

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura



**Ecología de los Pastos Nativos de los
Altos de Jalisco**

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO AGRONOMO

p r e s e n t a :

CARLOS ALBERTO JIMENEZ GONZALEZ

Guadalajara, Jal.

1976

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Dr. Enrique Estrada Faudón, Director de tesis por sus valiosos consejos y sugerencias hechas para el buen desarrollo de este trabajo.

A los Ing. Gilberto Martínez Guzmán y Andrés Rodríguez García, asesores de tesis.

A la Universidad de Guadalajara.

A la Escuela de Agricultura.

A mis maestros.

A mis padres Ma. Guadalupe y Agapito, por su confianza y apoyo en todos mis estudios.

A la memoria de mi abuelito Alfonso.

A mi abuelita Rosa.

A mis hermanos, Malu, Lulú, Lalo, Luis, Tere, Ana, Gerardo, Mireya y Gaby.

A mis amigos.

I N D I C E



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

	Pág
I INDICE	
II INTRODUCCION	5
III ANTECEDENTES	8
IV FACTORES ECOLOGICOS Y GEOGRAFICOS	13
Localización geográfica del Estado	13
V DATOS CLIMATOLOGICOS	21
Factores que causan el tiempo en México	21
a. Orografia	21
b. Distribución de tierras y agua	25
c. Circulación del aire	26
Clima	30
Eficiencia de la precipitación	34
Clave de símbolos para la identificación de climas en los "Altos de Jalisco"	39
Descripción de símbolos del sistema de Koopen modificado por García (1964)	39
Algunos aspectos ecológicos y su importancia	41
Humedad atmosférica	
Influencia de la temperatura y el viento sobre la humedad	42
Déficit de presión de vapor	43
Evaporación	44
El problema del balance hídrico en las plantas cultivadas	45
La temperatura	48
Temperatura y fenología	49
Congelación	50

VI	✓ SUELO	
	Suelos de la "región de los Altos"	52
	Conservación del suelo	58
	Los pastos y la fertilidad del suelo	62
	Topografía o relieve	64
VII	ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LOS PASTOS NATIVOS	67
	Origen de las gramíneas	67
	Distribución de los pastos nativos	69
	División de la República en zonas agropecuarias	69
	Bases para la división de las zonas	73
	Rasgos geográficos de la zona	74
	Características forrajeras de la zona	75
	Taxonomía	77
	Estructura general de las gramíneas	77
	Morfología de las gramíneas	78
	Tipos de pastizal	85
	Los pastos nativos más importantes de Los Altos de Jalisco	91
	Cuadro sinóptico con algunas características conocidas de los pastos nativos más importantes de los Altos de Jalisco	108
	Clave para determinar la existencia de un pastizal	
	Importancia en la agricultura y ganadería de los pastos nativos	106
	Valor agrícola de las especies	109
VIII	FACTORES BIOTICOS QUE AFECTAN LOS PASTIZALES	112
	El muestreo en las investigaciones ganaderas	115
IX	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
	BIBLIOGRAFIA	135
	GLOSARIO DE TERMINOS Y EXPRESIONES TECNICAS METEREOLÓGICAS	138

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág
1	Regiones fisiográficas de Jalisco	17
2	Mapa de estaciones meteorológicas	32
3	Suelos	54
4	Niveles de pH	57
5	Niveles de nitrógeno	59
6	Niveles de fósforo	61
7	Niveles de potasio	63
8	Pasto Navajita	95
9	Pasto Banderilla	97
10	Pasto Lobero	99
11	Pasto Galleta	101
12	Pasto Popotillo Plateado	103
13	Pasto Grama, Agrarista o Bermuda	105
14	Pasto Pelillo	107

INDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág
I	Datos Meteorológicos	29
II	Características de los suelos zonales	55
III	Utilización de tierras según su capacidad de uso	60
IV	Características conocidas de los pastos nativos	108

II. INTRODUCCION

Es reconocida la tragedia potencial en todo el mundo si los alimentos no se incrementan con un ritmo proporcional a los incrementos de población.

Desde el punto de vista nutritivo se piensa que las proteínas serán las primeras en ser limitantes, como de hecho ya son deficientes en la dieta de nuestro país.

Por otro lado, sabemos que los rumiantes al consumir forrajes y otros alimentos que no pueden ser utilizados directamente por los humanos, se convierten en la fuente ortodoxa más eficiente de proteínas.

Así pues, en los forrajes tendremos uno de nuestros principales aliados en la lucha que el hombre debe emprender contra la falta de alimentos ricos en proteínas, por tanto un profundo conocimiento de ellos nos proporcionará medios de los cuales nos podremos auxiliar. Dicho en otras palabras; el fitomejoramiento de las plantas forrajeras en México, al igual que el de cualquier otro cultivo, depende de la precisión con que podamos contar el ¿por qué? ¿cuándo? y ¿cómo?

{Asimismo para que el fitomejorador comprenda mejor las ventajas o desventajas de seleccionar dentro de una población heterogénea de plantas, es necesario que conozca o tenga noción de la naturaleza genética, de la ecología y del modo de reproducción del material con que se está trabajando.}

El Ing. Efraim Hernández X. al considerar el tema del mejoramiento de las plantas forrajeras en México, lo relaciona en primer término con la ecología, por la importancia que ésta representa.

