35' 1.528" N, y entre 101° 41' 40.926" y 101° 48' 55.610" O, con altitud media de 2,038 m (INEGI, 2001) y c) El Porvenir (EP) se encuentra en el municipio de Santo Domingo, San

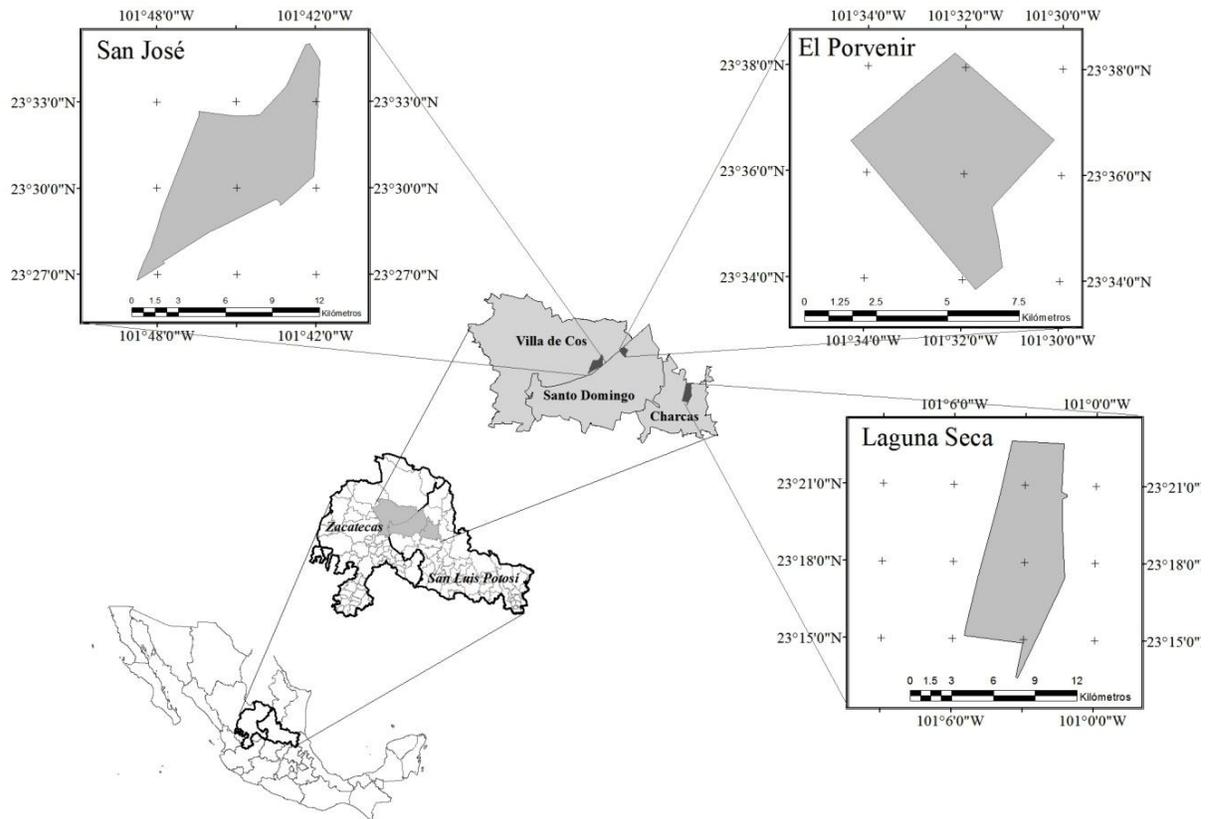


Fig. 4. 1 Localización geográfica de los ranchos Laguna Seca (LS), San José (SJ) y El Porvenir (EP).

Luis Potosí, México, con 3,000 ha de extensión y también con cría de ganado Beefmaster; se ubica entre las coordenadas 23° 33' 46.427" y 23° 38' 18.624" N, y entre 101° 30' 5.339" y 101° 34' 21.587" O, con altitud media de 2,137 m (INEGI, 2001). Las tres unidades de producción se encuentran en la región geomorfológica denominada Altiplanicie Septentrional (Tamayo, 2012). El sustrato geológico en SJ y EP es de origen cuaternario; por su parte, en LS el sustrato es sedimentario de lutita-arenisca del triásico, con afloramientos de roca ígnea extrusiva ácida de origen terciario. De acuerdo con su drenaje superficial, los tres ranchos se ubican en la región hidrológica "El Salado", y su hidrología subterránea presenta unidades de

permeabilidad media, compuestas de material no consolidado; además, en LS se presentan unidades de permeabilidad baja-media de material

consolidado (INEGI, 2001). El suelo dominante en SJ y EP es xerosol cálcico, y el secundario es háplico, de estructura media, en fase petrocálcica; en LS, es xerosol cálcico pero el secundario es gypsico, de estructura media en fase gravosa; además, en este rancho también hay áreas con rendzina, litosol y regosol calcárico, de estructura media en fase lítica (INEGI, 2001). De acuerdo con la carta de climas del INEGI (2001), el clima correspondiente a LS es $BS_0kw(x')$; esto es, seco templado extremoso con temperatura media anual entre 12 y 18.0 °C y temperatura media del mes más frío entre -3 y 18° C; lluvias de verano, con porcentaje de precipitación invernal mayor que 10.2 y verano cálido. Por su parte, en SJ y EP el clima es BS_0kw , y sólo presenta menor porcentaje de precipitación invernal (entre 5 y 10.2) que el anterior.

En la Figura 4.2 se presentan los diagramas climáticos de los tres ranchos del estudio, basados en los registros medios, ponderados por años de observaciones, de las dos estaciones meteorológicas más próximas a cada rancho. Para LS correspondieron las estaciones Laguna Seca con 38 años registrados y Charcas con 73; para EP, La Victoria con 38 y Sierra Hermosa con 53 años; y para SJ, Santo Domingo y Sierra Hermosa, ambos con 53 años registrados. En general el periodo seco del año en los tres ranchos abarca aproximadamente 7 meses; LS y SJ

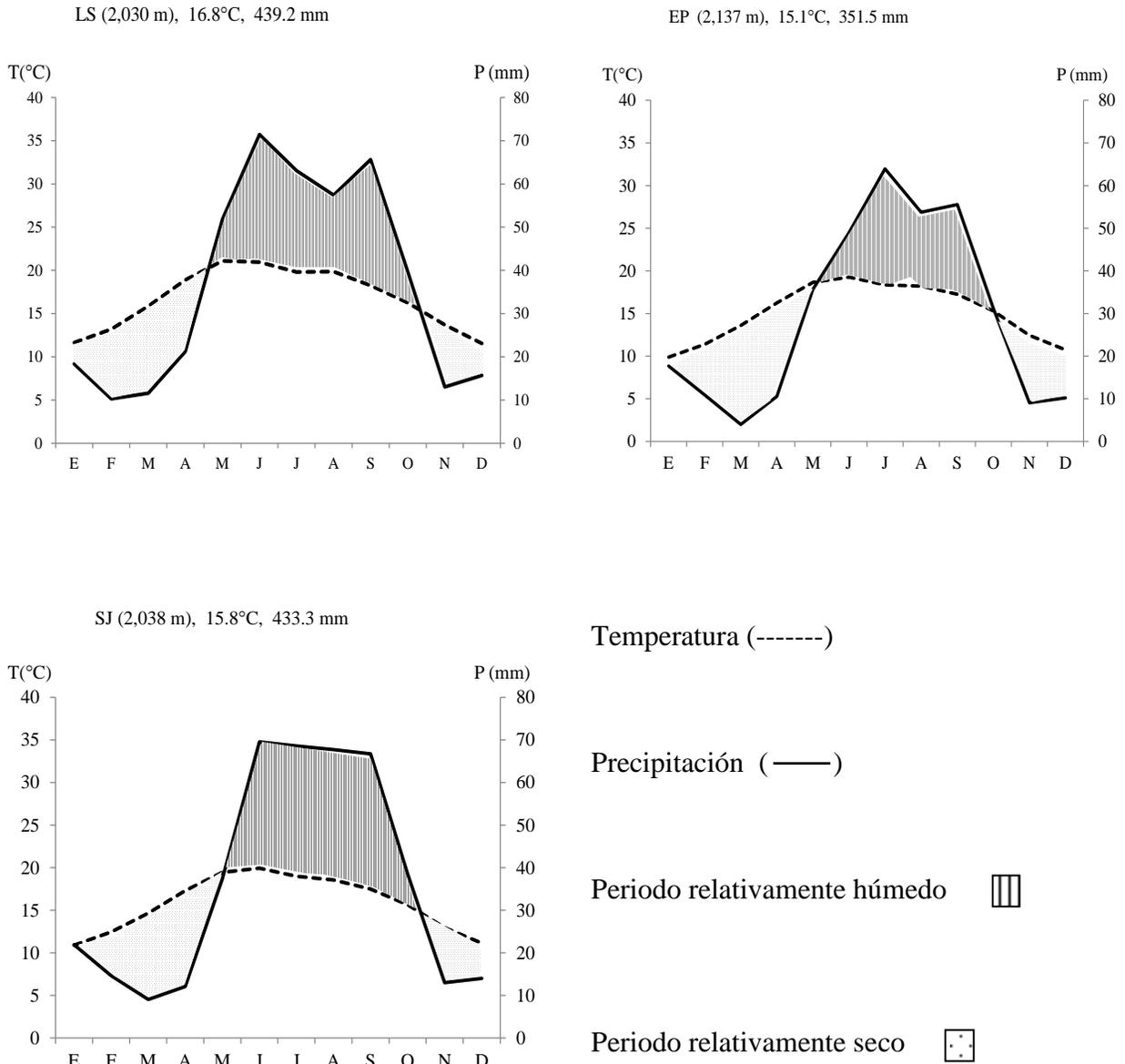


Fig. 4.2 Diagramas climáticos para los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).

tienen la mayor precipitación en los meses de junio y septiembre.; mientras que en EP la mayor precipitación histórica ponderada, se presenta en julio y septiembre; sin embargo, cabe mencionar que en esta unidad de producción, se registra la menor precipitación histórica

ponderada. Los tipos de vegetación presentes en SJ y EP son principalmente Matorral Desértico Micrófilo y, en menor proporción, Matorral Desértico Rosetófilo; en LS, además hay áreas con Matorral Crasicaule (INEGI, 2001), debido a la presencia de afloramientos ígneos. Los agostaderos de los tres ranchos en estudio presentan condición posiblemente de regular a buena, obras básicas para su aprovechamiento y realizan algunas prácticas sobre reproducción. Así, en SJ y EP tienen un periodo de monta controlado de 90 días, entre junio y agosto, mientras que en LS dicho periodo llega a ser hasta de siete meses; en SJ y LS con una parte del hato se practica inseminación artificial. Asimismo, en los tres ranchos actualmente se proporcionan piensos comerciales, principalmente en la época seca del año, lo que les permite alcanzar niveles regionalmente sobresalientes de reproducción y producción de becerros al destete, ya que de acuerdo con el Presidente de la Unión Ganadera Regional en San Luis potosí, el promedio aproximado de partos en los ranchos en esta zona es de sólo 35 %.

4.3.2 Registros de partos y precipitación

Para LS se dispuso de nueve años de registros continuos de partos, que van de 2006 a 2014, y para EP fueron ocho años, de 2007 a 2014. Sin embargo en LS para 2014 y en EP para 2007, los datos disponibles parecieron extremadamente anormales y se eliminaron de los cálculos. En el rancho SJ se recurrió a los registros asociados a los dictámenes de las pruebas de tuberculina y brucelosis, generados por la campaña nacional contra estas enfermedades, ya que sus propietarios no registran los nacimientos; así, en este caso se recopilaron datos de partos únicamente para siete años, cuando las fechas de dichas pruebas fueron anteriores al destete. Para calcular el porcentaje de partos por año en cada rancho, se dividió el número de becerros registrados, entre el número total de vacas con 36 meses y más de edad. La PTAP para los

periodos correspondientes y para cada una de las tres unidades de producción, se basó en los datos registrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2015) y por las Direcciones Locales de la CONAGUA en San Luis Potosí y en Zacatecas, mediante el promedio ponderado por el número de años con observaciones en las dos estaciones meteorológicas más próximas a cada rancho y con el mismo tipo de clima, antes mencionadas.

4.3.3 Desarrollo del modelo

Con base en los diagramas de dispersión de los valores observados, se procedió a estimar la correlación entre las variables de acuerdo con un modelo lineal simple. Luego, para predecir el número de partos en cada rancho estudiado se generó la ecuación de regresión correspondiente, con base en el método de mínimos cuadrados (Steel *et al.*, 1997), con la proporción de partos registrada cada año como variable dependiente (y) y la precipitación total del año inmediato anterior (PTAP) como variable independiente (x).

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4.1 Porcentaje de partos y PTAP

Los porcentajes de partos entre las unidades de producción fueron estadísticamente similares, aunque para cada unidad de producción sí hubo diferencias significativas entre años (Cuadro 4.1). Cabe señalar que los menores porcentajes de partos en dos de los tres ranchos ocurrieron el mismo año (2012), y para el tercer rancho en ese año se registró el segundo menor porcentaje (49.4 %). Al contrastar los porcentajes medios registrados con las normas

Cuadro 4.1 Partos (%) en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano, precipitación (mm) total anual previa (PTAP) y precipitación (mm) media anual (PMA) en las dos estaciones más próximas a cada uno de ellos y con el mismo tipo de clima.

Año	LS		SJ		EP	
	Partos	PTAP [†]	Partos	PTAP [†]	Partos	PTAP [†]
2004	ND	NA	69.6	401.5	ND	NA
2005	ND	NA	ND	NA	ND	NA
2006	37.5	236.6	53.8	269.2	ND	NA
2007	48.7	525.6	73.0	460.1	NA*	NA*
2008	69.8	646.1	68.1	284.8	49.2	242.5
2009	70.5	508.4	ND	NA	56.0	401.5
2010	62.6	555.2	73.6	386.0	43.3	351.4
2011	61.0	589.7	47.5	303.8	52.0	398.8
2012	35.0	312.3	49.4	189.2	34.3	140.2
2013	51.1	218.5	ND	NA	46.0	239.3
2014	NA*	NA*	ND	NA	76.0	595.3
\bar{X}	54.5	449.0	62.1	327.8	51.0	338.4
CV (%)	25.1	37.3	18.4	28.2	40.6	26.5
PMA[‡]	-	439.3	-	433.3	-	351.5

[†] Se refiere a la precipitación total anual del año inmediato anterior.

[‡] Precipitación media anual ponderada (mm).

* Valores visiblemente extremos, por tanto eliminados de los cálculos.

ND: no disponible. NA: no aplica.

para juzgar la eficiencia de la reproducción para bovinos propuestas por De Alba (1985), resulta que los promedios de los tres ranchos califican como “medianos”.

El porcentaje medio de partos de los tres ranchos fue mucho menor que el registrado por Luna et al. (2010) en vacas Brangus en Nuevo México (81.8 %), aunque en esta investigación se incluyeron los partos de vacas de dos años, se sincronizaron estros para inseminación artificial, se descartaban las vacas sin preñar tras la segunda inseminación y durante las sequías el destete se adelantaba, todo lo cual falta en los ranchos estudiados. En otra investigación en Nuevo México, con PMA (precipitación media anual) de 235 mm, observada a través de 66 años de registros, Winder *et al.* (2000) encontraron diferencias significativas en pastoreo y carga animal conservadora; tal diferencia se atribuyó a que sólo 38 % de las vacas parieron en 1993, y que probablemente durante dicho año las vacas pudieron recuperar el GOCC y en 1994 se tuvo 87 % de partos; estos valores extremos son similares a los registrados en nuestro estudio, y respaldan la dependencia estrecha del GOCC de la precipitación del año anterior. El porcentaje medio de partos en los tres ranchos estudiados fue menor que el promedio de cinco años (80.3 %) registrado por Bishop (1978) en Sudáfrica, en un hato Afrikander x Hereford; sin embargo, en este caso se practicó monta continua, eliminación de vacas sin parir en dos años y la PMA fue notablemente mayor (540 mm). Callejas *et al.* (2014) y Negrete *et al.* (2016) encontraron que los partos en agostaderos de Chihuahua, México y del ejido “El Castañón y Anexos en Catorce, San Luis Potosí, son cercanos a 70 %; sin embargo, es necesario señalar que en ambos casos, se trata de datos de sólo un año.

Por otra parte, de acuerdo con la información recopilada, la PMA histórica y ponderada para LS es de 439.3 mm, para SJ de 433.3 mm y para EP de 351.5 mm. Cabe mencionar que cuando la PTAP fue menor que el promedio, el porcentaje de partos disminuyó, tal y como ocurrió en LS durante 2006, 2012 y 2013; algo similar sucedió en EP durante 2008, 2010,

2012 y 2013; respecto a SJ también hubo algunos registros con esta tendencia, como en 2006, 2011 y 2012, aunque en 2008 se tuvo un porcentaje de partos aceptable, con menor cantidad de precipitación que la media histórica. El coeficiente de variación de la PTAP en los años del estudio para los ranchos LS y EP, es mayor que los encontrados por Herbel y Gibbens (1996) y por Khumalo y Holechek (2005), en trabajos realizados en agostaderos de Nuevo México, 34 y 30 %, respectivamente; sin embargo, la PMA registrada por ellos fue para 32 y 34 años de observaciones. En contraste, el CV correspondiente a SJ fue inferior que los citados, posiblemente porque en este rancho la PMA reciente presenta menor amplitud entre años que en los otros dos ranchos.

4.4.2 Coeficiente de correlación y modelo de regresión

En los tres ranchos el coeficiente de correlación de Pearson entre el porcentaje de partos y la PTAP fue positivo y significativo estadísticamente (Fisher y Yates, 1963), a pesar del número relativamente pequeño de observaciones. Los valores estimados para el rancho SJ ($r = 0.7872$, $P \leq 0.05$), LS ($r = 0.7695$, $P \leq 0.05$) y EP ($r = 0.9210$, $P \leq 0.01$) fueron similares al registrado por Bishop (1978) en Sudáfrica ($r = 0.8355$, $P \leq 0.05$), pero superiores al igualmente significativo obtenido por Jochle (1972) en el área del Golfo de México ($r = 0.6430$, $P \leq 0.05$), debido posiblemente a la menor fertilidad inherente del ganado Brahman de este estudio (De Alba, 1985).

Las líneas de regresión entre el porcentaje de partos y PTPA para los tres ranchos estudiados (Figura 4.3), muestran que la correspondiente a EP tiene la intercepción más pequeña; es decir que si no se registrara precipitación en el año previo a la predicción, al menos se tendría un

porcentaje de partos esperable de 23.6; luego le seguiría LS con 26.3 % y el mayor porcentaje lo tendría SJ con 30.2. Respecto a la pendiente o razón de cambio, también en SJ el porcentaje de partos se incrementaría más rápido en función de la PTAP registrada; le seguiría EP, y finalmente LS. Lo anterior puede tener relación con las razas que componen los hatos, pues en

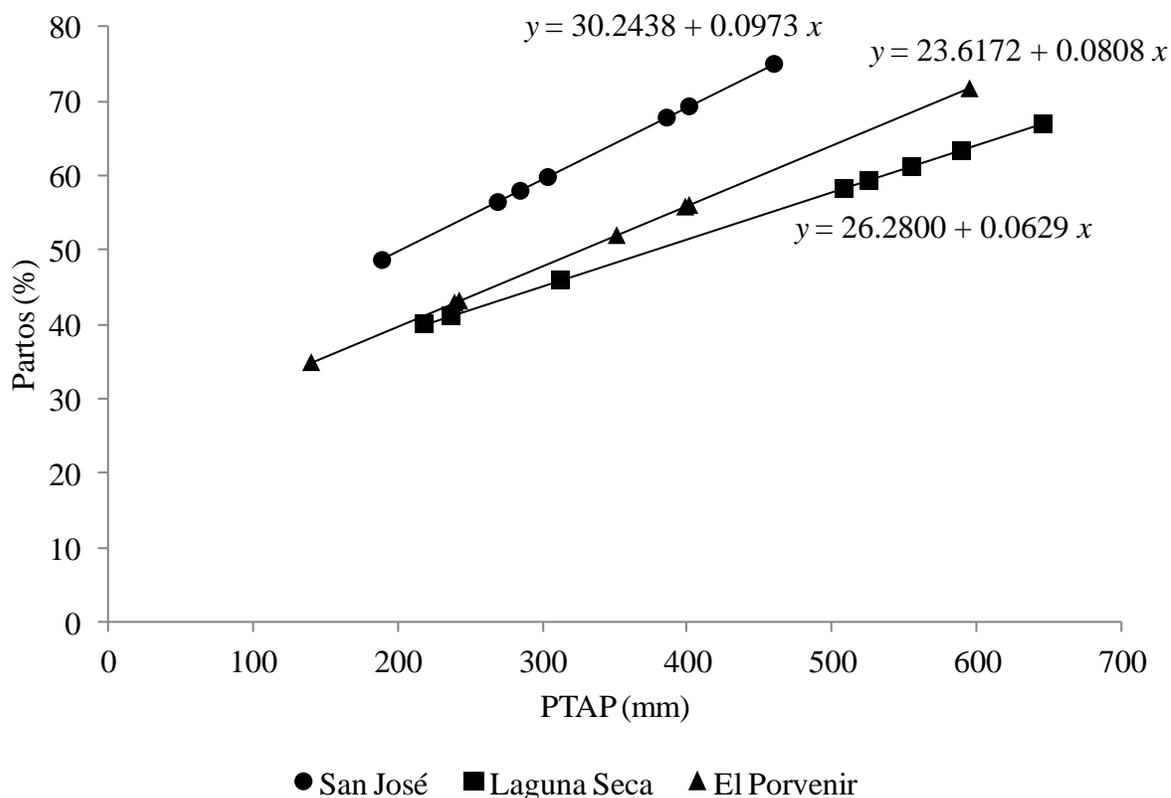


Fig. 4. 3 Líneas y ecuaciones de regresión del porcentaje de partos (y) y la precipitación total anual de año anterior (x), en los tres ranchos de estudio.

SJ son de origen europeo, tanto puras como sus cruces, lo que posibilita incluso la expresión de vigor híbrido, mientras que los hatos de los otros dos ranchos son de Beefmaster, la cual contiene parte de cebú Brahaman, con menor grado inherente de fertilidad.

La ecuación de regresión calculada para cada rancho, permitió realizar la predicción del porcentaje de partos para cada año, con base en la PTAP registrada el año inmediato anterior. Los valores del coeficiente de determinación (r^2), como estimador de la bondad de ajuste del modelo, pueden considerarse adecuados, pues la precipitación es normalmente muy variable en los agostaderos (Herbel y Gibbens, 1996; Khumalo y Holechek, 2005). Asimismo, se determinó el error estándar para un valor predicho por las ecuaciones de regresión en cada rancho (Cuadro 4.2).

Con los datos de PTA para 2014 y los porcentajes de partos registrados en 2015 en los tres ranchos, se contrastaron los porcentajes de partos predichos por el modelo, con los porcentajes registrados (Cuadro 4.3). Aunque las predicciones de los tres ranchos son aceptables, el porcentaje de partos registrado en LS durante 2015 (64 %), superó en 11.7 % la predicción al 95 % de confianza; este resultado puede deberse a que en años recientes establecieron la suplementación protéica permanente en el hato reproductor, ya que una parte del hato se insemina artificialmente y luego se permite la monta directa con los sementales, todo lo cual puede favorecer una mayor forraje generado en el agostadero. Por su parte, en SJ la tasa de partos registrada sí se ubicó entre los límites de confianza predichos al 95 %; cabe señalar que en este rancho la alimentación suplementaria es exclusivamente para los becerros. En cuanto a EP, el porcentaje de partos registrado en 2015 (72.2 %), superó en 7.6 puntos porcentuales la predicción al 95 % de confianza, debido principalmente a una mayor suplementación previa a la época de monta, relación vacas/toro más reducida, y a la renovación reciente de sementales.

Cuadro 4. 2 Ecuación de regresión para el porcentaje de partos (y) y la PTAP del año inmediato anterior (x) en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano.

Rancho	Tamaño de muestra (n)	Ecuación de predicción	Amplitud de la PTAP (mm)	Coefficiente de determinación (r ²)	Sŷ
LS	8	$y = 26.2800 + 0.0629 x$	218.5 < x < 646.1	0.5921	9.45
SJ	7	$y = 30.2438 + 0.0973 x$	189.2 < x < 460.1	0.6196	7.73
EP	7	$y = 23.6172 + 0.0808 x$	140.2 < x < 595.3	0.8482	5.54

Cuadro 4.3 Porcentaje de partos predichos y registrados en 2015 con base en la precipitación de 2014, en tres ranchos del altiplano potosino zacatecano.

Rancho	PTAP 2014 (mm)	Partos 2015 (%)		
		Predichos	Registrados	Intervalo de confianza 95 %
LS	363.4	49.1	64.0	41.0 - 57.3
SJ	394.8	68.7	66.5	60.7 - 76.6
EP	454.5	60.4	72.2	53.6 - 67.1

4.5 CONCLUSIONES

Con la ecuación de regresión basada en los partos registrados cada año y la precipitación registrada en el año inmediato anterior correspondiente, se puede tener una estimación confiable de la cantidad de partos esperables en el año en curso, con lo cual se puede fundamentar mejor la toma de decisiones y contar con indicadores de eficiencia de la producción de los ranchos.

Los porcentajes de partos registrados en Laguna Seca y El Porvenir superaron en 11.7 y 7.6 %, respectivamente las predicciones, debido probablemente a prácticas recientes que favorecen la reproducción del hato pero que encarecen la producción.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jaime Valle Méndez, propietario del rancho LS; a la IAZ María de los Ángeles Vega Calzada, propietaria del rancho SJ; y al MVZ Herminio Gutiérrez Uribe, propietario de EP, por su excelente disposición y por proporcionar los registros reproductivos de su ganado.

Al Ing. Jesús Liñán Guevara, Director Local de la CONAGUA en San Luis Potosí y al Ing. Humberto A. Díaz Valdez, Jefe de Proyecto de Hidrometeorología de la Dirección Local de la CONAGUA en Zacatecas por facilitar las cifras de precipitación de 2011-2014.

Al Lic. en Geografía Estardo Camacho Rosales, por el plano de localización del área de estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 230424, otorgada al autor para correspondencia en la realización de sus estudios doctorales.

4.6 LITERATURA CITADA

Aguirre R. J. R. (1983). Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano. En: J. T. Molina G. (Ed.). Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 105-115.

Bishop E. B. J. (1978). The performance of a beef breeding herd subjected to continuous mating in the Valley Bushveld of the Eastern Cape.. S. Afr. J. Anim. Sci., 8, 15-18.

Callejas J. N.; Aranda G. H.; Rebollar R. S.; de la Fuente M. M. L. 2014. Situación económica de la producción de bovinos de carne en el estado de Chihuahua, México. Agronomía Mesoamericana. 25(1): 133-139.

Carpenter B. B. 1998. Beef cattle reproduction in the south Texas region of Tamaulipas Biotic Province. En: Memoria del taller de ganadería de bovinos de carne del noreste de México y sur de Texas. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. UAT. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México. 145-152.

De Alba J. 1985. Reproducción animal. La Prensa Médica Mexicana. México. 538 p.

Field T. G. 2006. Beef production and management decisions. 5th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 640 p.

Fisher R. A.; Yates F. 1963. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 6th ed. Longman. London, England. 144 p.

- García E. R. 2006. Factores nutricionales y de manejo que afectan la eficiencia productiva de vacas Charolais y Hereford en agostadero. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. 113 p.
- Garrick D. J.; Golden B. L. 2009. Producing and using genetic evaluations in the United States beef industry of today. *J. Anim. Sci.* 87 (E. Suppl.): 11–18.
- Giménez de Azcárate J.; González C. O. 2011. Pisos de vegetación de la sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botánica Mexicana.* 94: 91-123.
- Herbel C. H.; Gibbens R. P. 1996. Post-drought vegetation dynamics on arid rangelands in southern New Mexico. *New Mexico Agricultural Experiment Station Bulletin 776.* Las Cruces, New Mexico. USA. 102 p.
- Holechek J. L.; Pieper R. D.; Herbel C. H. 2011. Range management, principles and practices. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 444 p.
- INEGI. 2001. Cartas físicas temáticas (climatológica, geológica, hidrología superficial, hidrología subterránea, edafológica, y vegetación y uso actual) de San Luis Potosí y Zacatecas. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes. México.
- Jochle W. 1972. Seasonal fluctuations of reproductive functions in Zebu cattle. *Int. J. of Biometeorology.* 16 (2): 131-144.
- Khumalo G.; Holechek J. 2005. Relationships between Chihuahuan Desert perennial grass production and precipitation. *Rangeland Ecol. Manage.* 58: 239–246.

- Luna N. P.; Bailey D. W.; Bailey C. C.; VanLeeuwen D. M.; Enns R. M.; Silver G. A.; deAtley K. L.; Thomas M. G. 2010. Growth characteristics, reproductive performance, and evaluation of their associative relationships in Brangus cattle managed in a Chihuahuan Desert production system. *J. Anim. Sci.* 88: 1891-1904.
- Morrison D. G.; Spitzer J. C.; Perkins J. L. 1999. Influence of prepartum body conditions score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate body condition. *J. Anim. Sci.* 77: 1048-1054.
- Negrete S. L. O.; Aguirre R. J. R.; Pinos R. J. M.; Reyes H. H. 2016. Beneficio de la parcelación de los agostaderos comunales del ejido “El Castañón”, municipio Catorce, San Luis Potosí: 1993-2013. *Agrociencia.* 50(4) 511-532.
- Ruechel, J. 2006. Grass feed cattle. How to produce and market natural beef. Storey. North Adams, Massachusetts. USA. 349 p.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2015. Normales climatológicas por estación. Recuperado el 01 de abril de 2015 de http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75
- Steel R. G. D.; Torrie J. H.; Dickey D. A. 1997. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 3rd ed. Mc Graw-Hill. Boston, Massachusetts. USA. 666 p.
- Tamayo J. L. 2012. Geografía moderna de México. 13^a ed. Trillas. México, D.F. México. 501 p.

Thomas M.; Hawkes J.; Khumalo G.; Holechek J. L. 2007. Brangus cow–calf performance under two stocking levels on Chihuahuan Desert rangeland. *Rangeland Ecol. Manage.* 60: 110–114.

Winder J. A.; Bailey C. C.; Thomas M.; Holechek J. 2000. Breed and stocking rate effects on Chihuahuan Desert cattle production. *J. Range Manage.* 53: 32-38.

Wright I. A.; Rhind S. M.; Whyte T. K. 1992. A note on the effects of pattern of food intake and body condition on the duration of the post-partum anoestrus period and LH profiles in beef cows. *Anim. Prod.* 54: 143-146.

5. CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS AGOSTADEROS DE TRES RANCHOS GANADEROS DEL ALTIPLANO POTOSINO-ZACATECANO DE MÉXICO

5.1 RESUMEN

Se llevaron a cabo mediciones estructurales de la vegetación y del estado actual de la superficie del suelo en 22 levantamientos distribuidos en tres ranchos ganaderos del altiplano potosino-zacatecano, para estimar su condición de agostadero actual. Se identificaron cuatro sitios de agostadero en el rancho Laguna Seca, tres en San José y cuatro en El Porvenir. Se identificó la composición florística de cada sitio de agostadero, y mediante transectos y el método de cuadrantes centrados en un punto, se estimó la densidad y biomasa volumétrica media ponderada de las especies perennes preponderantes en los levantamientos, las cuales se agruparon por forma de vida y valor forrajero. Para evaluar el estado actual de la cobertura del suelo, con líneas de intercepción de Canfield se estimaron las proporciones medias cubiertas con vegetación, mantillo, rocas y heces, así como la correspondiente a suelo desnudo. Las estimaciones de las variables estructurales de vegetación, de la cobertura actual del suelo y de las prácticas de aprovechamiento individual de los sitios estudiados mediante los levantamientos, fueron objeto de análisis multivariable con PC-ORD, a través de los módulos DECORANA para su ordenación y TWINSPAM para su clasificación.

Los diversos sitios de agostadero y condición apreciada visualmente fueron confirmados con los resultados del levantamiento estructural de la vegetación y del estado de la cobertura actual del suelo. Con la ordenación de 13 características de los 11 sitios estudiados realizados se constató que las variables estructurales densidad y biomasa por grupos de especies con diferente valor forrajero, y las de proporción de suelo desnudo y cubierto con vegetación y

mantillo permiten evaluar aproximadamente la condición de este tipo de agostaderos. La clasificación multivariable generó grupos de levantamientos caracterizados por la condición de sus agostaderos, pero sin relación clara con el sitio de agostadero de su ubicación.

Palabras clave: Vacunos en matorrales, sitio y condición de agostadero, carga animal y cobertura del suelo, pastoreo y estructura de la vegetación, análisis multivariable,.