Podemos decir que el ¿cómo? nos proporciona la literatura científica, que señala con detalle las técnicas para lograr mejoras genéticas substanciales en las especies forrajeras. En la actualidad el hombre ha definido con mayor precisión su intención de estudiar y conocer la naturaleza en la mayor extensión y profundidad posibles, con el propósito de lograr el óptimo aprovechamiento de los recursos para el mayor bienestar humano. Para este fin, Salomón Y Hauson (1964), en su obra sobre los principios y prácticas de la investigación agrícola, asientan que se ha reconocido una serie de métodos para el desarrollo de la investigación científica de acuerdo con el nivel en que se encuentra la investigación, y con la naturaleza de la misma. De los métodos propuestos, el conocido como el método científico es el considerado como el más completo y aplicable a las investigaciones agrícolas. Para la aplica-

ción del método científico existen técnicas e instrumentos de investigación, por ejemplo, la observación cuidadosa y metódica, el experimento, y sus diversas modalidades de diseño, el análisis estadístico, los aparatos de observación y la encuesta.

Ahora bien, el ¿cuándo? y ¿por qué? del fitomejoramiento de las plantas forrajeras en México y en este caso en Jalisco, depende del justo análisis de nuestras condiciones ecológicas, sociales y económicas. Y justamente el objetivo de este trabajo es ayudar a contestar en parte estas interrogativas, formuladas por investigadores, y cuyos trabajos al respecto deben ser considerados en cualquier programa forrajero. (2).

III. ANTECEDENTES

La distribución, clasificación, aprovechamiento y localización de los pastos nativos, han sido estudiados a través del tiempo, en el Estado de Jalisco. Mc Vaugh realizó una exploración intensiva en el año de 1949 de la flora en el Estado de Jalisco y de áreas adyacentes coleccionando cerca de 60 000 ejemplares de herbario, teniendo como meta la preparación de la flora de la región en una época considerada como Nueva Galicia. Otros trabajos relacionados con la identificación de la vegetación en Jalisco, pueden mencionarse como el de Turner (1960), que estudió en forma breve algunas comunidades vegetales de la zona próxima a Coahuayana, en Michoacán.

En la contribución de Leopold (1950), y de Miranda y Hernández X. (1963), que se refieren a toda la República Mexicana, se describen someramente diversos tipos de vegetación presentes en Jalisco, y el primero de ellos incluye un mapa de distribución a escala pequeña.

En artículos de índole diversa se encuentran datos dispersos y observaciones aisladas, sobre la vegetación de Jalisco. En

tre tales publicaciones pueden mencionarse las de Kerber (1882a, 1882b), Gadow (1908), Gómez (1931), Pringle (Davis 1936:280-292), Mc Vaugh (1952a, 1952b), Brand (1957-1958, 1960), Hitchcock (1913), Gómez, L J (1970), Estrada Faudon (varios). Los siguientes investigadores han estudiado la vegetación de la zona semiárida y de sértica: Schoeve (1942-1951), Gentry (1942), Bravo (1936-1937), Goldman (1916), Johnston (1941), Leawenworth (1908), Miranda (19-47-1948), Muller (1939), Nelson y Goldman (1926), Ochoterena (19-37), Williams (1939), Tapia S Buller y Rzedowsky (1956-1957).

Entre los trabajos más importantes relacionados con meteorología están los realizados por S R H Plan Lerma, SAG, etc. Referentes a la clasificación de suelos y fertilidad, entre otros se encuentran los de Agrología SAG y podemos decir que entre los estudios más exactos y actualizados se encuentran los de CETENAL.

COTECOCA lleva a cabo estudios especializados sobre pastizales y para lo cual se usa metodología propia, por lo tanto sus estudios, así como los anteriores deberán ser considerados en los proyectos de los trabajos y programas relacionados con pastizales, ya que aportan todos y cada uno, datos valiosos para su mejor aprovechamiento.

Hernández X, es de los investigadores que más trabajos han llevado a cabo, referentes a gramíneas en la República, entre los cuales se encuentran situados los pastos nativos y que forman los lla

mados pastizales que pueden ser de muchas clases según las condiciones edáficas y climáticas de la región donde se instalan. Además los hay primarios y secundarios. Los más típicos de los primeros se encuentran en el centro y norte de México donde cubren muy bastas extensiones de zonas situadas entre las agrupaciones vegetales de zonas áridas, y de las zonas templadas sub-húmedas, por consiguiente en relación con serranías más o menos anegables. Y se diferencian de los zacatonales en que éstos se presentan en las zonas altas y frías de México, así como en el tamaño de las especies presentes, además de que se presentan como vegetación primaria en suelos inclinados, rocosos y muy someros, o bien en suelos planos más o menos anegables. †

La sabana es otra categoría ecológica vegetal que tiene cierto parecido a los pastizales y zacatonales en cuanto a que está formada por gramíneas, pero que es diferente en la presencia de árboles y suelos mal drenados.

Ya situados los pastos nativos de Jalisco en el grupo ecológico de vegetación a que pertenecen, podemos decir que entre ellos existen pastos que revisten importancia para la ganadería.

La explotación ganadera en el país, tiene en los zacates nativos de sus agostaderos, el principal factor en que se basa su producción, ya que de ellos se obtiene más del 80% de la alimentación que dan a su ganado mayor, por ello no es posible hablar de pas-

tos y mucho menos de su mejoramiento y conservación, sin que se vea ligada esta idea al de un hato de ganado o a un rebaño que de él se alimenta.