5.2 INTRODUCCIÓN

Más que 50 % de la superficie de la tierra es utilizada para el pastoreo de ganado, es decir, se aprovecha como agostadero (Holechek *et al.*, 2011). Este porcentaje se asemeja al que existe en el estado de San Luis Potosí y en México. Comparar la cobertura natural y el suelo desmontado permite evidenciar de la mejor forma, los cambios ocurridos en la superficie terrestre originados por la acción humana a través del tiempo (Reyes *et al.*, 2006). La condición de la cobertura vegetal indica el nivel en que el ser humano la ha alterado, en tanto que el uso agrícola del suelo desmontado denota diversos patrones de producción llevados a cabo por la humanidad (Contreras *et al.*, 2003; Reyes *et al.*, 2006; Lasanta, 2010). La cobertura vegetal espontánea de los agostaderos o tierras de pastoreo es un recurso natural renovable, el cual, si se aprovecha de manera racional, puede ser productivo y ambientalmente estable por tiempo indefinido. Sin embargo, hay mucha evidencia del abuso de las tierras de pastoreo en el altiplano potosino-zacatecano, y la muerte del ganado que ocurre durante las sequías es al momento la única posibilidad para su recuperación temporal. Derivado de ello, el proceso inconsciente de desertización se ha generalizado, y con ello el potencial de producción orgánica de estas tierras se ha reducido de manera gradual e irreversible (INE, 1994). Existen evidencias históricas y presentes que demuestran que el pastoreo sin control de la carga animal

destruye el suelo y la vegetación, reduce el agua disponible y acaba con la fauna silvestre; sin embargo, también se tienen los resultados de otros estudios de largo plazo que señalan que el pastoreo controlado, basado en prácticas aprobadas de aprovechamiento, conservan y en muchos casos mejoran esos mismos recursos (Holechek, 1991).

Para el llevar a cabo el aprovechamiento de los agostaderos con fundamento ecológico, esto es, hacer uso de manera racional y persistente de la vegetación espontánea mediante ganado, aún se requiere utilizar los conceptos de potencial de sitio, condición y tendencia desarrollados durante la primera mitad del siglo pasado (Bolaños y Aguirre, 2000). Un sitio de agostadero se distingue por alcanzar un potencial limitado para producción animal sostenida, el cual es resultado de la combinación de factores bióticos y abióticos del ambiente, los que determinan la producción primaria. En cada sitio de agostadero se pueden señalar diferencias en el estado de la vegetación y de la superficie del suelo resultantes del complejo de efectos causados por el ganado; a este conjunto de estadios sucesionales que provocan cada patrón de pastoreo se le conoce como condición del agostadero, y cada clase de condición reconocida suele clasificarse en relación con lo que sería el óptimo para el sitio; por su parte, la tendencia o dirección de la condición puede ser, como la sucesión, progresiva, regresiva, estable o desviada (Bolaños y Aguirre, 2000; Anónimo, 2013).

El concepto clásico de condición establecido por Dyksterhuis (1949) se refiere al estado actual de la comunidad vegetal con respecto a la vegetación clímax característica de cada sitio. Sin embargo, Humphrey (1949) equiparó la condición del agostadero con la producción actual de forraje, en comparación con la máxima que ese sitio de agostadero suele producir, método conocido como del potencial del sitio de agostadero. Así, cada clase de condición reconocida

suele clasificarse en relación con la óptima para el sitio (Bolaños y Aguirre, 2000). La condición de un agostadero, suele clasificarse como: pobre, regular, buena o excelente (Dyksterhuis, 1949; Loring y Workman, 1987; Holechek *et al.*, 1989; Holechek *et al.*, 2011).

La evaluación de la condición es una forma apropiada de conocer el patrón de aprovechamiento al que han estado sometidos los agostaderos de un sitio dado; para ello, las especies presentes generalmente se agrupan en deseables, menos deseables o indeseables Valentine (1990) y Bolaños y Aguirre (2000). De acuerdo con Parker (1954), las poblaciones de plantas deseables o decrecientes, tienen el mayor valor forrajero, predominan en las condiciones mejores o con menor degradación y optimizan la infiltración de la lluvia y la estabilidad del suelo. Respecto al grupo de especies menos deseables del agostadero, su lugar en la sucesión es incierto, pues la abundancia de algunas puede disminuir, aumentar o permanecer sin cambio; sin embargo, en general tienden a aumentar y a reemplazar a las especies deseables cuando la condición de un sitio de agostadero se deteriora, pero también pueden aumentar en agostaderos de condición pobre con tendencia a mejorar (Parker 1954). Por su parte, las especies indeseables o crecientes son dañinas o con poco o nulo valor forrajero, escasa capacidad para retener la escorrentía y el suelo, y con alta capacidad para reemplazar a las especies deseables y menos deseables, debilitadas o destruidas por el sobrepastoreo prolongado (Parker 1954). Así, Holechek *et al.* (1989; 2011) confirman que las distintas clasificaciones del estado de salud o condición de los agostaderos están basadas en la cuantificación de características estructurales de la cobertura vegetal, de la abundancia de mantillo y de la estabilidad del suelo; esto es, en combinaciones de atributos de la vegetación y de la superficie del suelo.

Aunque las cargas animales medias actuales en los agostaderos de la mayoría de los ranchos de propiedad privada pueden considerarse relativamente pesadas, también persisten ganaderos con cargas moderadas, quienes obtienen resultados relevantes y estables en sus indicadores de reproducción y producción de sus hatos. En algunos de estos ranchos se aprecian diferencias visuales desde sutiles a muy marcadas, en la estructura de la vegetación y en el estado de la superficie actual del suelo, al compararlos con la mayoría de los ranchos de la región, pero particularmente con los ejidos colindantes, con agostaderos comunales sin restricción de la carga animal (Lara *et al.*, En prensa; Negrete *et al.*, 2016).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue reconocer y caracterizar algunos sitios de agostadero y su condición actual en tres ranchos ganaderos sobresalientes del altiplano potosino-zacatecano, como referentes al respecto. La hipótesis postulada es que con prácticas de manejo elementales se puede evitar el deterioro severo y generalizado de los agostaderos privados y sociales, y mantener o incrementar los niveles de reproducción y producción de los hatos de bovinos para carne en el altiplano potosino-zacatecano. Para alcanzar el objetivo se realizaron muestreos de vegetación y de la superficie del suelo de 22 potreros o divisiones distribuidos en los sitios de agostadero de los ranchos y se recabó la información correspondiente sobre sus hatos y prácticas de aprovechamiento.

5.3 MATERIALES Y MÉTODOS

5.3.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza en el altiplano potosino zacatecano situado en la porción sur del Desierto Chihuahuense (DCH) (Giménez y González, 2011). Se analizaron tres ranchos de propiedad privada (Figura 5.1):

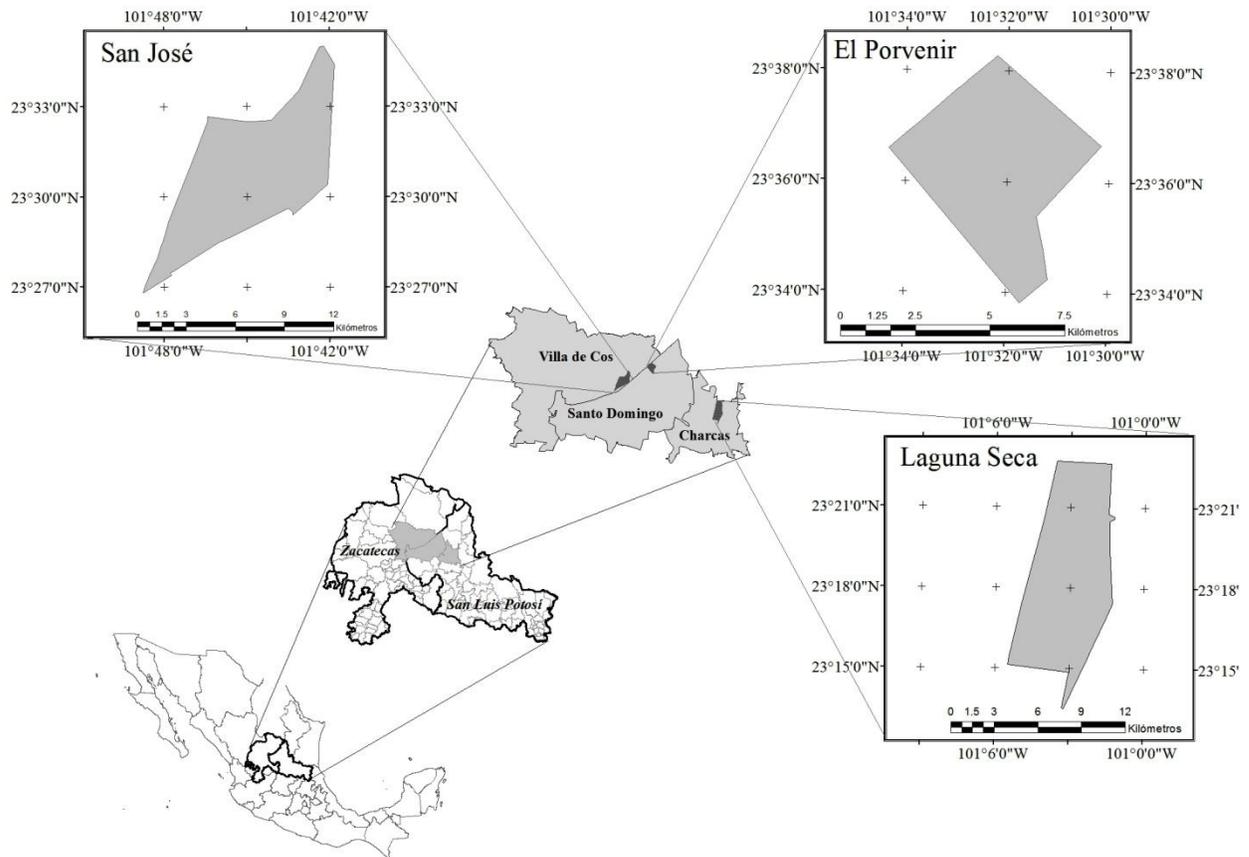


Fig. 5.1 Localización geográfica de los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).

a) LS, en el municipio de Charcas, San Luis Potosí, México, con una superficie de 8,000 ha y está dedicado principalmente a la cría de ganado Beefmaster; sus coordenadas extremas son $23^{\circ} 13' 27.326''$ a $23^{\circ} 22' 46.046''$ N, y $101^{\circ} 1' 6.494''$ a $101^{\circ} 5' 27.608''$ O, con altitud media

de 2,030 m (INEGI, 2001). b) SJ, ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, México, tiene una superficie de 6,500 ha, con cría de ganado de diversas razas europeas (Charolais, Angus, Limousin, Simmental, Hereford); se localiza entre los 23° 26' 48.396" y 23° 35' 1.528" N, y entre 101° 41' 40.926" y 101° 48' 55.610" O con altitud media de 2,038 m (INEGI, 2001). c) EP se encuentra en el municipio de Santo Domingo, San Luis Potosí, México; tiene 3,000 ha de extensión y también se dedica a la cría de ganado Beefmaster; se ubica entre las coordenadas 23° 33' 46.427" y 23° 38' 18.624" N, y entre 101° 30' 5.339" y 101° 34' 21.587" O, con altitud media de 2,137 m (INEGI, 2001). Las tres unidades de producción se encuentran en la región geomorfológica denominada Altiplanicie Septentrional (Tamayo, 2012). El sustrato geológico en SJ y EP es de origen cuaternario; por su parte, en LS el sustrato es sedimentario de lutita-arenisca del triásico, con afloramientos de roca ígnea extrusiva ácida de origen terciario. De acuerdo con su drenaje superficial, los tres ranchos se ubican en la región hidrológica "El Salado", y su hidrología subterránea presenta unidades de permeabilidad media, compuestas de material no consolidado; además, en LS se presentan unidades de permeabilidad baja-media de material consolidado (INEGI, 2001).

El suelo dominante en SJ y EP es xerosol cálcico, y el secundario es háplico, de estructura media, en fase petrocálcica; en LS domina el xerosol cálcico pero el secundario es gypsic, de estructura media en fase gravosa; además, en este rancho también hay áreas con rendzina, litosol y regosol calcárico, de estructura media en fase lítica (INEGI, 2001).

De acuerdo con la carta de climas del INEGI (2001), el clima correspondiente a LS es BS₀kw(x'); esto es, seco templado con temperatura media anual entre 12 y 18.0 °C y temperatura media del mes más frío entre -3 y 18° C; lluvias de verano, con porcentaje de

precipitación invernal mayor que 10.2 y verano cálido, extremoso. Por su parte, en SJ y EP el clima es BS_{0kw} , esto es, que presenta menor porcentaje de precipitación invernal (entre 5 y 10.2) que el anterior.

En la Figura 5.2 se presentan los diagramas climáticos de los tres ranchos del estudio, basados en los registros medios ponderados por años de observaciones, de las dos estaciones meteorológicas más próximas a cada rancho. Para LS correspondieron las estaciones Laguna Seca con 38 años de registros y Charcas con 73; para EP, La Victoria con 38 y Sierra Hermosa con 53 años; y para SJ, Santo Domingo con 53 y Sierra Hermosa también con 53 años de registros. En general el período seco del año en los tres ranchos es aproximadamente de siete meses; LS tiene la mayor precipitación en los meses de junio y septiembre; en cambio, la mayor precipitación histórica en el rancho SJ es constante entre junio y septiembre; y en EP, la mayor precipitación histórica ponderada se presenta en julio y septiembre; sin embargo, en EP se registra la menor precipitación histórica ponderada.

Los tipos de vegetación presentes en SJ y EP son principalmente Matorral Desértico Micrófilo y, en menor proporción Matorral Desértico Rosetófilo; en LS, además hay áreas con Matorral Crasicaule (INEGI, 2001), por la presencia de afloramientos ígneos.

Los agostaderos de los tres ranchos en estudio presentan condición posiblemente de regular a buena, cuentan con obras básicas para su aprovechamiento y realizan algunas prácticas sobre reproducción. Así, en SJ y EP tienen un periodo de monta controlado de 90 días, entre junio y agosto, mientras que en LS dicho periodo llega a ser hasta de siete meses; en SJ y LS con una parte del hato se practica inseminación artificial. Asimismo, en los tres ranchos actualmente se proporcionan piensos comerciales, principalmente en la época seca del año, lo que les permite

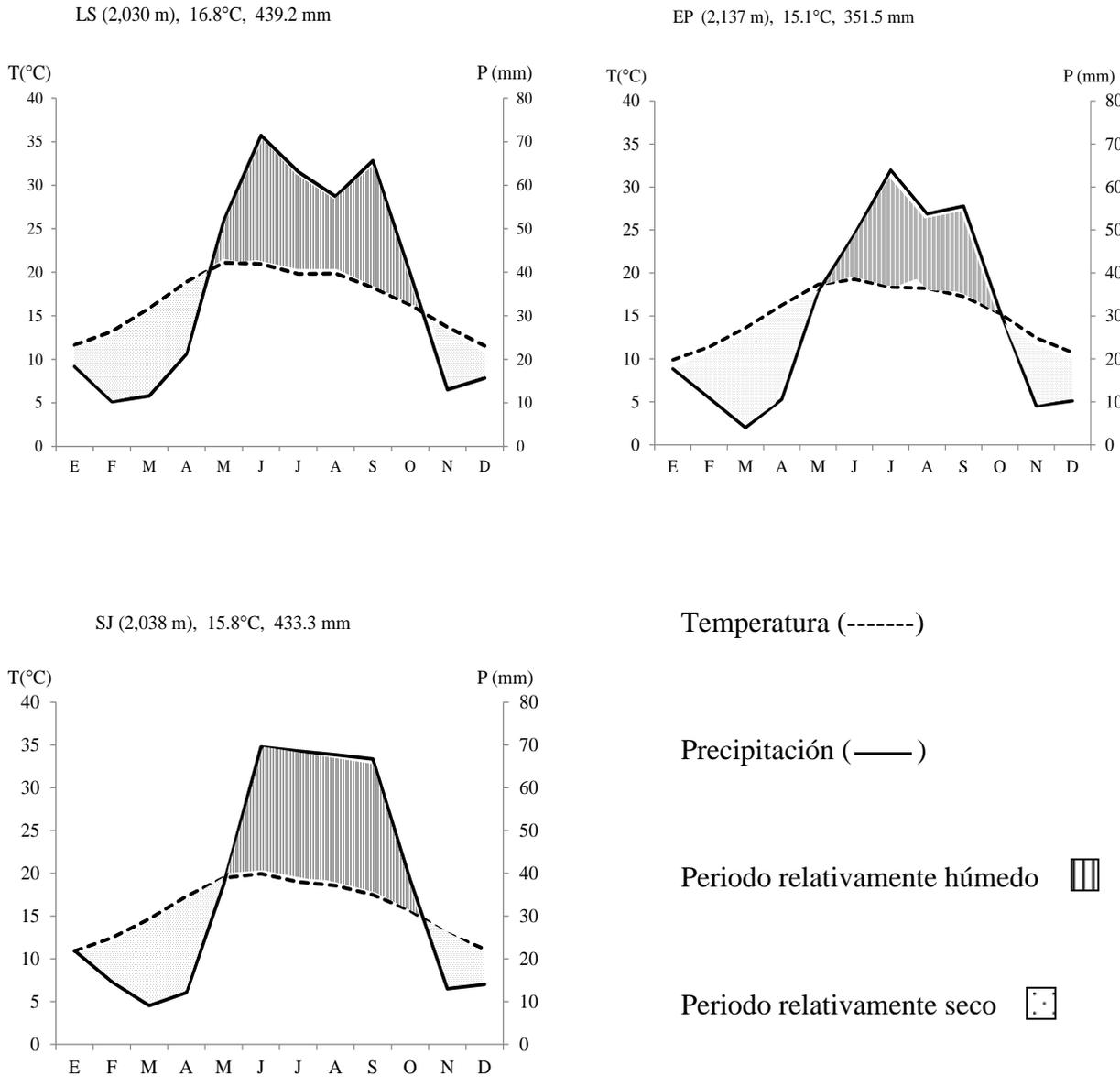


Fig. 5.2 Diagramas climáticos para los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).

alcanzar niveles regionalmente sobresalientes de reproducción y producción de becerros al destete, ya que de acuerdo con el Presidente de la Unión Ganadera Regional en San Luis Potosí, el promedio aproximado de partos en los ranchos en esta zona es de sólo 35 %.