Entre los factores que intervienen en el desarrollo de los pastizales se pueden clasificar los siguientes factores ecológicos:

Factores climáticos:

Viento

Evaporación

Temperatura

Luz

Precipitación

Factores Edáficos

Acidez

Estructura

Oxigenación

Temperatura

Factores Bióticos

Vegetación

Fauna

Parasitismo

Hombre

De cada uno de éstos se abordarán aspectos generales, pues como hemos indicado anteriormente, el objeto de esta revisión de

trabajos referentes a pastizales es conjeturar diversos aspectos agronómicos para un mejor conocimiento en este campo. (5) (7) (17) (18) (20).

IV. FACTORES ECOLOGICOS Y GEOGRAFICOS

Localización geográfica del Estado

La entidad federativa que hoy lleva el nombre de Estado de Jalisco, no siempre ha llevado ese nombre, ni ha tenido la misma extensión.

Antiguamente estuvo habitada por la gran familia de los chimalhuacanos (hombres que usaban rodeles o escudos) a los cuales se debe que el vasto territorio que habitaran llevara el nombre de Chimalhuacan. Su extensión comprendía a los Estados de Aguascalientes, Colima, Tepic, y una parte de Zacatecas. Este antiguo territorio se encontraba dividido en tres grandes reinos: Xalisco (que significa superficie arenosa), Tonalán y Axtlán y una multitud de señorías independientes.

La organización de su gobierno era aristocrático, democrático y obraban independientemente en los estados que formaban el territorio; pero en tiempo de guerra se unían para defenderse del enemigo. Practicaban la agricultura, la industria y el comercio.

Sus armas ofensivas eran el macahuitle, los mazos de madera y la honda; se cubrían el cuerpo con una especie de coraza

acolchada de cuero.

Al pisar el suelo chimalhuacano los españoles que venían al mando de Juan Alvarez chico y Alonso de Avalos, en 1522 y 1523, el vasto territorio quedó sometido a merced de los conquistadores, correspondiendo a Nuño Beltrán de Guzmán y a Cristóbal de Oñate venir posteriormente a la completa conquista de este suelo en el año de 1541. Desde entonces le fue cambiado el nombre de Chimalhuacán por el de Nueva Galicia.

El 14 de febrero de 1542 con la autorizada presencia del Virey y Gobernador se efectuó la fundación definitiva de Guadalajara, después de su tercera traslación, en su cuarto y último puesto, el Valle de Atemajac y cuya posición geográfica se encuentra a los 103°23'22" de longitud Oeste de Greenwich, 20°40'37" de latitud Boreal y a 1545 metros sobre el nivel del mar, correspondiente al núcleo de la fundación al lugar que hoy ocupa el Teatro Degollado y sus adyacentes Norte y Sur.

Durante la época colonial, el reino de la Nueva Galicia tuvo 27 gobernantes, los cuales rigieron sin interrupción hasta el 11 de noviembre de 1810, fecha en que entró a Guadalajara el Insurgente Don José Antonio Torres, que operó en Jalisco, durante la guerra de Independencia de México.

Afianzada ya la independencia de nuestro suelo y proclamada la República Federal el año de 1824, la Nueva Galicia formó parte de la República Mexicana con el nombre que hoy lleva: Estado de Jalisco.

Al constituirse el estado quedaron segregadas las porciones de Tepic, Colima, Aguascalientes y una parte de Zacatecas, las cuales hoy forman nuevos estados.

Posteriormente el Estado de Jalisco quedó dividido políticamente en cantones; pero no siendo satisfactoria esta división territorial para el régimen administrativo, últimamente ha quedado dividido en 124 municipios que son porciones de su territorio sometidas a la autoridad de un ayuntamiento y gobernador nombrado por el pueblo.

Los límites del Estado de Jalisco son naturales y artificiales. Son naturales los determinados por el litoral del Océano Pacífico, y los formados por las corrientes de los ríos de Ameca, Lerma, Tuxpan y Cihuatlán, siendo artificiales en su mayor parte los demás linderos, demarcados con torrecillas y otras señales.

Jalisco está limitado al norte con los estados de Nayarit, Durango, Zacatecas y Aguascalientes; al este con San Luis Potosí, Guanajuato y Michoacán; al sur con el estado de Michoacán y Colima, y al oeste con el Océano Pacífico.

Este territorio está cruzado por la cordillera Neo-volcánica y la Sierra Madre del Sur; abarca gran parte de la cuenca del Lerma-Santiago y la Laguna de Chapala, con gran número de Valles y planicies de importante actividad agrícola y ganadera.

El contorno del Estado de Jalisco tiene una forma completamente irregular, presenta cuatro salientes muy pronunciadas: una hacia el norte, entre los Estados de Nayarit, Durango y Zacatecas; otra hacia el noroeste, comprendida entre los Estados de Aguascalientes, San Luis Potosí y Guanajuato; otra más hacia el sureste entre los Estados de Michoacán y Colima, y la cuarta hacia el oeste determinada por el Cabo Corrientes, sobre la costa del Océano Pacífico. *HASTA AQUÍ → D.N.S. 21*

La mayor longitud es de norte a sur de 469 km y su mayor anchura es de noroeste a sureste de 432 km. La superficie total del Estado es de 81 058 km², Comparándola con las demás entidades de la República, en extensión ocupa el sexto lugar.