5.3.2 Coberturas del terreno y delimitación de sitios de agostadero

Con base en imágenes de satélite LANDSAT de febrero de 2013, se realizaron procesos de clasificación no supervisada en ARC GIS[®] v. 2010 con cinco clases de cobertura, para cada uno de los tres ranchos, para identificar y ubicar los tipos de vegetación fisonómicos (Apéndices 5.2, 5.3 y 5.4). Luego de reconocerse en el campo, dos de las clases de cobertura de cada rancho se descartaron porque una correspondió al matorral desértico rosetófilo, ubicado principalmente en zonas cerriles inaccesibles para el ganado bovino y la restante por corresponder a las áreas con suelo desnudo, como caminos o parcelas de cultivo. En Laguna Seca se consideraron como sitios de agostadero al ecotono entre el Matorral Desértico Micrófilo y el Matorral Desértico Rosetófilo (*MDM-MDR*), al Matorral Desértico Micrófilo con predominio de *Bouteloua gracilis* (*MDMBG*), o con *Sporobolus airoides* (*MDMSA*) y al Matorral Crasicaule (*MC*). En San José, se registró también como sitio al ecotono entre Matorral Desértico Micrófilo y matorral Desértico Rosetófilo (*MDM-MDR*), al Matorral Desértico Micrófilo con predominio de *Bouteloua gracilis* (*MDMBG*) y con *Sporobolus airoides* (*MDMSA*). En El Porvenir, también se identificaron áreas con ecotono entre Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Desértico Micrófilo con predominio de *Bouteloua gracilis* (*MDMBG*), otro con *Sporobolus airoides* (*MDMSA*) y otro más con predominio de *Muhlenbergia villiflora* (*MDMMV*).

En cada uno de los sitios de agostadero de cada rancho se recolectó exhaustivamente la flora perenne, ya que las herbáceas anuales son poco útiles para evaluar la condición del agostadero, pues sólo llegan a estar presentes durante periodos muy cortos y su aporte de forraje es muy pobre. Los especímenes recolectados fueron identificados y depositados en el Herbario Isidro Palacios (SLPM) del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP.

5.3.3 Mediciones estructurales de la vegetación

Con base en recorridos de campo, cartas temáticas y los respectivos planos basados en la clasificación de coberturas no supervisada, se ubicaron las localidades de muestreo de cada sitio de agostadero reconocido en cada rancho. En San José se realizaron 11 levantamientos en tres sitios; en El Porvenir fueron cinco levantamientos en cuatro sitios; mientras que en Laguna Seca, se realizaron seis levantamientos en potreros de cuatro sitios de vegetación (Apéndices 5.2, 5.3 y 5.4). Así, mediante el uso de transectos con la técnica desarrollada por Cottam y Curtis (1956) y las adecuaciones aplicadas por Aldrete y Aguirre (1982) para vegetación multiestratificada y valores absolutos, se llevó a cabo la determinación de densidad y biomasa volumétrica instantánea exclusivamente de las plantas perennes. Los levantamientos en cada sitio comprendieron dos transectos, los cuales consistieron en un cordel de nylon de 100 m de largo, tensado con estacas de acero, con marcas en cada metro, así como cada cinco y 25 m para hacer más práctico el levantamiento. Siempre se ubicaron por lo menos a 50 m separados de cualquier cerco, y en la parte más representativa de la vegetación de cada potrero, en sentido perpendicular a la pendiente; se georrefirieron los puntos de inicio y final de cada transecto y enseguida, a cada 20 m se instaló de manera perpendicular otro cordel de 10 m también con marcas cada m, para conformar los cuadrantes.

Previo a iniciar con las mediciones se recorrió todo el transecto y se elaboró una lista con las especies de plantas perennes más representativas, de acuerdo a cuatro estratos reconocidos: herbáceo, arbustivo inferior, arbustivo superior y eminencias. También se anotaron todas las especies perennes presentes en el potrero, para contar con la lista botánica completa. De acuerdo con Cottam y Curtis (1956), en cada cuadrante se midió la distancia del punto al pie de la planta más cercana de cada estrato, y se anotó además su especie, diámetro basal, diámetro superior y su altura; primero se midieron los individuos del estrato herbáceo por ser el más denso y el más susceptible a sufrir daños por pisoteo, y luego se procedió con los demás estratos hasta concluir con cada punto; en las plantas amacolladas o agrupadas en colonias, la distancia desde el punto se midió hasta el centro de las mismas, y para las plantas con fuste, se midió hasta el centro de su periferia. En el caso de los izotes, mezquites y huizaches muy grandes, la altura se determinó con un clisímetro. Si al terminar el levantamiento del transecto de 100 m, para una o más de las especies más importantes se tenían menos que 10-12 registros, el transecto se extendía o se establecía otro en paralelo para ampliar el número de puntos hasta contar con los registros requeridos y dar por concluido el muestreo. Las especies de plantas que se registraron con el muestreo fueron clasificadas según su valor forrajero y su reacción sucesional al pastoreo, como deseables, menos deseables e indeseables, de acuerdo con Valentine (1990) y Bolaños y Aguirre (2000).

Para calcular la densidad de cada especie se utilizó el recíproco del cuadrado de la distancia media de dicha especie, (área media de la especie), de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$Densidad\ de\ la\ especie\ i = \frac{unidad\ de\ área}{distancia\ media^2\ de\ la\ especie\ i}$$

donde el término unidad de área es la superficie de referencia para la densidad, en las mismas unidades que el área media de las especies.

Para la estimación de la biomasa volumétrica instantánea de cada individuo se utilizó la fórmula del cono truncado invertido:

$$V = 1/3\pi h (R^2 + r^2 + Rr)$$

Donde:

$\pi = 3.1416$

h=altura o distancia entre los dos radios

R= radio de la copa

r= radio basal

5.3.4 Estado de la superficie del suelo

Para estimar el estado de la superficie del suelo en cada levantamiento, se utilizaron cinco líneas Canfield de intercepción (Canfield, 1941) de 5 m de longitud, instaladas de forma paralela y alterna al transecto principal, las cuales también fueron georreferidas en su inicio y final; sobre lo largo de estas líneas se midieron las porciones de suelo desnudo, con vegetación, mantillo, piedras o heces. Los valores medios de dichos componentes expresados en centímetros (cm), fueron resumidos y arreglados en forma tabular.

5.3.5 Información general sobre los ranchos estudiados

Entre diciembre de 2013 y enero de 2014, se recopilaron con los propietarios de los tres ranchos, datos respecto a la carga animal histórica y tasa de partos; asimismo, durante julio y

agosto de 2015 se cotejó directamente en el campo la infraestructura de cada rancho, y con un GPS (Garmin 62) se georrefirieron los vértices de cada potrero, su número, superficie y el área media, y la ubicación de agujajes, y el área media por agujaje; además, de la página electrónica del Servicio Meteorológico Nacional se recopiló la información correspondiente a la precipitación (mm) y temperatura media anual (°C), temperatura mínima histórica diaria (°C), temperatura máxima histórica diaria (°C) y temperatura máxima histórica mensual (°C) de la estación más cercana a cada rancho.

5.3.6 Análisis multivariable de los datos de vegetación y superficie del suelo

Con los resultados obtenidos de los estudios estructurales de vegetación y cobertura actual del suelo, se conformó una matriz con los 11 levantamientos (hileras) de los sitios estudiados en los tres ranchos y 13 variables (columnas), la cual se procesó con los programas de análisis multivariados PC-ORD v. 6 (McCune and Mefford, 2011), específicamente con el módulo DECORANA para su ordenación y el TWINSPAM para su clasificación.

5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4.1 Caracterización de la vegetación

Entre agosto y septiembre de 2014 se evaluó la densidad y biomasa volumétrica instantánea de la vegetación perenne de seis potreros en Laguna Seca con un total de 112 puntos de muestreo; 11 potreros en San José con 120 puntos de muestreo, y cinco potreros en El Porvenir con 108 puntos de muestreo, para un total combinado de 340 puntos de muestreo, 1,360 cuadrantes y 3,996 individuos de especies de plantas medidos. Durante todo el estudio,

se identificaron y midieron en los potreros, 12 especies perennes en LS, 16 en SJ, y 12 en EP, (Cuadro 5.1). Además, se observaron otras 36 especies perennes en LS, 25 en SJ y 28 en EP,

Cuadro 5.1 Especies perennes registradas con el muestro en los potreros estudiados de los ranchos Laguna Seca (1), San José (2) y El Porvenir (3).

Especie	Forma de vida			Emi- nencia	VF †	Ran- cho
	Herbá- cea	Arbustiva inferior	Arbustiva superior			
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.				x	2	1, 2
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm.			x		2	1
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	x				1	1
<i>Bouteloua gracilis</i> (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths	x				1	1, 2, 3
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth		x			1	1
<i>Celtis pallida</i> Torrey			x		3	1
<i>Condalia mexicana</i> Schltdl.			x		3	2
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth			x		3	2
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		x			1	1
<i>Dasyochloa pulchella</i> (Kunth) Willd. ex Rydb.	x				2	2, 3
<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka	x				1	3
<i>Flourensia cernua</i> DC.			x		3	3
<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Cov.			x		3	1, 2, 3
<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	x				2	1
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth			x		3	2
<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitchc.	x				1	3
<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch			x		2	1, 2, 3
<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber		x			2	1, 2, 3
<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray		x			1	2, 3
<i>Parthenium incanum</i> Kunth		x			1	3
<i>Sporobolus airoides</i> (Torrey) Torrey	x				1	1, 2, 3
<i>Yucca filifera</i> Chabaud				x	2	2, 3

† Valor forrajero: 1=Deseable; 2=Menos deseable; 3=Indeseable.

pero fuera de las muestras (Anexo 5.2), para conjuntar una lista florística total de 48 especies perennes en LS, 41 en SJ y 40 en EP. Estas cifras son superiores en 26.3 %, 7.9% y 5.3 %, respectivamente a las 38 especies registradas por Pinos *et al.* (2013) en un estudio realizado en la localidad San José de La Peña, del ejido Zaragoza de Solís en Villa de Guadalupe, San Luis Potosí, en terrenos comunales aprovechados principalmente por productores de ganado caprino.

5.4.2 Diferencias en el aprovechamiento de los ranchos LS, SJ y EP

En el Cuadro 5.2 se aprecian algunas diferencias en el patrón de aprovechamiento de los agostaderos de los tres ranchos estudiados, las cuales contribuyen a explicar las diferencias encontradas en la condición sus agostaderos. La carga animal en SJ y EP alcanza niveles de sobrecarga (200 % y 28% respectivamente), cifras superior en 42 % y similar a la registrada

Cuadro 5.2 Atributos del aprovechamiento individual de los ranchos LS, SJ y EP.

Rancho	Atributo						
	Superficie (ha)		Número de potreros	Tamaño promedio de potreros* (ha)	Área media por aguaje* (ha)	Carga animal total** (UA)	Carga animal (UA ha ⁻¹)
	total	útil					
LS	8,000	6,728	27	249.2	258.1	196.3	0.029
SJ	6,500	5,300	8	662.5	311.8	562.6	0.106
EP	3,000	2,505	5	501.0	501.0	182.1	0.072

* Cálculos contra la superficie útil.

** Carga media de los últimos 8 a 10 años.

por Negrete *et. al.* en el ejido El Castañón (2016). Por su parte, la carga media de LS sí queda por debajo de la recomendada por COTECOCA (1974) para agostaderos correspondientes a Matorral Inerme Parvifolio en la región del altiplano potosino.

5.4.3 Diferencias estructurales entre sitios debidas al patrón de aprovechamiento entre potreros con sitio similar

Con base en la fisonomía de la vegetación, en los levantamientos de los tres ranchos se reconocieron tres sitios de agostadero similares, correspondientes al *MDM-MDR*, *MDMBG* y *MDMSA*, en tanto que en LS también se registró *MC*, y en EP *MDMMV* (Cuadros 5.3, 5.4 y 5.5). Al comparar las proporciones de la densidad y biomasa volumétrica instantánea para sitios similares en cada rancho se encontró que los porcentajes de densidad más altos de especies deseables en el *MDM-MDR* y en el *MDMBG* correspondieron a LS (99.3 y 98.0 %), mientras que para el *MDMSA* el porcentaje más alto de este grupo de especies se registró en EP (86.0 %); por su parte, las mayores proporciones de biomasa volumétrica de especies deseables se registraron en el *MDM-MDR* y el *MDMSA* de EP (89.5 % y 83.1 %), en el sitio *MDMBG* de LS (73.5 %). En el sitio *MDM-MDR* presentó diferencias entre ranchos en la composición del grupo de deseables; así, la principal especie deseable en EP fue *Parthenium argentatum*, en SJ, *Bouteloua gracilis* y en LS, *Bouteloua curtipendula*. En cambio en el sitio *MDMSA* correspondió a *Sporobolus airoides* fue la especie deseable principal en los tres ranchos, al igual que *Bouteloua gracilis* lo fue en el *MDMBG*. En los tres ranchos, la densidad de especies deseables fue mayor que la calculada por Lara *et al.* (En prensa) en otro potrero del rancho LS y en el ejido Francisco I. Madero, pero su estimación de la proporción de biomasa (15.0 %) del grupo de especies deseables, fue mayor que la estimada en el *MDM-*

MDR de SJ (6.2 %) y en el MDMBG de EP (11.1 %). Las diferencias reconocidas visualmente en la estructura de la cobertura vegetal entre los levantamientos del mismo sitio

Cuadro 5.3. Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha⁻¹, %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m³ ha⁻¹, %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho Laguna Seca.

Sitio Valor forrajero	Densidad		Biomasa	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
<i>MDM-MDR</i>				
<i>Deseables</i>	456,980.4	99.3	1,979.4	26.7
<i>Menos deseables</i>	2,415.5	0.5	4,781.9	64.5
<i>Indeseables</i>	970.9	0.2	657.5	8.9
Total	460,366.9	100.0	7,419.0	100.0
<i>MDMBG</i>				
<i>Deseables</i>	160,858.1	98.0	7,320.4	73.5
<i>Menos deseables</i>	1,517.7	0.9	1,037.9	10.4
<i>Indeseables</i>	1,737.2	1.1	1,602.3	16.1
Total	164,113.2	100.0	9,960.7	100.0
<i>MDMSA</i>				
<i>Deseables</i>	4,042.6	83.3	2,057.2	34.5
<i>Menos deseables</i>	813.0	16.7	3,910.0	65.5
<i>Indeseables</i>	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	4,855.7	100.0	5,967.3	100.0
<i>MC</i>				
<i>Deseables</i>	740,740.7	99.9	3,482.3	75.1
<i>Menos deseables</i>	745.0	0.1	1,154.6	24.9
<i>Indeseables</i>	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	741,485.8	100.0	4,636.9	100.0

Cuadro 5.4. Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha⁻¹, %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m³ ha⁻¹, %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho San José.

Sitio Valor forrajero	Densidad		Biomasa	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
<i>MDM-MDR</i>				
<i>Deseables</i>	13,276.1	31.3	197.8	6.2
<i>Menos deseables</i>	25,355.1	59.8	1,964.2	61.6
<i>Indeseables</i>	3,756.2	8.9	1,027.2	32.2
Total	42,387.4	100.0	3,189.3	100.0
<i>MDMBG</i>				
<i>Deseables</i>	31,823.3	46.2	1,479.8	34.6
<i>Menos deseables</i>	35,505.9	51.5	1,838.0	43.0
<i>Indeseables</i>	1,584.9	2.3	953.4	22.3
Total	68,914.2	100.0	4,271.4	100.0
<i>MDMSA</i>				
<i>Deseables</i>	35,068.7	28.7	2,404.9	59.9
<i>Menos deseables</i>	86,025.0	70.4	708.0	17.6
<i>Indeseables</i>	1,147.3	0.9	903.9	22.5
Total	122,241.1	100.00	4,017.0	100.0

en los tres ranchos (diferencias debidas al decremento de la condición), fueron confirmadas plenamente por la tendencia consistentemente decreciente de los valores totales de densidad y de biomasa (Cuadros 5.3, 5.4 y 5.5) para los levantamientos realizados en los tres ranchos. Así, de manera general y con base en estos resultados, la mejor condición actual de los agostaderos correspondió al rancho LS, seguido de EP y finalmente SJ.