La población actual es de 3 066 430 habitantes (Censo 1960)

El Estado está dividido en cuatro provincias fisiográficas (Gutiérrez Vázquez 1959). Fig. 1.

1. Región de los Cañones
2. Región de los Altos
3. Región de las Cuencas y Centrales

REGIONES FISIOGRAFICAS DE JALISCO



- 1 cañones
- 2 los altos
- 3 las cuencas centrales
- 4 montañosa y declives del pacífico

Figura 1

4. Región Montañosa y declives del Pacífico.

La región de los cañones, de relieve escarpado, corresponde a una área intensamente disecada por el río Santiago y los afluentes de su margen derecha. Los profundos cañones de estos últimos corren en forma más o menos paralela de norte a sur, estando separados por serranías alineadas en el mismo sentido. Las laderas occidentales generalmente más pendientes que las orientales (Gutiérrez Vázquez op. cit; 12) y el nivel entre el fondo de la barranca y las montañas circundantes normalmente pasa de 700 m y a veces de 1500 m. La altitud varía entre 200 m en las partes inferiores del río Santiago y cerca de 2800 m en la cumbre más alta, pero en general se mantiene entre 500 y 2400 m.

La región de los Altos es la de topografía más uniforme y participa de la altiplanicie mexicana. Tiene el aspecto de una plataforma algo inclinada en el sentido NE-SW, desde las llanuras de Ojuelos, situadas a 2100 o 2200 m de altitud hasta las de Tepatlán que se encuentran a unos 1600 o 1800 m. Macizos montañosos aislados llegan a medir hasta 2700 m sobre el nivel del mar. Está formada por 19 municipios.

La región de las Cuencas Centrales se define claramente por una serie de depósitos lacustres antiguos o actuales, situados entre Guadalajara, Ameca, Ciudad Guzmán y Jiquilpan, que se hallan se

paradas entre sí por sierras y sierritas de magnitud diversa. Los vasos de Chapala, Sayula y Zacoalco son los más notables de los actuales. La altitud de los fondos lacustres varía entre 1250 y 1600 m, la de las montañas intercaladas llega hasta cerca de 3000 m.

La región montañosa y declives del Pacífico es la más heterogénea de todas, pues además de representar el área de confluencia de la Sierra Madre Occidental, el Eje Volcánico Transversal y de la Sierra Madre del Sur, incluye una porción de la depresión del Balsas y una serie de pequeñas planicies costeras en el litoral Pacífico. Como el nombre lo indica, la región es predominantemente montañosa en su relieve y los valles son en general de poca extensión y significación. Las sierras frecuentemente se inician desde el punto de contacto con el Océano mismo; las próximas a la costa; sin embargo, rara vez llegan a medir 1200 m de altitud. Más tierra adentro los cerros alcanzan con frecuencia la cota de 1500 m y las elevaciones más prominentes se encuentran en el área del Nevado de Colima (4330m) y del cerro Tancitaro (3960m). Tres llanuras costeras merecen mencionarse por su extensión: la del Valle de Banderas, que corresponde a la desembocadura del Río Ameca, la de Tomatlán y la de Tecomán, que fue formada por los sedimentos aportados por los ríos Armeria y Coahuayana.

Hidrológicamente más de la mitad del territorio estatal pertenece a la cuenca del Lerma-Santiago; a través de este sistema se drena toda la región de los cañones, casi toda la de los altos y la mayor parte de las cuencas centrales. Una pequeña zona perteneciente a la región montañosa y declives del Pacífico, forma parte de la cuenca del Río Balsas, a través del río Tepalcatepec; es el extremo SE de Nueva Galicia.

El resto de esta última región desagüa a través de ríos de menor significación, directamente al Océano Pacífico, los más importantes de los cuales son Ameca y Armería.

Los Lagos de Sayula, de Zacoalco y algunos más forman pequeñas áreas de drenaje endorréico en la región de las cuencas centrales. Igualmente sin desagüe hacia el mar quedan algunas zonas del Estado de Aguascalientes y la región de Ojuelos en el extremo noreste de Jalisco. (17) (24) (26).

→ V. DATOS CLIMATOLOGICOS

Factores que causan el tiempo¹ en México

Sin tomar en cuenta el efecto del cambio de latitud, aunque muy importante al considerar la presencia de aquellos débiles gradientes de presión², en las latitudes bajas con vientos moderados, que hace que los errores de observación en las lecturas barométricas, adquieran una importancia primordial al trazar las isobaras en los trópicos, hay tres factores geográficos o reguladores climáticos que aparecen como los responsables de la mayor parte de las características del tiempo en México, a saber:

- a. Orograffa
- b. Distribución de las tierras y aguas
- c. Circulación del aire

a. Orograffa

El efecto de las montañas se manifiesta directamente en la temperatura del aire. Como es bien sabido la temperatura del aire por lo regular disminuye con la altura, y es tan notable que los viajeros que llegan a México, desembarcando en su costa, se sorprenden de los cambios de vegetación que se presentan al ir ascendiendo por las empinadas laderas del altiplano. Esto por sí mismo, explica la diversidad de climas que se hallan en México, al menos en lo

que respecta a sus temperaturas. Aparte de los efectos obvios que ejercen en la distribución de ésta, hay otros efectos de la orografía no menos importantes, como el que ejerce sobre la distribución de la precipitación pluvial.