Cuadro 5.5. Efecto del sitio sobre la densidad (individuos ha⁻¹, %) y la biomasa volumétrica media ponderada (m³ ha⁻¹, %) de las especies agrupadas según su valor forrajero en agostaderos del rancho El Porvenir.

Sitio Valor forrajero	Densidad		Biomasa	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
<i>MDM-MDR</i>				
Deseables	25,427.9	61.2	1,600.1	89.5
Menos deseables	15,581.5	37.5	6.52	0.4
Indeseables	518.1	1.2	180.4	10.1
Total	41,527.6	100.0	1,787.1	100.0
<i>MDMBG</i>				
Deseables	36,721.0	92.6	320.4	11.1
Menos deseables	0.0	0	0.0	0
Indeseables	2,903.4	7.3	2,541.6	88.8
Total	39,624.4	100.0	2,862.0	100.0
<i>MDMSA</i>				
Deseables	313,095.4	86.0	30,741.6	83.1
Menos deseables	43,163.8	11.9	3,362.7	9.1
Indeseables	7,776.1	2.1	2,899.6	7.8
Total	364,035.3	100.0	37,003.9	100.0
<i>MDMMV</i>				
Deseables	35,424.4	78.2	359.4	17.7
Menos deseables	0.0	0.0	0.0	0.0
Indeseables	9,888.2	21.8	1,675.4	82.3
Total	45,312.6	100.0	2,034.8	100.0

5.4.4 Diferencias en el estado de la superficie del suelo entre sitios

los cuatro sitios estudiados en EP tienen las proporciones más altas de suelo desnudo, y por consiguiente las menores proporciones de suelo ocupado por plantas vivas (Cuadro 5.6). En

Cuadro 5.6 Efecto del sitio sobre la cobertura media superficial del suelo (cm, %) (n=cinco líneas Canfield de 500 cm por sitio).

Rancho	Cobertura									
	<i>Suelo desnudo</i>		<i>Mantillo</i>		<i>Vegetación</i>		<i>Piedras</i>		<i>Heces</i>	
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
<i>Laguna Seca</i>										
<i>MDM-MDR</i>	92.8	18.6	27.7	5.5	324.3	64.9	33.3	6.7	21.8	4.4
<i>MDMBG</i>	174.2	34.8	55.8	11.2	261.7	52.3	0.0	0.0	8.3	1.7
<i>MDMSA</i>	100.0	20.0	26.7	5.3	336.7	67.3	0	0.0	36.7	7.3
<i>MC</i>	45.0	9.0	21.7	4.3	420.0	84.0	0.0	0.0	13.3	2.7
\bar{X}	103.0	20.6	31.3	6.6	335.7	67.1	8.3	1.7	20.0	4.0
<i>San José</i>										
<i>MDM-MDR</i>	285.3	57.1	46.3	9.3	122.3	24.5	40.0	8.0	6.0	1.2
<i>MDMBG</i>	259.6	51.9	40.7	8.1	191.9	38.4	0.6	0.1	7.2	1.4
<i>MDMSA</i>	292.1	58.4	66.4	13.3	141.4	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0
\bar{X}	279.0	55.8	51.1	10.2	151.9	30.4	13.5	2.7	4.4	0.9
<i>El Porvenir</i>										
<i>MDM-MDR</i>	366.0	73.2	38.3	7.7	92.3	18.5	3.3	0.7	0.0	0.0
<i>MDMBG</i>	360.3	72.1	27.3	5.5	102.3	20.5	10.0	2.0	0.0	0.0
<i>MDMSA</i>	326.3	65.3	23.3	4.7	139.0	27.8	0.0	0.0	11.3	2.3
<i>MDMMV</i>	230.0	46.0	82.7	16.5	173.0	34.6	14.3	2.9	0.0	0.0
\bar{X}	320.7	64.1	42.9	8.6	126.7	25.4	6.9	1.4	2.8	0.6

cuanto a suelo desnudo, dichas proporciones en EP son incluso más altas que las registradas (desde 13.2% hasta 64.2%) por Lara *et al.* (En prensa) en todos los levantamientos en su estudio ya mencionado, el cual incluyó agostaderos ejidales de uso común sin control de la carga. Esto confirma que la condición de los agostaderos depende más del aprovechamiento individual al que están sometidos que del tipo de tenencia de la tierra. Las proporciones de suelo desnudo de SJ (superiores a 50% en sus tres sitios reconocidos) también indican abuso del agostadero y tendencia a deterioro. En cambio, LS resultó tener las menores proporciones de suelo desnudo, aunque en este rancho se suplementa a las vacas durante todo el año y es posible que el mejor estado de sus agostaderos y sus indicadores de reproducción y producción cuesten más y pueden ser similares a lo que se conseguiría con sólo disminuir la carga animal y mejorar la reproducción. El promedio de suelo desnudo de los levantamientos realizados en LS en nuestro estudio (20.6 %), es similar a lo registrado por Lara *et al.* (En prensa) en otro potrero del mismo rancho (23 %). Por otra parte, cabe resaltar, que la suma de las proporciones de cobertura con mantillo y vegetación del rancho LS calculadas en la presente investigación (73.7 %) son similares a lo registrado (65.1 %) por Lara *et al.* (En prensa) en el mismo rancho, mientras que las correspondientes a SJ y EP (40.6 % y 34 %) son significativamente menores, lo que parece confirmar el grado mayor de deterioro existente en estos ranchos.

5.4.5 Ordenación multivariable de los atributos evaluados en los sitios

(McCune and Mefford, 2011), para su proceso multivariable con el método de análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA). La matriz de datos definitiva quedó compuesta por 11 levantamientos o sitios (hileras) por 13 atributos (columnas) (Cuadro 5.7).

Cuadro 5.7 Variables incluidas en el análisis multivariable de los ranchos LS, SJ y EP.

Variable	Acrónimo	Clase de atributo	
		Vegetación	Cobertura actual del suelo
Total de especies por sitio	TOTAESPE	x	
Total de especies perennes registradas por sitio	TOTESPRE	x	
Densidad de especies deseables por sitio	DENSDESE	x	
Densidad de especies menos deseables por sitio	DENSMENO	x	
Densidad de especies indeseables por sitio	DENSINDE	x	
Biomasa de especies deseables por sitio	BIOMDESE	x	
Biomasa de menos deseables por sitio	BIOMMENO	x	
Biomasa de indeseables por sitio	BIOMINDE	x	
Cobertura media de suelo desnudo por sitio	SUELDESN		x
Cobertura media de suelo con mantillo por sitio	SUELMANT		x
Cobertura media de suelo con vegetación por sitio	SUELVEGE		x
Cobertura media de suelo con heces por sitio	SUELHECE		x
Cobertura media de suelo con piedras por sitio	SUELPIED		x

De acuerdo con su valor propio o característico respectivo, sólo los dos primeros ejes de la ordenación recogieron información significativa para su interpretación (Cuadro 5.8). En el Cuadro 5.9 se presentan los coeficientes de correlación de las variables estudiadas con los tres primeros ejes de ordenación. De acuerdo con estos resultados, en el primer eje de la ordenación (Figura 5.3) se puede reconocer un gradiente primario de condición, de buena a regular, al destacar en el extremo izquierdo de la ordenación sólo la densidad del grupo de especies deseables, atributo claramente relacionado con el estado más saludable del agostadero. En el extremo derecho de la ordenación sobresalió la densidad de especies menos

Cuadro 5.8 Parámetros de los tres primeros ejes de la ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).

Eje	Valor Propio	Coefficiente de determinación	Coefficiente de determinación acumulado	Amplitud de los ejes de la ordenación
1	0.4332	0.0340	0.0340	188
2	0.0494	0.0330	0.0670	523
3	0.0075	0.0010	0.0680	378

Cuadro 5.9 Coeficientes de correlación entre las variables incluidas en el análisis multivariable y los tres primeros ejes de ordenación con el análisis de correspondencias sin tendencia (DECORANA).

Variable	Coefficiente de correlación eje		
	1	2	3
Total de especies por sitio	0.2220	0.5710	0.2970
Total de especies perennes registradas por sitio	0.6900	0.2190	-0.2410
Densidad de especies deseables por sitio	-0.6310	-0.0710	-0.0220
Densidad de especies menos deseables por sitio	0.6950	-0.0510	-0.5710
Densidad de especies indeseables por sitio	-0.1440	-0.5170	-0.0340
Biomasa de especies deseables por sitio	-0.2290	0.0630	0.0420
Biomasa de menos deseables por sitio	-0.0820	0.5760	0.4220
Biomasa de indeseables por sitio	-0.2550	-0.4520	-0.1290
Cobertura media de suelo desnudo por sitio	0.4020	-0.3930	-0.4700
Cobertura media de suelo con mantillo por sitio	-0.4560	0.4360	0.4770
Cobertura media de suelo con vegetación por sitio	0.2990	-0.4560	-0.3010
Cobertura media de suelo con heces por sitio	-0.1590	0.8410	0.7780
Cobertura media de suelo con piedras por sitio	0.0550	-0.3010	-0.1700

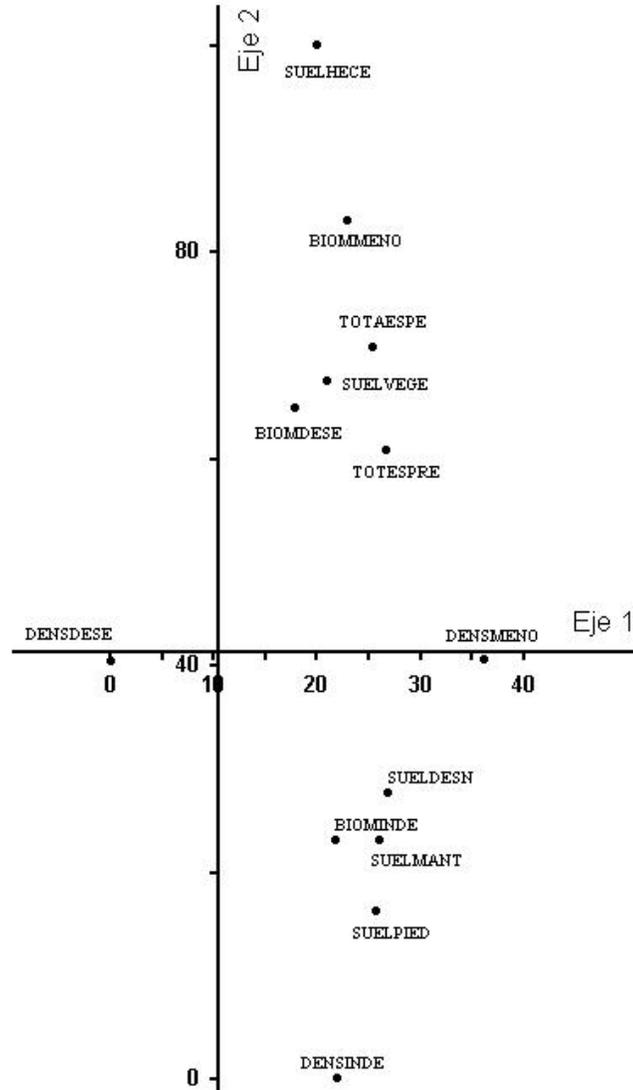


Fig. 5.3 Ordenación bidimensional de las características encontradas en los potreros estudiados de los ranchos “Laguna Seca”, “San José” y “El Porvenir”.

deseables, como síntoma del deterioro en progreso. Por su parte, el eje 2 parece corresponder al gradiente de condición de regular a pobre, pues en su extremo inferior sobresalieron las variables densidad y biomasa de especies indeseables y la cantidad de suelo cubierto por piedras, suelo desnudo y suelo cubierto con mantillo, mientras que en otro extremo del

gradiente (superior) destacaron el suelo cubierto con heces como indicador de mayor disponibilidad de alimento, biomasa de menos deseables y el total de especies.

5.4.6 Clasificación de levantamientos o sitios

La clasificación de los sitios estudiados se resume en la Figura 5.4. Las variables indicadoras o causantes de una dicotomía, que se presentaron con mayor frecuencia en la clasificación fueron la biomasa de especies menos deseables (en el nivel 1 de la clasificación), densidad de especies indeseables (nivel 2) y cantidad de suelo con piedras (nivel 3). En contraste, las variables indicadoras menos frecuentes para la clasificación fueron la biomasa de especies menos deseables y la densidad de especies indeseables.

Los 11 levantamientos o sitios se clasificaron en cuatro grupos compuestos por dos a cuatro de ellos. El primer grupo y un subconjunto formado por los grupos 2 y 3 se generaron en el nivel 2 de clasificación, aunque los grupos 2 y 3 se definieron hasta el nivel 3, y el grupo 4 se segregó desde el nivel 1 (Figura 5.4). Este grupo 4 correspondió a los levantamientos 8, 9 y 11 del rancho EP, cuya condición fue la peor de acuerdo con los resultados estructurales de la vegetación, pues presentaron escasa o nula densidad y biomasa de especies menos deseables, tampoco registraron suelo cubierto con heces, hay menor riqueza florística, pues tienen los números menores de especies totales y de especies registradas. En el nivel 2 se conformó el grupo 1, con los levantamientos 3 y 4 correspondientes al rancho LS, el primero de ellos con *MDMSA* y el segundo con *MC*, los cuales destacaron por carecer de registros de densidad o biomasa de especies indeseables, y de suelo cubierto con piedras. El grupo 2 se integró hasta el nivel 3, con los sitios 2, 6, 7 y 10; el primero de ellos corresponde al sitio *MDMBG* de LS,

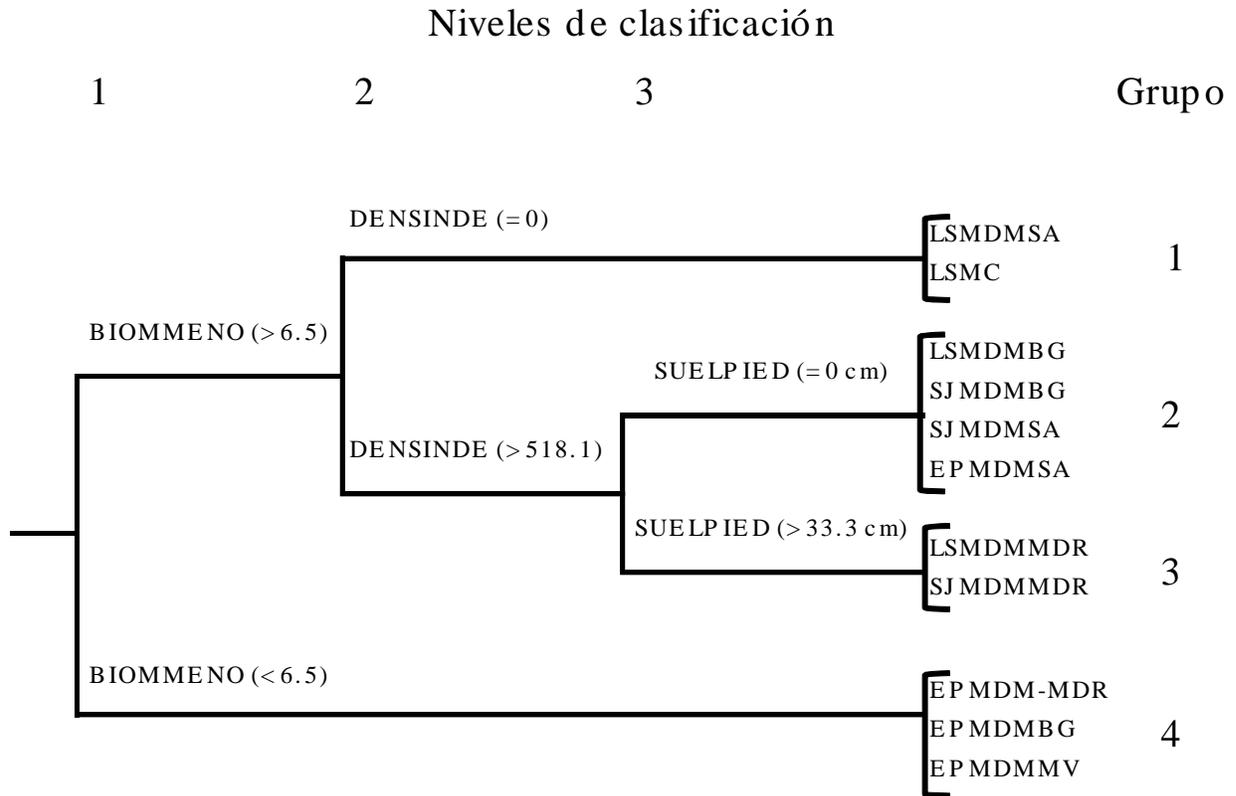


Fig. 5.4 Clasificación de 11 levantamientos estructurales de vegetación y estado de la superficie actual del suelo en sitios de agostadero de los ranchos Laguna Seca, San José y El Porvenir.

el segundo al mismo sitio de SJ, el tercero al sitio *MDMSA* de SJ, y el levantamiento 10 a este último sitio pero de EP. Estos levantamientos presentan como principales características una menor cobertura de suelo con heces, mayor riqueza florística, con más altos números de especies totales y especies registradas y poca o nula superficie de suelo cubierta con piedras. El grupo 3, conformado por los levantamientos 1 y 5 correspondientes al ecotono entre los sitios *MDM-MDR* en LS y SJ, se generó también en el nivel 3; los levantamientos de este grupo se caracterizaron por la mayor cantidad de suelo cubierto con heces, los más altos

números de especies totales y registradas, así como también la mayor cobertura de suelo con rocas, debido probablemente a su ubicación en laderas.