Como se sabe, la ascensión de las masas de aire húmedo es la causa de las nubes y de la lluvia. Esto es cierto ya sea en el caso de masas de aire elevadas por corrientes convectivas³ causadas por el calentamiento del suelo, o por la acción del viento que sopla sobre las laderas de la montaña, o por cualquier otra causa.

Por otro lado, el descenso de masas de aire causa el efecto opuesto, es decir, el calentamiento del aire por compresión adiabática⁴ que consecuentemente disminuye la humedad relativa y disposición de nubes, por evaporación en el aire.

Este hecho, de enorme importancia explica las anomalías que se encuentran en la distribución de la lluvia orográfica, pues da la razón de las diferencias muy marcadas en la precipitación de lugares vecinos.

Además, también podemos atribuir a la orografía otros efectos tales como el efecto de embalse⁵ de las sierras altas sobre las corrientes de aire. Este efecto se combina a menudo con otro, como la desviación de los vientos, fuera del camino que les

imponen los gradientes de presión y la rotación de la tierra, al encontrarse aquellos con una barrera orográfica. De lo dicho se capta con facilidad la importancia de este regulador.

En verdad, al tomar en cuenta su posición entre dos franjas que se caracterizan una por los vientos alisios y otra por las altas presiones subtropicales, si no fuera por sus montañas, México sería una selva tropical en su porción suriana extrema que iría convirtiéndose gradualmente en un desierto hacia el norte.

✓ No sucede así, sino que por el contrario el altiplano central como resultado de su elevación, goza de una magnífica temperatura durante la mayor parte del año. Esto se debe como ya se dijo a su situación dentro de los trópicos y a su elevación, pues las corrientes de aire superiores en estas latitudes son muy constantes, alterándose sólo de tarde en tarde por alguna perturbación tropical; aquí nos estamos refiriendo no a la circulación del aire al nivel del mar, afectadas por ondas someras, sino más bien a la circulación de conjunto a alturas comparables con las del altiplano, o más arriba, hasta donde llegan las más altas montañas. Esta circulación superior es la responsable del ritmo y la tónica de los fenómenos del tiempo que se observan en la superficie de las tierras altas.

Otro efecto de la altura es lo que puede nombrarse "efecto de la fuente de color elevada" que brevemente se puede explicar así:

La mayor parte de la lluvia del altiplano tiene lugar durante períodos de actividad convectiva extensa, obviamente condicionada por la existencia de cantidades de humedad suficientes y de inestabilidad potencial en el aire libre⁶. La primera es transportada por el viento, la segunda aparentemente se gesta "in situ" por la presencia de tierras altas calentadas por el sol. La inestabilidad del aire se libera a veces repentinamente sin que haya la menor pista de su origen, pues aunque en un momento dado no existan indicios de convección anormal en las llanuras costeras cercanas y en los mares inmediatos, es posible que poco después se observe mal tiempo sobre el altiplano, el cual no se puede explicar por rasgos de escala sinóptica⁷ que podrían haber sido transportados por las corrientes de aire reinantes.

A partir de sondeos efectuados en estaciones fuera del altiplano, situadas cerca de las costas, es evidente que la temperatura del aire libre sobre las llanuras, a niveles comparables al promedio de la altura del altiplano, es mucho más baja que la temperatura registrada durante el día al nivel de la superficie del mismo, indicando que las masas de aire llevadas por advección⁸ desde encima de las llanuras hasta el altiplano fueron fuertemente calentadas por debajo y su inestabilidad convectiva liberada en algún nivel alto sobre el mismo, sin haber sufrido la ascensión orográfica en el paso desde las alturas sobre terreno bajo a

las tierras altas, que en este caso se convierten en una fuente de calor elevada.

Esto se comprueba con observaciones repetidas de la altura de la base de nubes, tanto al nivel del mar como sobre el altiplano.

b. Distribución de tierras y agua

La forma latitudinalmente alargada de México, que se va angostando hacia el sur continuada a través de la porción istmica y que ubica a México en el trópico y en el subtrópico, responsable en gran medida de la estabilidad del tiempo de los climas moderados del altiplano.

Su forma alargada hace que el país disfrute del efecto termostático⁹ de las aguas de los Océanos que lo bañan en ambos lados. Por el lado del Atlántico, los mares calientes en los cuales tiene lugar una evaporación intensa en todo tiempo, constituyen una muy buena fuente de humedad y calor que tiene un papel principal en el tiempo y clima del país. Por el lado del Pacífico, la corriente fría de California, acrecentada por sugerencias de aguas frías frente a la costa oeste de México, explica la presencia de áreas secas, desérticas del NW de México y dan a esta porción del país las fuertes oscilaciones de temperatura que se encuentran en el vértice del Golfo de California.

Hacia el sur, a lo largo de la costa oeste, la temperatura del mar se eleva continuamente y en forma gradual, y cuando la costa alcanza el socaire de los altos conjuntos montañosos del sur de México, aunque no tan seca como el litoral norte, se convierte en el lugar favorito de playas invernales, como Zihuatanejo y Acapulco y otras bahías y playas innumerables a lo largo de la costa sur de México.

Así, en la mitad norte de México, las propiedades de aire sobre la corriente fría de California son proyectadas a tierra firme por los vientos occidentales y es a lo que se debe la extrema sequedad del sector NW del altiplano septentrional; mientras que en la mitad sur, las propiedades del aire características de las aguas calientes del Golfo de México, son llevadas por los alisios sobre el altiplano central, impartiendo a éste su clima templado tan agradable. Todo ello equilibrado y estabilizado por la presencia de grandes masas de agua que lo ciñen en el sur, hacia el Istmo de Tehuantepec. Entre ambas franjas se efectúa una transición gradual, siempre regida por la orografía.

HASTA AQUÍ
PAG 31

c. Circulación del aire

Como ya se dijo, una gran parte de México, el altiplano en particular, está sometida periódicamente a vientos orientales profundos que substituyen a grandes alturas a los alisios superficiales del NE. Los alisios profundos se encuentran sobre el altiplano du-

rante el verano y al principio del otoño (meses de junio, julio, agosto y septiembre) éstos son vientos calientes y húmedos.

Por el contrario, durante la estación invernal al principio de la primavera (diciembre, enero, febrero y marzo), los vientos occidentales reinan sobre la superficie del altiplano. Estos vientos que se observan normalmente al nivel del mar en las latitudes medias (35° latitud norte o más), se dejan sentir en el altiplano durante la mitad más fría del año. Esto también se explica en términos de la orografía, puesto que la elevación del altiplano lo sitúa dentro de los niveles superiores en los cuales estos vientos se sabe soplan aún sobre los trópicos. De todas maneras, por debajo del nivel del altiplano y hacia el sur, los vientos orientales alcanzan a arrastrarse por debajo de los occidentales en los lugares donde no existen masas montañosas.

Tanto estas corrientes de aire como sus perturbaciones, que cada año ocupan el altiplano alternadamente, son las que determinan los aspectos más acusados del clima de México. Sólo mencionaremos dos de las perturbaciones más típicas de estas corrientes básicas: las ondas del este y las vaguadas solares. Las primeras se presentan únicamente durante la parte inicial de la estación veraniega y originan las lluvias fuertes, pero no muy constantes que caen de vez en vez sobre el altiplano. Siendo formas sinópticas¹⁰ de la capa inferior de la atmósfera, en

su patrón estable sobre el mar Caribe, las ondas del este no muestran la forma ideal del libro de texto cuando están sobre el altiplano, pues carecen de las perturbaciones inferiores que desaparecen tan pronto como estas ondas entran en el Golfo de México por el este, permaneciendo tan sólo a niveles mayores que el promedio de altura del macizo montañoso, una perturbación difícil de localizar en el campo de los vientos y más difícil todavía de percibir en el de la presión; siendo localizable sólo una oleada de humedad que con anterioridad estaba asociada en las alturas con la ondulación en la corriente alisia al nivel del mar.

No obstante su rareza en la forma estereotipada sobre el altiplano, se cree que las oleadas de humedad del este son la causa de un porcentaje elevado de la lluvia anual sobre la mayor parte de México.

Las vaguadas superiores son formas que aparecen sólo en invierno y pasan sobre las tierras altas con vientos secos y fuertes, arrastrando con ellos nubes de polvo ocasionando intensos fríos en los desiertos inhóspitos del norte de México.

Estas perturbaciones de la alta atmósfera se dejan sentir por los cambios de dirección del viento que causan arriba del nivel de 3000 m, influenciando el campo de las presiones sobre el altiplano a medida que se desplazan de NW a SW o, más frecuentemente, del W a E sobre el altiplano. (19).



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Cuadro I. Datos meteorológicos