En algunos grupos destacó la condición mejor o peor como tendencia dominante (grupos 1 y 4, respectivamente), y en otros lo determinante fue el tipo de sitio (2 y 3), aunque ambos atributos también se conjuntaron como tendencia en el grupo 2.

5.5 CONCLUSIONES

Los levantamientos estructurales de la vegetación confirmaron la distinción tentativa detectada por la imagen de satélite basada en la fisonomía de la vegetación de cuatro sitios de agostadero en LS y EP, y de tres en SJ. Existen diferencias de condición en los agostaderos de los tres ranchos, originadas por el patrón de aprovechamiento al que son sometidos. La ordenación de los 13 atributos evaluados en los 11 levantamientos en los tres ranchos en estudio permitió discriminar a las variables de la estructura de la vegetación y de la superficie del suelo determinantes de la condición de cada sitio reconocible en los tres ranchos. La clasificación multivariable generó grupos de sitios caracterizados por la conformación estructural de sus agostaderos, y relacionados con la condición y sitio de agostadero respectivo. Los levantamientos por sitio y rancho presentaron diferencias contrastantes en la condición de sus agostaderos y en sus niveles de producción, debidas principalmente a la voluntad de sus propietarios.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jaime Valle Méndez, propietario del rancho LS; a la IAZ María de los Ángeles Vega Calzada, propietaria del rancho SJ; y al MVZ Herminio Gutiérrez Uribe, propietario de EP,

por su excelente disposición para apoyar el trabajo realizado. Al Licenciado en geografía Estardo Camacho Rosales por su ayuda en el trabajo de campo, y la elaboración de los planos de la clasificación no supervisada, los de la identificación de los potreros en estudio, y los de la infraestructura de cada rancho. Al Dr. Rigoberto Castro Rivera, al pasante de IAZ Néstor Godínez Hernández y a José de Jesús Negrete Ruíz por su ayuda en el trabajo de campo. A Don José García curador del herbario del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP, por la identificación de los especímenes recolectados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 230424, otorgada al autor para correspondencia en la realización de sus estudios doctorales.

5.6 LITERATURA CITADA

Anónimo. 2013. Interagency ecological site handbook for rangelands. National System of Public Lands, Forest Service and Department of Agriculture. Washington, D.C. USA. 109 p.

Bolaños M., A. y J. R. Aguirre R. 2000. Evaluación preliminar de los agostaderos forestales del occidente del Estado de México. *Acta Cient. Potos.* 15(2): 74-97.

Canfield, R. H. 1941. Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation. *J. of Forestry*, 39(4):388-394.

COTECOCA (Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero). 1974. Coeficientes de Agostadero de la República Mexicana. Estado de San Luis Potosí, México, D.F. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 158 p.

Cottam, G., and J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological

- sampling. *Ecology*, 37(3):451–460.
- Dyksterhuis, E. J. 1949. Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. *J. Range Manage.* 2:104-115.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 1989. Range management, principles and practices. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. U.S.A. 501 p.
- Holechek, J. L. 1991. Chihuahuan Desert rangeland, livestock grazing and sustainability. *Rangelands*. 13 (3):115-120.
- Holechek, J. L., R. D. Pieper, and C. H. Herbel. 2011. Range management, principles and practices. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA. 444 p.
- Humphrey, R. R. 1949. Field comments on the range condition method of forage survey. *J. Range Manage.* 2: 1-10.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (Región Norte). http://repositorio.ine.gob.mx/ae3/ae_333.736153_c655.pdf (Consulta: julio 2012).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. Cartas físicas temáticas. Temas: geológica, hidrología superficial, hidrología subterránea, edafológica, climas y vegetación y uso actual, San Luis Potosí. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Lara J., P.; Castillo, L., P.; Tristán, P. F. de M.; Rendón H. J. A. y Aguirre, R. J. R. (En prensa). Efectos del sitio y condición de agostadero en la densidad de hormigueros de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr). *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*.
- Lasanta, T. 2010. Pastoreo en áreas de montaña: Estrategias e impactos en el territorio.

- Estudios geográficos. 71: 203-233.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Negrete S., L. O., J. R. Aguirre R., J. M. Pinos R. y H. Reyes H. (En prensa). Beneficio de la parcelación de los agostaderos comunales del ejido “El Castañón”, municipio Catorce, San Luis Potosí: 1993-2013. Agrociencia.
- Parker, K. W. 1954. Application of ecology in the determination of range condition and trend. *J. of Range Manage*, 7(1), 14-21.
- Pinos R., J. M., J. C. García L., J. R. Aguirre R. and H. Reyes H. 2013. Participatory cartography in a traditional goat production system of a smallholder community in northern México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 16:215-222.
- Reyes H., H., M. Aguilar R., J. R. Aguirre R. e I. Trejo. 2006. Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México *Investigaciones Geográficas*, 59:26-42.
- Tamayo J. L. 2012. Geografía moderna de México. 13ª ed. Trillas. México, D.F. México. 501 p.
- Valentine J. F. 1990. Grazing management. Academic. San Diego, California. USA. 517 p.
- Wilson, A. D., and G. J. Tupper. 1982. Concepts and factors applicable to the measurement of range condition. *J. of Range Manage*. 35: 684-689.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

En este trabajo se establece que aunque la mayoría de los agostaderos privados y sociales se encuentran en franco deterioro, existen excepciones en unidades de producción con ambos tipos de tenencia de la tierra, donde las prácticas para su aprovechamiento permiten hacer un uso persistente del agostadero y producción pecuaria aceptable. Así, en el estudio del único ejido que a la fecha ha aprovechado la reforma al artículo 27 constitucional para repartir y titular las áreas de uso común, se registró mejor aprovechamiento del agostadero y mayores beneficios que en otros ejidos. Se tiene un mejor control de los agostaderos, ya que cada ejidatario tiene certeza de la disponibilidad de sus recursos, y en la mayoría de los casos, perciben que la producción y el tamaño de sus hatos se ha ido incrementando desde la parcelación, debido a que la condición de sus potreros ha mejorado.

También, que algunos ejidatarios mantienen poco ganado, por debajo de la capacidad de carga de sus parcelas, para así obtener ingresos al rentarlas, beneficio inexistente para ellos bajo el uso comunal. A la vez, el ejido ha ganado capacidad de gestión ante dependencias de gobierno, lo que les ha permitido resolver las limitantes de agua y otros medios para intensificar la producción. Por sus resultados y beneficios, la parcelación de las áreas de uso común, está despertando el interés en otros ejidos de la región.

Los levantamientos estructurales de la vegetación en Castañón, confirmaron la distinción tentativa de tres sitios de agostadero basada en la imagen de satélite. En dichos sitios, la condición apreciada visualmente fue confirmada con las estimaciones de densidad media ponderada y biomasa volumétrica instantánea, las cuales disminuyeron conforme la condición se deterioró. La misma tendencia se registró en el estado de la cobertura actual del suelo, pues

los porcentajes medios cubiertos por vegetación y mantillo sobresalieron en la mejor condición, y en cambio la proporción de suelo desnudo aumentó con el deterioro de la condición. Con sólo parcelar los agostaderos comunales fue insuficiente para detener y revertir el deterioro en algunas parcelas individuales, pues se han mantenido con carga animal excesiva por decisión de sus dueños respectivos. La ordenación de 17 atributos evaluados en 18 parcelas permitió discriminar a las variables de la estructura de la vegetación y de la superficie del suelo determinantes de las tres clases de condición reconocibles. La clasificación multivariable generó grupos de parcelas caracterizados por la condición similar de sus agostaderos y su eficiencia en producción pecuaria, pero sin relación clara con el sitio de agostadero respectivo. Después de 20 años de la parcelación del ejido, las parcelas individuales presentan diferencias contrastantes en la condición de sus agostaderos y en sus niveles de producción, debidas principalmente a la voluntad de sus propietarios.

A través de la ecuación de regresión basada en los partos registrados cada año y la precipitación registrada en el año inmediato anterior correspondiente, se puede tener una estimación confiable, simple y sin costo de la cantidad de partos esperables en el año en curso, con lo cual se puede fundamentar mejor la toma de decisiones y contar con indicadores de eficiencia de la producción de los ranchos, que sólo requiere integrar la información de la PTAP, en la instancia oficial indicada. Los porcentajes de partos registrados en algunos ranchos fueron superiores a las predicciones, debido probablemente a prácticas recientes que favorecen la reproducción del hato pero que encarecen la producción.

Los levantamientos estructurales de la vegetación de tres ranchos ganaderos privados confirmaron la distinción tentativa de cuatro sitios de agostadero en Laguna Seca y El Porvenir, y tres en San José, basada en la imagen de satélite. Existen diferencias de condición

de los agostaderos de los tres ranchos, originadas por el aprovechamiento individual al que son sometidos. La ordenación de los 13 atributos evaluados en los 11 sitios reconocidos en los tres ranchos en estudio también permitió discriminar a las variables de la estructura de la vegetación y de la superficie del suelo determinantes de cada sitio reconocible al igual que en El Castañón. La clasificación multivariable generó grupos de levantamientos caracterizados por la conformación estructural de sus agostaderos, y relacionados con la condición y sitio de agostadero respectivo. Los levantamientos por sitio y rancho presentan diferencias contrastantes en la condición de sus agostaderos y en sus niveles de producción, debidas principalmente a la voluntad de sus propietarios.

Con los resultados encontrados en la muestra de parcelas del Castañón y Anexos se puede señalar que hay oportunidad para detener y revertir el deterioro severo y generalizado de los agostaderos comunales existente en la gran mayoría de los ejidos enclavados en las zonas áridas del país, esto es, en casi 50% del territorio nacional. Los resultados encontrados en los tres ranchos privados, permiten también establecer y luego intentar replicar algunas de las buenas prácticas encontradas, de tal forma que a pesar de la presencia de sequías que se dan recurrentemente en estas áreas, en estos ranchos el ganado no muere por inanición debido a la falta de forraje, ni las vacas dejan de parir, y destetar sus becerros.

7. APÉNDICES

Apéndice 3.1 Plantas perennes observadas pero no registradas con el muestreo en las parcelas del ejido “El Castañón y Anexos”.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común
Herbáceo			
	Asteraceae	<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. subsp. mexicana (Willd.) Keck	Estafiate
	Poaceae	<i>Botriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	Popotillo plateado
	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Banderita
	Poaceae	<i>Bouteloua redeedorum</i> Columbus	Navajita redonda
	Poaceae	<i>Chloris gayana</i> Kunth	Rhodes
	Poaceae	<i>Elymus elymoides</i> (Raf.) Swezey subsp. elymoides	Trigo
	Asteraceae	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Árnica
	Poaceae	<i>Hopia obtusa</i> (Kunth) Zuloaga & Morrone	Guía
	Poaceae	<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees	Gigante
	Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	Lobero
	Poaceae	<i>Scleropogon brevifolius</i> Phil.	Burrero
	Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don	Hierba del negro
Arbustivo inferior			
	Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i> Kunth	Charrasquillo
	Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra
	Cactaceae	<i>Echinocactus horizonthalonius</i> Lem.	Biznaga mancadora
	Cactaceae	<i>Lophophora williamsii</i> (Lem.) Coulter	Peyote
	Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.	Biznaguita
	Cactaceae	<i>Opuntia microdassys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador

(Continúa)

Apéndice 3.1 continuación.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común
	Cactaceae	<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	Nopal rastrero
	Cactaceae	<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm.) F.M. Knuth	Clavellina
	Lamiaceae	<i>Salvia ballotaeflora</i> Benth.	Engordacabra
	Fabaceae	<i>Senna bauhinioides</i> (A. Gray) Irwin & Barneby	Vara prieta
	Anacampserotaceae	<i>Talinopsis frutescens</i> A. Gray	Agrito
	Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i> Blake	Viguiera
Arbustivo superior			
	Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	Biznaga burra
	Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i> (Galeotti ex Salm-Dyck) Werderm.	Biznaga roja
	Cactaceae	<i>Opuntia leucotricha</i> DC	Nopal duraznillo
Eminencias			
	Agavaceae	<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey.	Palma samandoca

Apéndice 3.2 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al ecotono entre los matorrales desértico micrófilo y desértico rosetófilo (MDM-MDR) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).

Composición botánica	Biomasa (m ³ ha ⁻¹)			Densidad (individuos ha ⁻¹)		
	Buena	Regular	Pobre	Buena	Regular	Pobre
<i>Bouteloua gracilis</i>	740.6	0.0	9.8	21,688.3	0.0	2,167.8
<i>Condalia mexicana</i>	678.5	153.5	140.2	3,777.2	694.0	857.3
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	42.5	120.9	333.2	149.2	111.4	353.6
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.0	15.8	0.0	0.0	15,410.7	0.0
<i>Echinocereus pentalopus</i>	0.0	4.1	0.0	0.0	88.0	0.0
<i>Erioneuron avenaceum</i>	0.0	0.0	19.7	0.0	0.0	2,657.5
<i>Flourensia cernua</i>	243.7	168.5	339.6	1,193.4	579.8	807.1
<i>Jatropha dioica</i>	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0	1,554.5
<i>Larrea tridentata</i>	2,705.7	1,310.6	1,266.3	4,184.8	1,407.1	1,749.8
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.0	45.1	0.0	0.0	1,036.8	0.0
<i>Muhlenbergia villiflora</i>	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	1,979.5
<i>Nasella leucotricha</i>	239.6	52.9	0.0	667.9	278.2	0.0
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	31.9	0.0	7.8	202.3	0.0	327.1
<i>Opuntia rastrera</i>	29.0	0.0	0.0	82.6	0.0	0.0
<i>Parthenium argentatum</i>	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	200.3
<i>Parthenium incanum</i>	17.7	79.2	30.3	545.8	719.1	661.5
<i>Prosopis laevigata</i>	574.3	0.0	0.0	48.9	0.0	0.0
<i>Setaria macrostachya</i>	0.0	27.6	2.0	0.0	3,387.9	393.1
<i>Sporobolus airoides</i>	6,987.3	147.2	0.0	61,119.7	884.2	0.0
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.0	10.2	1.4	0.0	7,447.6	3,631.0
<i>Yucca filifera</i>	588.0	2666.7	1271.1	66.2	58.0	37.9
<i>Zinnia acerosa</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	245.1	0.0
Total	12,878.7	4,802.5	3,464.9	93,726.2	32,347.6	17,377.6

Apéndice 3.3 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al matorral desértico micrófilo con pocas eminencias (MDMPE) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).

Composición botánica	Biomasa (m ³ ha ⁻¹)			Densidad (individuos ha ⁻¹)		
	Buena	Regular	Pobre	Buena	Regular	Pobre
<i>Bouteloua karwinskii</i>	544.7	46.6	31.0	85,232.9	3,296.6	1,614.3
<i>Condalia mexicana</i>	0.0	103.7	33.4	0.0	624.3	307.4
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	59.7	319.0	13.3	67.4	1,450.4	80.5
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1,613.3
<i>Echinocereus pentalopus</i>	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	42.4
<i>Flourensia cernua</i>	806.1	400.7	156.3	3,456.2	454.0	706.9
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.0	61.3	0.0	0.0	2,217.7	0.0
<i>Larrea tridentata</i>	1,936.6	614.7	1,209.3	2,044.0	402.4	2,209.7
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	31.2	0.0	0.0	103.4	0.0	0.0
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.0	251.4	2.2	0.0	1,326.3	197.8
<i>Opuntia rastrera</i>	0.0	38.6	0.0	0.0	160.9	0.0
<i>Parthenium incanum</i>	7.5	99.2	0.0	260.3	1,295.6	0.0
<i>Prosopis laevigata</i>	1,043.4	553.5	0.0	114.0	50.5	0.0
<i>Sporobolus airoides</i>	798.8	406.4	0.0	18,101.3	1,939.1	0.0
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.0	2.3	0.0	0.0	814.1	0.0
<i>Zornia thymifolia</i>	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	938.4
Total	5,228.0	2,897.5	1,449.9	109,379.5	14,031.9	7,710.7

Apéndice 3.4 Estructura de la vegetación del sitio de agostadero correspondiente al matorral desértico micrófilo con muchas eminencias (MDMME) del ejido “El Castañón y Anexos”, de acuerdo con la condición de las parcelas (buena, regular o pobre).