Municipios de Los Altos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	Tipo de clima
Acatic	20°47'	102°55'	1800	835.8	1199.5	500.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	50.3	0.0	S/D	S/D	(A)C(W _o)(W)a(i')
Acatlán de Juárez	20°26'	103°35'	1600	714.7	1107.7	404.6	20.5	39.5	1.2	29.0	12.1	7.1	1.0	E/3	S/D	(A)C(W _o)(W)b(e)g
Cuquio	20°56'	103°02'	1781	839.5	1124.4	452.5	17.9	45.0	-7.0	25.6	10.1	7.6	0.5	N/3	2190.7	(A)C(W _o)(W)a(e)g
Encarnación de Dfáz	21°32'	102°14'	1851	563.8	843.6	269.8	19.4	41.0	-7.0	28.4	10.4	25.9	0.6	NE/8	2150.5	BS,hw(W)(e)
Jalostotitlán	21°10'	102°28'	1733	690.9	1582.5	235.7	19.1	40.1	-10.0	20.4	8.9	32.7	0.7	W/14	S/D	(A)C(W _o)(W)a(e)g
Lagos de Moreno	21°22'	101°56'	1900	573.2	956.3	316.4	18.7	43.2	-9.0	31.6	5.8	12.9	1.9	SW/4	1807.5	BS,hw(W)(e)g
Mexicacacn	21°15'	102°43'	1550	705.6	1245.3	429.0	18.3	45.2	-7.0	27.7	8.9	20.8	0.5	S/SE/8	S/D	(A)C(W _o)(W)a(i')g
Ojuelos	21°52'	101°37'	2100	473.5	824.3	358.3	17.1	39.1	-9.0	25.4	8.9	38.2	0.8	SW/8	1778.7	BS,kw(W)(e)g
San Julián	21°01'	102°10'	2046	627.7	907.0	305.2	18.4	37.0	-4.0	26.7	10.0	22.6	2.2	SW/14	1888.3	
San Juan de Los Lagos	21°14'	102°20'	1750	715.2	1206.2	459.0	19.1	45.0	-8.0	28.5	9.7	19.0	0.8	W/8	S/D	(A)C(W _o)(W)a(e)
San Miguel El Alto	21°02'	102°24'	1844	634.5	960.8	341.8	17.8	43.5	-11.0	26.1	9.5	21.3	1.7	NE/8	2016.6	C(W _o)(W)b(e)
San Diego de Alejandrfa	20°59'	102°00'	1775	642.1	1041.5	254.0	17.6	35.0	-3.5	24.8	10.3	21.8	0.8	E/8	2220.5	(A)C(W _o)(W)a(i')g
Teocaltiche	21°26'	102°32'	1750	617.7	1015.0	352.0	18.6	45.0	-8.0	27.5	9.5	22.3	0.0	NE/10	2133.8	(A)C(W _o)(W)a(e)
Tepatitlán	20°49'	102°45'	1800	874.7	1071.6	516.5	19.0	37.0	-6.0	30.5	7.6	9.5	4.6	SW/8	S/D	(A)C(W _o)(W)a(e)g
Unión de San Antonio	21°08'	102°00'	1900	624.6	1081.7	375.2	18.2	37.0	-3.5	26.3	10.0	13.0	0.8	W/8	2294.0	(A)C(W _o)(W)b(e)g
Valle de Guadalupe	21°01'	102°37'	1818	814.3	1167.7	542.0	18.3	46.0	-10.0	27.6	9.0	16.2	0.1	SW/14	1996.5	(A)C(W _o)(W)a(e)g
Villa Obregón	21°07'	102°42'	1600	552.5	1063.0	235.9	19.5	39.0	-7.0	28.0	10.9	16.5	0.2	SW/8	1715.8	BS,hw(W)(i')g
Villa Hidalgo	21°40'	102°36'	1981	601.9	949.9	357.7	19.0	42.0	-7.0	27.6	4.0	16.7	0.2	NE/8	S/D	BS,hw(W)(e)
Yahualica	21°08'	102°51'	1750	693.1	991.5	420.4	18.3	45.5	-6.0	26.0	10.7	10.8	0.7	VRS	2305.4	(A)C(W _o)(W)a(e)g
Totales			34329	12795.3	20339.5	7126.0	434.8	745.1		487.7	166.3	565.2	18.1		32425.4	
			1806.7	673.4	1070.5	375.05	22.8	39.2	-5.6	25.6	8.7	29.7	0.9		1706.6	

Clima

La variada topografía de Jalisco tiene su reflejo en una notable diversidad de climas. El ecuador térmico toca el extremo sur del área, y por otra parte en las cumbres del Tancitaro y del Nevado de Colima se alcanza el límite de la vegetación arbórea. En el estado faltan los climas francamente húmedo y francamente árido, pero existe toda la amplitud de situaciones intermedias. Como caracteres climáticos notables de toda la zona deben resaltarse, la ausencia de estaciones térmicas y muy marcadas, y la presencia de dos estaciones hídricas muy bien definidas.

Clave para interpretar los datos del Cuadro I.

- I Latitud
- II Longitud
- III Altitud
- IV Precipitación media anual (mm)
- V Precipitación máxima anual (mm)
- VI Precipitación mínima anual (mm)
- VII Temperatura media anual (°C)
- VIII Temperatura máxima extrema anual (°C)
- IX Temperatura mínima extrema anual (°C)
- X Temperatura máxima anual promedio (°C)
- XI Temperatura mínima anual promedio (°C)

- XII Heladas promedio anual (días)
- XIII Granizo promedio anual (días)
- XIV Viento dominante anual (rumbo km/h)
- XV Evaporación total

Los datos anteriores han sido sacados del Boletín Informativo No. 1 del Plan Lerma asistencia técnica y las estaciones se encuentran situadas geográficamente como lo indica el mapa de la Figura 2. Asimismo los datos son promedios obtenidos de 10 años por lo menos de observación.

→ OROGRAFÍA
Ya se ha dicho anteriormente que uno de los factores que causan el tiempo es la orografía, y la región de los Altos es la de topografía más uniforme en el estado, y como parte del altiplano tiene un clima más o menos estable durante el año; asimismo, se han mencionado ya las causas de este fenómeno.

De igual manera, se ha explicado también que la distribución de tierras y agua es responsable en gran medida de la estabilidad del tiempo y del clima moderado en los Altos. Y por último se ha manifestado la importancia que tiene también la circulación del aire en el altiplano, y ahora particularmente en la zona de estudio.

Considerando algunos factores climáticos, y de acuerdo con los datos existentes, se puede decir que los pastizales indígenas