Composición botánica	Biomasa (m ³ ha ⁻¹)			Densidad (individuos ha ⁻¹)		
	Buena	Regular	Pobre	Buena	Regular	Pobre
<i>Acacia schaffnerii</i>	778.6	0.0	0.0	323.9	0.0	0.0
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.0	255.8	0.0	0.0	8,733.6	0.0
<i>Bouteloua karwinskii</i>	485.1	111.5	33.0	64,876.1	9,508.9	793.7
<i>Condalia mexicana</i>	2,336.5	127.7	131.8	2,530.4	592.5	606.4
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	120.7	53.0	194.9	245.5	352.8	163.8
<i>Dasyochloa pulchella</i>	5.9	1.7	0.0	7,361.7	1,631.5	0.0
<i>Echinocereus pentalopus</i>	5.6	0.0	0.0	237.9	0.0	0.0
<i>Flourensia cernua</i>	0.0	0.0	188.8	0.0	0.0	493.7
<i>Jatropha dioica</i>	0.0	5.0	0.0	0.0	762.1	0.0
<i>Larrea tridentata</i>	403.5	1,387.3	2,102.5	548.6	1,928.5	3,977.1
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.0	38.5	126.9	0.0	346.7	1,968.3
<i>Opuntia cantabrigensis</i>	0.0	18.9	0.0	0.0	83.8	0.0
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.0	22.9	410.6	0.0	486.4	3,269.2
<i>Opuntia rastrera</i>	27.5	0.0	0.0	307.7	0.0	0.0
<i>Parthenium incanum</i>	29.3	0.0	11.4	4,065.1	0.0	425.4
<i>Prosopis laevigata</i>	3,040.0	0.0	0.0	262.2	0.0	0.0
<i>Sporobolus airoides</i>	543.5	969.8	487.6	2,527.3	5,293.2	9,846.3
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0.0	0.0	20.5	0.0	0.0	2,594.2
<i>Yucca filifera</i>	2,666.7	1,271.1	588.0	58.2	49.2	31.3
Total	10,443.0	4,263.2	4,296.1	83,344.7	29,769.3	24,169.4

Apéndice 5.1 Otras plantas perennes observadas pero no registradas con el muestreo de los potreros de los ranchos LS (1), SJ (2) y EP (3).

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	Rancho
Hierbas				
	Poaceae	<i>Botriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	Popotillo plateado	1, 3
	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Banderita	2
	Poaceae	<i>Bouteloua dactyloides</i> (Nutt.) J.T. Columbus.	Búfalo	3
	Poaceae	<i>Bouteloua reededorum</i> Columbus	Navajita redonda	2, 3
	Poaceae	<i>Chloris gayana</i> Kunth	Rhodes	1
	Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i> (Kunth) Willd. ex Rydb.	Borreguero	1
	Poaceae	<i>Elymus elymoides</i> (Raf.) Swezey subsp. <i>elymoides</i>	Trigo	1
	Poaceae	<i>Enneapogon desvauxii</i> P. Beauv.	Ladera	3
	Poaceae	<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka	Falso tridente avenáceo	1, 2
	Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	Tatalencho	1, 2, 3
	Asteraceae	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Arnica	3
	Poaceae	<i>Hilaria mutica</i> (Buckley) Benth.	Mezquite	1
	Poaceae	<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees	Gigante	2, 3
	Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	Lobero	2
	Poaceae	<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitchc.	Pelillo	1
	Poaceae	<i>Nasella leucotricha</i> (Trin. & Rupr.) R. W. Pohl.	Cola de zorra	1, 2, 3
	Poaceae	<i>Setaria macrostachya</i> Kunth	Tempranero	2, 3
	Malvaceae	<i>Sphaeralcea angustifolia</i> (Cav.) G. Don	Hierba del negro	1, 2, 3
	Asteraceae	<i>Thymophylla pentachaeta</i> (DC.) Robinson	Parraleña	1, 2, 3
	Asteraceae	<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A.Gray	Hierba del burro	1, 2, 3
	Fabaceae	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	Hierba de la víbora	3

(Continúa)

Apéndice 5.1 (Continuación)

Arbustivo inferior

Rubiaceae	<i>Bouvardia scabrida</i> Mart. et Gal.	Agrito	3
Rhamnaceae	<i>Condalia mexicana</i> Schltld.	Pata de gallo	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	Tronadora	3
Cactaceae	<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm.) F.M. Knuth	Clavellina	1, 3
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Engordacabra	2, 3
Cactaceae	<i>Echinocactus horizionthalonius</i> Lem.	Biznaga mancadora	1, 2
Ephedraceae	<i>Ephedra antisiphilitica</i> Berland. ex C.A.Mey.	Pitorreal	1, 2, 3
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	Sangre de grado	1, 2, 3
Cactaceae	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff.	Biznagueta	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth	Gatuño	1, 2, 3
Cactaceae	<i>Opuntia microdassys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Nopal cegador	2
Cactaceae	<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	Nopal rastrero	1
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i> A.Gray	Guayule	1
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i> Kunth	Mariola	1, 2
Lamiaceae	<i>Salvia ballotaeflora</i> Benth.	Hierba blanca	1, 2, 3
Fabaceae	<i>Senna bauhinioides</i> (A. Gray) Irwin & Barneby	Vara prieta	3
Anacampserotaceae	<i>Talinopsis frutescens</i> A. Gray	Agrito	2

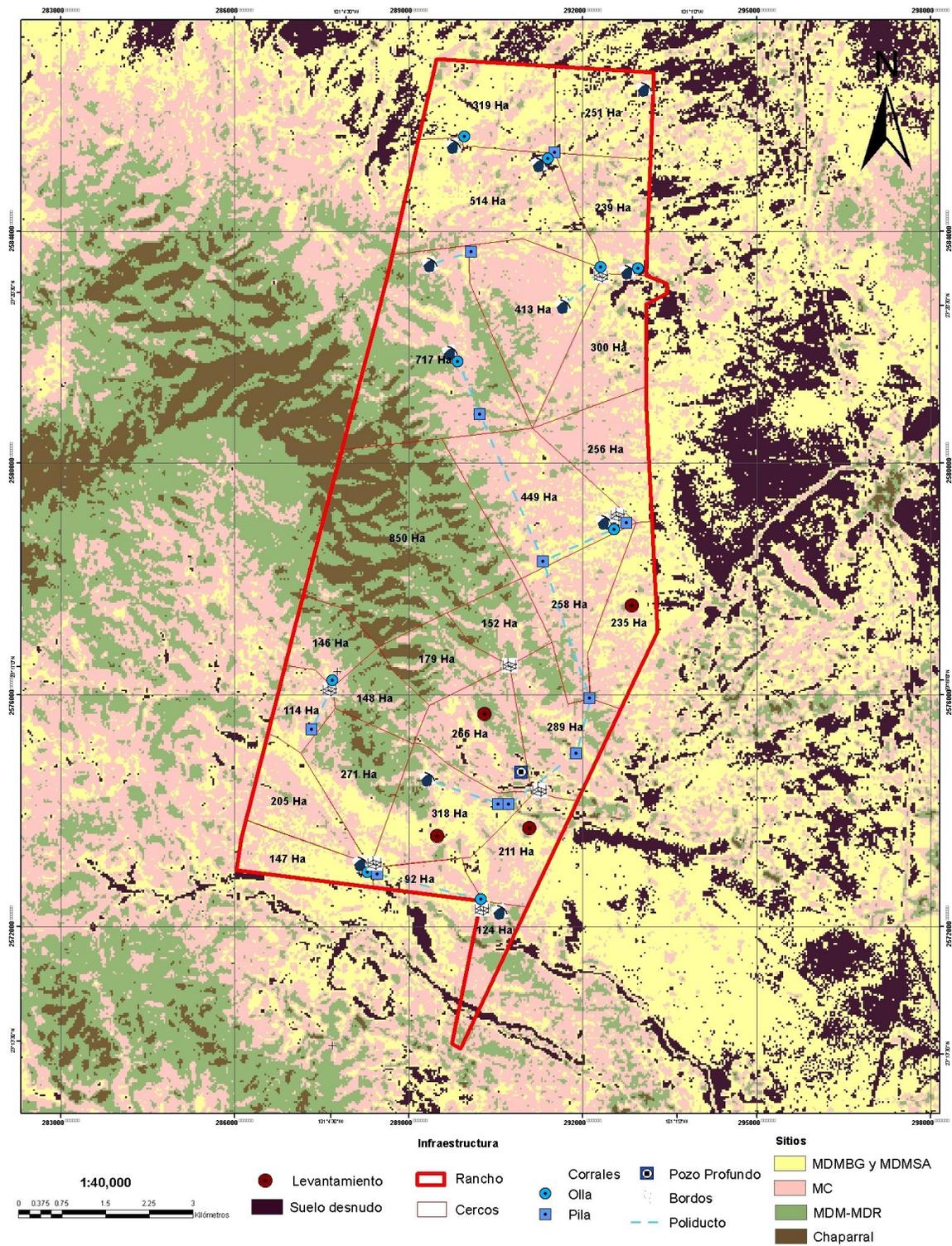
Arbustivo superior

Agavaceae	<i>Agave striata</i>	Espadín	1
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	1
Berberidaceae	<i>Berberis trifoliata</i> Moric	Agarita	1
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche	1, 3
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	Biznaga burra	1, 2
Asparagaceae	<i>Dasylyrion longissimum</i> Lem.	Sotol	1, 3

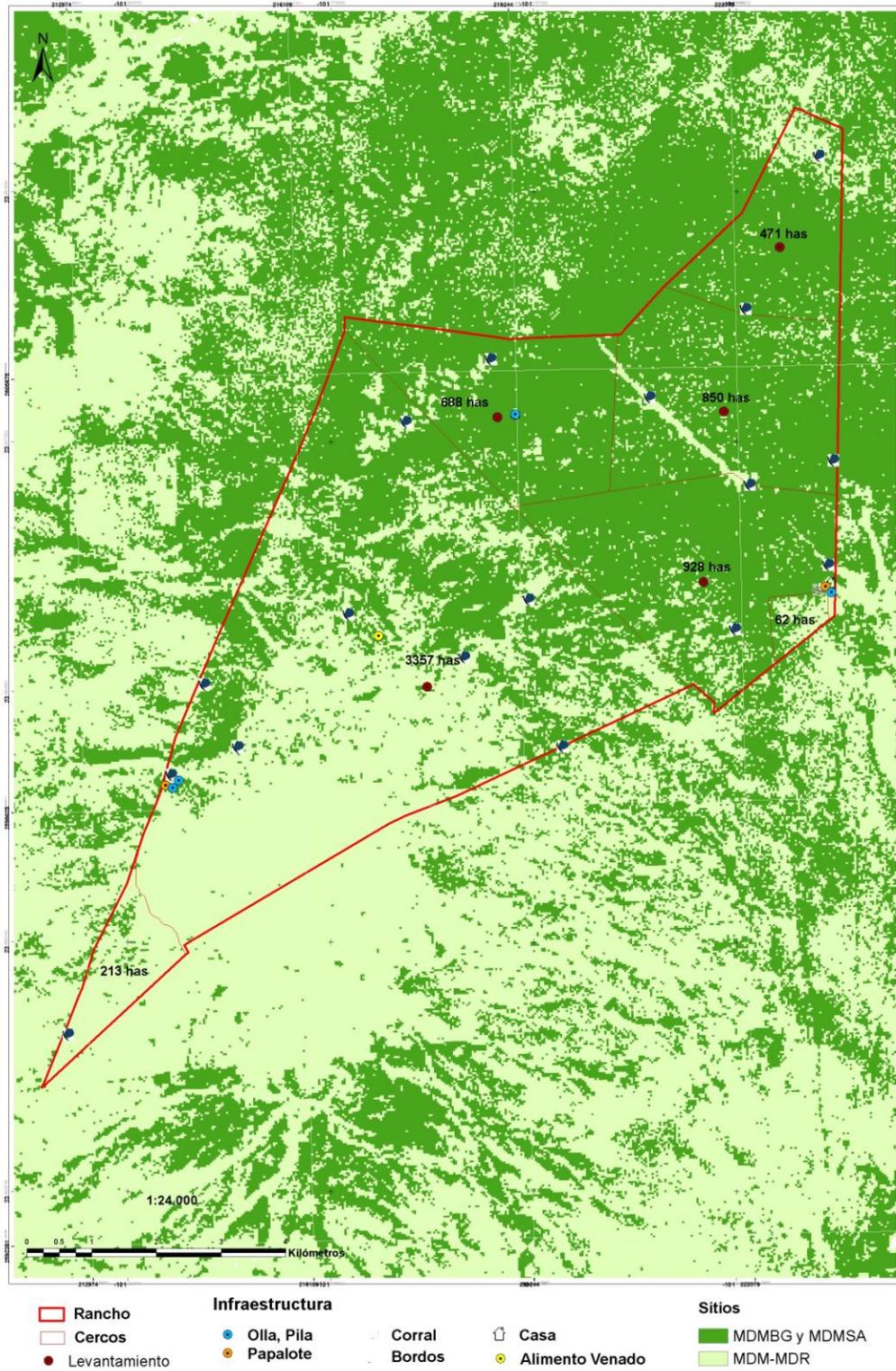
(Continúa)

Apéndice 5.1 (Continuación)

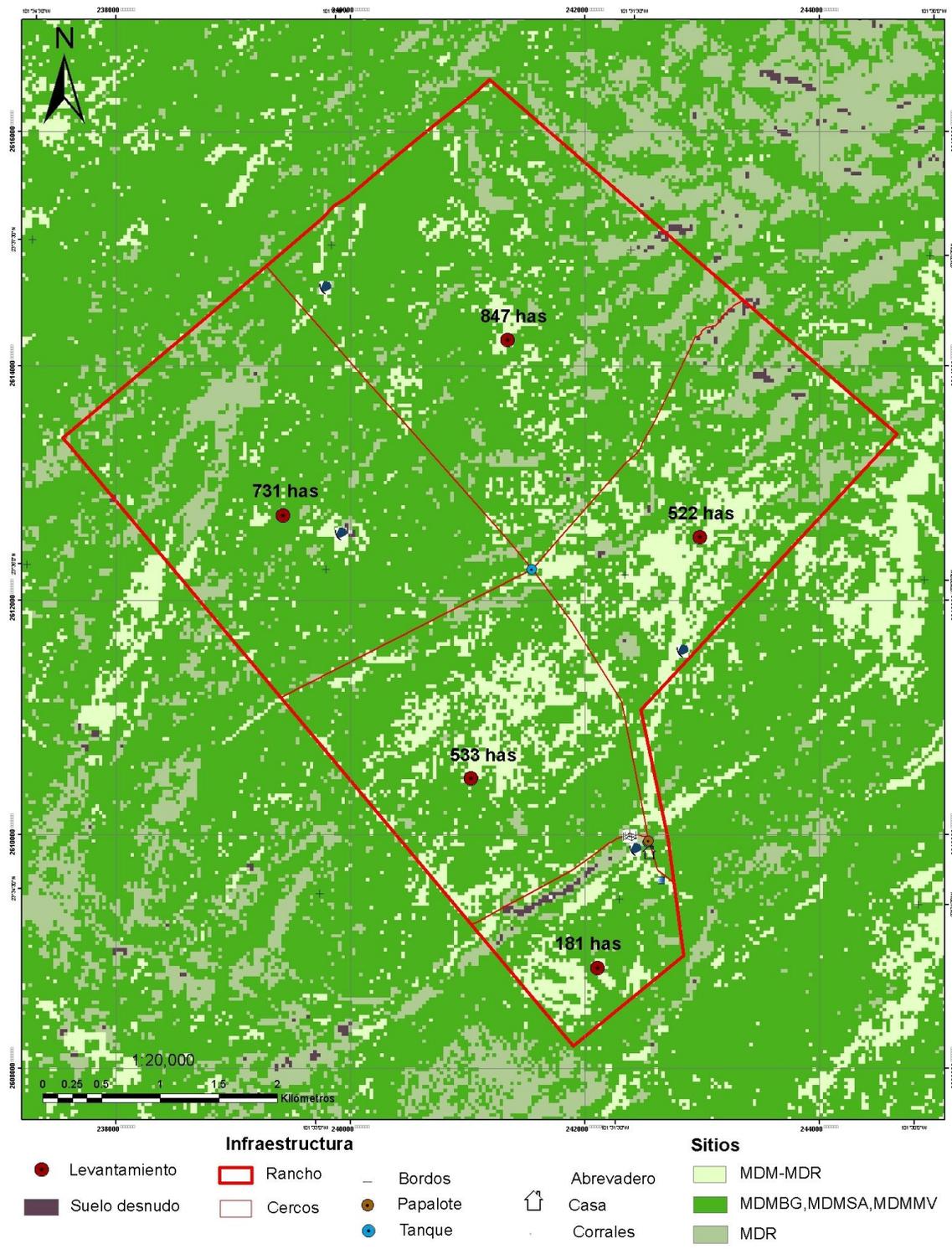
	Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i> (Galeotti ex Salm-Dyck) Werderm.	Biznaga roja	1
	Fourqueriaceae	<i>Fourqueira</i> spp.	Albarda	2
	Cactaceae	<i>Opuntia leucotricha</i> DC	Nopal duraznillo	2
	Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón	1
Eminencias				
	Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd	Mezquite	1, 2
	Agavaceae	<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey.	Palma samandoca	1, 3
	Agavaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Izote	1, 2



Apéndice 5.2 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho Laguna Seca.



Apéndice 5.3 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho San José.



Apéndice 5.4 Sitios de agostadero y levantamientos en el rancho El Porvenir.

Apéndice 7.1 Folleto

“Equipamiento para el aprovechamiento de nopal y maguey como suplemento para el ganado en la época de seca” y “Elaboración de ensilados integrales a partir de maguey y nopal como forraje complementario”

El nopal y el maguey mezcalero, una fuente de forraje complementario

Uno de los subproductos de la industria mezcalera son las pencas de desvirado, pero su aprovechamiento como forraje es muy marginal, ocasional y rudimentario, pues requiere ser **picado manualmente** para que pueda ser consumido por el ganado. Generalmente las pencas de desvirado son desechadas enteras en los parajes de corte, en donde no pueden ser consumidas directamente por el ganado y obstruye el crecimiento de plantas herbáceas del agostadero. El nopal para ser aprovechado como forraje requiere ser chamuscado y picado para dárselo al ganado.



El maguey y el nopal son de los pocos recursos forrajeros de los que disponen las comunidades rurales del altiplano potosino. Por ello se propone usar pencas de nopal y pencas enteras o de desvirado de maguey usado para mezcal como una fuente de forraje complementario del pastoreo,

mediante el proceso de **ensilaje**, en el cual las **pencas de maguey y nopal** serán el ingrediente principal complementado con otros materiales locales como **vaina de mezquite y alfalfa henificada**, de tal forma que con la mezcla se obtenga un forraje que complete lo requerido por el ganado menor en potrero durante toda la época seca, sin pérdida de peso vivo.

¿Qué es el proceso de ensilaje?

Es un proceso de conservación de forraje bajo condiciones anaerobias en el cual ocurren una serie de cambios bioquímicos que permiten su estabilización. Para ello es necesario picar los materiales a un tamaño de 2 a 3 cm, mezclarlos, compactarlos para eliminar la mayor cantidad de aire y sellar el recipiente para impedir la entrada de aire. Para el caso de la vaina de mezquite es necesario romper la pepita, pues es la parte con mayor contenido de proteína utilizable por el ganado. La descomposición microbiana y estabilización que ocurre durante el ensilaje es relativamente rápida (15 días) y permite conservar indefinidamente el forraje y mejorar su aceptación por los animales.

Máquina picadora de maguey y nopal

El maguey y el nopal al ser materiales succulentos y fibrosos, demandan de una máquina con ciertas características mecánicas y de diseño para ser picados.



Ventajas de la máquina picadora de maguey y nopal

- Se supera el picado manual y se ahorra tiempo en esta actividad para dedicarlo a otras.
- Se evita el chamuscado de nopal, pues al picarlo se destruyen las espinas, y la irritación de los “guishes” del maguey a los humanos durante su preparación y al ganado al consumirlo, después de ensilarlo.
- Al tener picado el maguey y nopal se aprovecha para complementar la mezcla a ensilar con otros materiales locales de bajo costo, que permita alcanzar de un 10-12 % de PC, nivel suficiente para el mantenimiento de las cabras en la época seca del año.

¿Con qué complementar el nopal y maguey picado?

- Vaina de mezquite
- Alfalfa henificada

Equipamiento para hacer ensilados integrales de magüey y nopal y para el aprovechamiento racional del rastrojo de maíz

- Máquina (azul) picadora original para materiales frescos y fibrosos (magüey y nopal)
- Molino (naranja) de martillos M-power para materiales secos (vaina de mezquite, rastrojo y alfalfa henificada)
- Tambos de 200 litros (2)
- Pala
- Coa
- Machete
- Lima triangular
- Garrafa para combustible
- Embudo para combustible
- Careta protectora
- Báscula

Formulaciones recomendadas con base en la materia seca de los ingredientes

- F1 - 100% magüey picado
- F2 - 86.5 % magüey picado + 13.5 % vaina de mezquite molida
- F3 - 90 % magüey picado + 10 % alfalfa henificada picada
- F4 - 90 % magüey picado + 5 % vaina de mezquite molida + 5 % alfalfa henificada picada

Las cantidades para un contenedor o silo de 200 litros son:

- F1 - 200 kg de magüey picado
- F2 - 173 kg de magüey picado + 27 kg de vaina de mezquite molida
- F3 - 180 kg de magüey picado + 20 kg de alfalfa henificada picada
- F4 - 173 kg magüey picado + 14 kg alfalfa henificada picada + 13 kg vaina de mezquite molida

El nopal no requiere ser ensilado. Se puede proporcionar directamente complementado con la misma proporción de harina de vaina de mezquite o alfalfa henificada picada recomendada para el magüey.

Recomendaciones técnicas

Para el buen funcionamiento y durabilidad de las máquinas, se deben lavar a presión después de usarse, engrasar los rodamientos y cambiar el aceite según el manual del fabricante, así como utilizar cada máquina para el material adecuado. El usuario en turno debe recibir y entregar las máquinas limpias y funcionando.

Autores: M.C. César Iván Godínez Hernández, Dr. Rigoberto Castro Rivera, M.C.A. Luis Octavio Negrete Sánchez y Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera.

Informes sobre la máquina picadora de magüey y nopal

Taller de Maquinados Industriales S.A. de C.V.
J. Carmen Martínez Núñez
Av. 20 de Noviembre # 1905, Barrio de Tlaxcala
San Luis Potosí, SLP. Tel. (444) 8-14-16-57
tamisa33@hotmail.com

Informes sobre la máquina picadora y moledora de materiales secos

Agroterra
Lic. José Palacios
Av. De los Insurgentes # 1740-C, Irapuato, Gto.
Tel. (462) 1-72-45-92 Cel. (462) 1-76-57-37
agroterra_2012@hotmail.com



“Equipamiento para el aprovechamiento de nopal y magüey como suplemento para el ganado en la época de seca”

“Elaboración de ensilados integrales a partir de magüey y nopal como forraje complementario”



Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí



Apéndice 7.2 Artículo de divulgación

CONCEPTOS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA EL ALTIPLANO POTOSINO

Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera

M.C Luis Octavio Negrete Sánchez

A.- La precipitación en las regiones secas

Los niveles bajos de humedad disponible, característicos de los climas áridos, resultan principalmente de patrones de precipitación baja. A medida que la precipitación media es menor, la estación seca se alarga y la húmeda se acorta y se empobrece, y por lo tanto, la región resulta menos favorable para el crecimiento vegetal. Además, con la aridez se incrementa la variabilidad de la precipitación, al grado que su valor medio carece de significado práctico para propósitos de predicción. La variación relativa o coeficiente de variación (relación porcentual entre la amplitud de los valores extremos y el promedio de precipitación) suele ser entre 25 y 40%, en promedio, pero sus extremos pueden superar el 100% con las terribles consecuencias para los recursos naturales, bienes y humanos, por deficiencia de humedad, pero también por excesos. Finalmente, como consecuencia de la mayor variabilidad de la precipitación con el incremento de la aridez, las sequías se vuelven más frecuentes y severas y los períodos húmedos menos productivos, porque sus excedentes de humedad suelen ser poco significativos.

B.- Aridez y sequía

La aridez como atributo climático regional implica un nivel bajo de humedad disponible en términos absolutos y durante períodos significativos. La aridez resulta de una combinación

de factores que reducen la capacidad de las condiciones meteorológicas para suministrar humedad a una región determinada. Así, la aridez presenta un patrón global, el cual es determinado por el flujo de energía global y los patrones de circulación general de la atmósfera y de las corrientes marinas resultantes.

La aridez y la sequía son fenómenos diferentes aunque estén relacionados. La aridez en sí no implica sequía, como tampoco la sequía es un fenómeno exclusivo de los climas áridos.

La sequía es un déficit **temporal e inesperado** entre el abastecimiento (precipitación) y la demanda (evapotranspiración) de humedad, de magnitud y duración suficiente para causar daños severos a los recursos naturales y su aprovechamiento.

Un déficit de magnitud y oportunidad predecibles, como el del período seco estacional, no debe considerarse como sequía; pero si dicho déficit ocurre en la estación normalmente húmeda, o si su magnitud excede significativamente al propio de la estación seca, con efectos negativos severos sobre los recursos y su aprovechamiento, entonces sí debe reconocérsele como sequía. Así, la sequía puede presentarse en cualquier clima y época del año.

Esta confusión histórica entre sequía (evento extraordinario) y período o estación seca (evento esperable u ordinario) ha prevalecido en los medios oficiales e informativos del país. Hasta recientemente, la Comisión Nacional del Agua anunció que oficialmente una sequía es un déficit del 50% de la precipitación media esperable en al menos un período de dos meses consecutivos. Con esta definición ya no procederán muchos reclamos de declaratoria de desastre, particularmente por supuestas sequías durante la época seca normal. Pero poco o nada se dice sobre la falta de medidas para encarar el período seco de cada año y a las sequías imprevisibles (carga animal histórica moderada, potreros de reserva, cosechas forrajeras

conservadas, venta anticipada de becerros y depuración de vacas poco productivas, respectivamente), ni sobre el deterioro adicional de los agostaderos por sobrepastoreo, causado por la retención de animales alimentados con forrajes subsidiados, tanto en la época seca como durante las verdaderas sequías.

C.- Climogramas o diagramas ombrotérmicos

Hace más que 50 años, por iniciativa de la UNESCO, investigadores europeos desarrollaron el concepto de diagrama ombrotérmico (un tipo de climograma) como una forma sencilla para reconocer y describir los períodos secos anuales, esto es, la(s) época(s) seca(s) normal(es) o esperable(s) en cada localidad.

Estos diagramas constituyen una aplicación muy práctica de la relación estrecha que existe entre la temperatura y la evaporación y transpiración vegetal (evapotranspiración), o sea la pérdida total de agua del suelo a la atmósfera. La aproximación consiste en que por lo general, las pérdidas por evapotranspiración (en mm) equivalen a dos veces la temperatura ambiental (°C) durante el período de referencia; así, sólo cuando la precipitación exceda ese límite (40 mm para 20°C, por ejemplo), puede haber excedentes de humedad en el suelo para permitir el crecimiento vegetal.

Los diagramas ombrotérmicos que se ilustran para la región de referencia, presentan en su encabezado: a) el nombre de la localidad con su altitud entre paréntesis; b) la temperatura media anual en °C; y c) la precipitación media anual en mm, con el número de meses secos entre paréntesis (mes seco es el que recibe igual o menor precipitación en mm, que el doble de la temperatura). En los diagramas se señalan con signos negativos los períodos secos, y con signos positivos a los húmedos. En el altiplano potosino al menos la mitad del año presenta

clima seco. Los períodos secos varían en duración e intensidad, pero son muy regulares en su inicio, entre mediados de octubre y principios de noviembre, y en su término, entre mediados de mayo y principios de junio.

Como parte de un proyecto de investigación para relacionar y predecir los porcentajes de partos de las vacas de crías con la precipitación registrada el año previo, se consiguió información de tres ranchos privados situados en el altiplano potosino-zacatecano: Laguna Seca (LS), San José (SJ) y El Porvenir (EP); este caso permite ilustrar los patrones climáticos de la región. De acuerdo con la carta de climas de INEGI, el clima correspondientes a LS es BS₀kw (x); esto es seco y templado, extremoso, con temperatura media anual entre 12 y 18.0 °C y temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 C°; lluvias de verano, con porcentaje de precipitación invernal mayor que 10.2 y verano cálido. Por su parte, en SJ y EP el clima es BS₀kw, y sólo presenta menor porcentaje de precipitación invernal (entre 5 y 10.2) que el anterior.

En la Figura 1 se presentan los diagramas climáticos para estos tres ranchos, basados en los registros medios, ponderados por años de observaciones de las dos estaciones meteorológicas más próximas a cada rancho. Para LS correspondieron las estaciones Laguna Seca con 38 años registrados y Charcas con 73; para EP, La Victoria con 38 y Sierra Hermosa con 53 años; y para SJ, Santo Domingo y Sierra Hermosa, ambas con 53 años registrados. En general el periodo seco del año en los tres ranchos abarca aproximadamente 7 meses; LS y SJ tienen la mayor precipitación en los meses de junio y septiembre; mientras que en EP la mayor

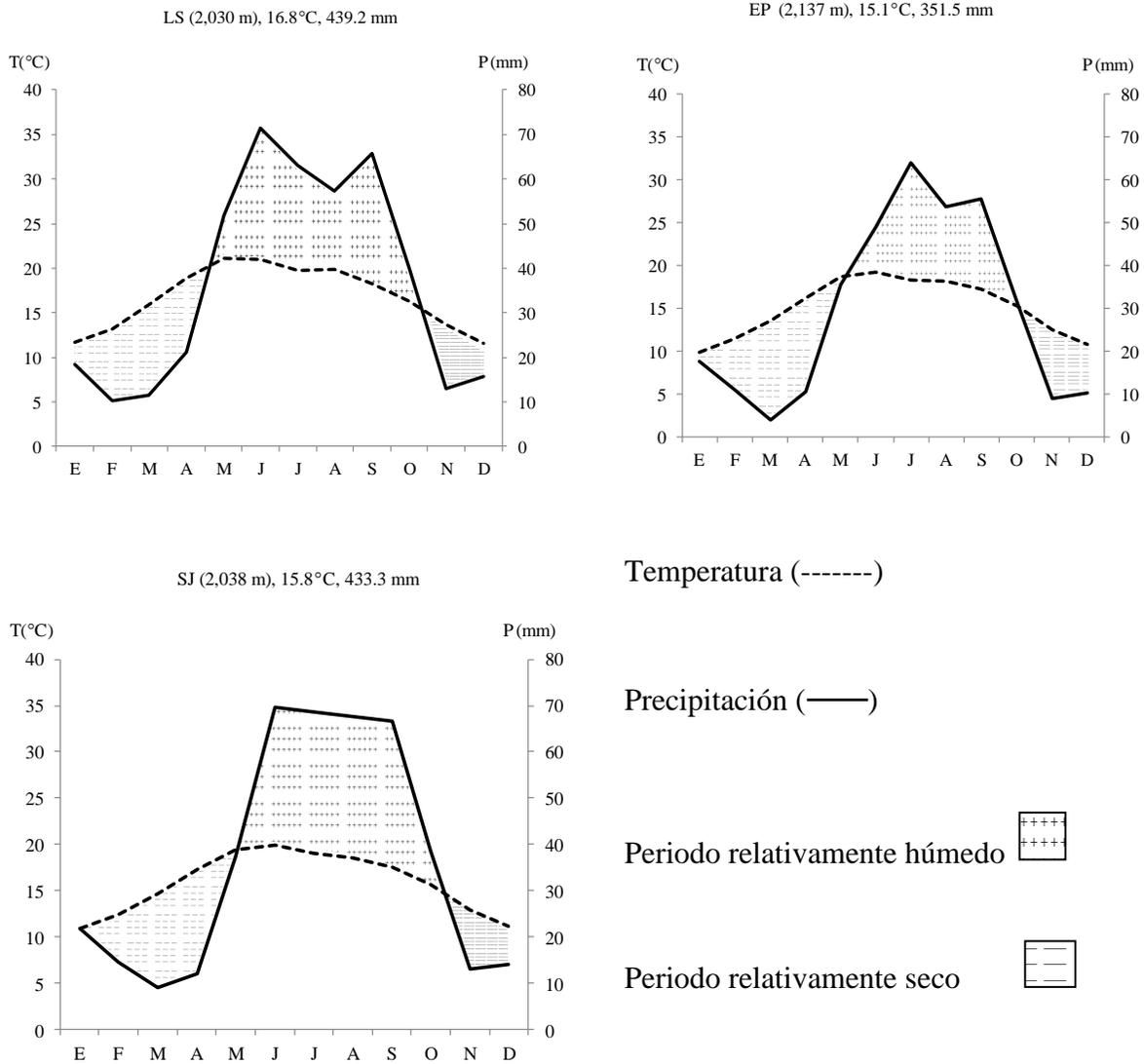


Fig. 1 Diagramas climáticos para los ranchos Laguna Seca (LS), El Porvenir (EP) y San José (SJ).

precipitación histórica ponderada se presenta en julio y septiembre. Estos climogramas representan lo probable y esperable anualmente en cada rancho, y por lo tanto las bases para programar el aprovechamiento racional de los recursos forrajeros y las prácticas preventivas para encarar las épocas secas anuales y las sequías ocasionales.