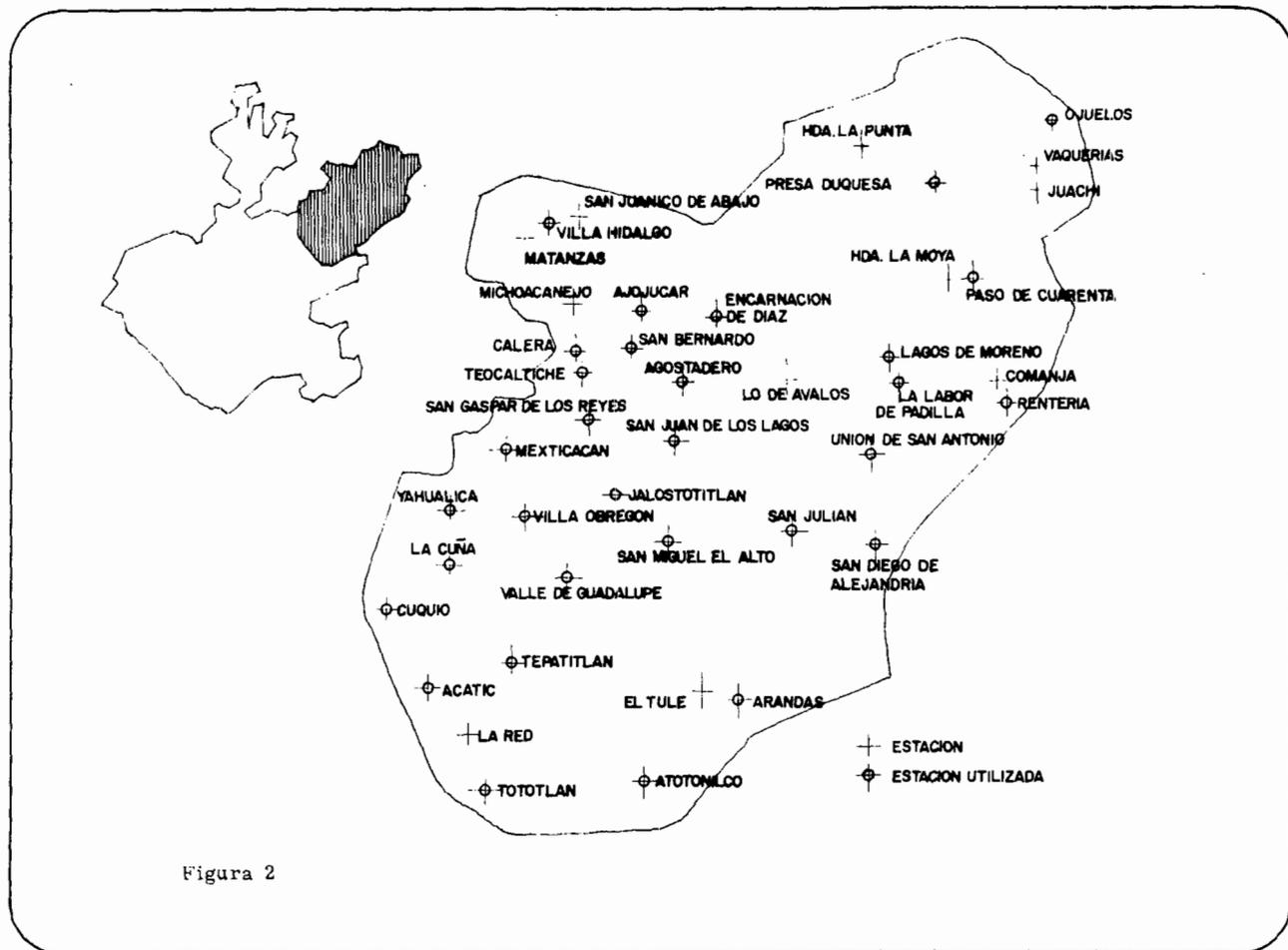


Figura 2

en los Altos de Jalisco, se encuentran situados entre los 1500 m y 2200 m de altitud, siendo la parte más elevada en Ojuelos.

Ahora bien, la precipitación media anual, varía de 400mm también en Ojuelos, y alcanza hasta 850mm o más en Tepatitlán.

El período de lluvias comprende por lo general los meses de mayo a octubre; durante este lapso la precipitación alcanza un 90% (Rzedowski y Mc Vaugh) del total, con lo cual el año se divide en un período húmedo y otro seco, la duración de este último varía de 5 a 8 meses. Las precipitaciones suelen ser de tipo torrencial y de duración corta, se producen generalmente por las tardes.

La temperatura media anual tiene valores que oscilan entre 17°C en Ojuelos y 20°C en Acatlán de Juárez. Temperaturas altas se pueden encontrar en Lagos de Moreno, alcanzando valores hasta de 32°C en promedio anual. Las zonas más frías de la región se localizan al norte alcanzando valores de 4°C promedio anual.

Los Altos es una zona en la cual se presentan heladas año con año, ya que la zona libre de éstas se dice que se encuentra situada por lo general debajo de 1200 m de altitud. Hay lugares que tienen hasta 50 días o más como promedio anual en los que pueden presentarse heladas. El mes más frío es común-

mente enero y el más caliente mayo o junio.

Las temperaturas máximas extremas alcanzan valores cercanos a 46°C, mientras que las temperaturas mínimas extremas pueden tener valores hasta de -11°C.

Con respecto a granizo, los Altos puede decirse que tienen valores bajos, pues solamente tienen un máximo de 5 días como promedio anual.

Son escasos los datos referentes a la humedad atmosférica relativa, y sólo como una referencia se menciona que hacia el extremo noreste se puede encontrar un promedio anual de solamente un 50%.

La evaporación es de gran importancia, pues casi siempre es mayor que la precipitación promedio anual, puede tener valores hasta de 2300 mm de promedio en el sureste de la región. De acuerdo con esto, debe considerarse la forma de aprovechar mejor el agua.

Las zonas áridas o semiáridas son todas aquellas regiones donde la provisión de agua es deficiente o casi nula.

Eficiencia de la precipitación. - Aunque la principal fuente de agua para las plantas es la precipitación no toda ella es igualmente eficaz para aumentar la humedad del suelo. En primer lugar cuan-

to más lenta y suave es la lluvia mayor es el tanto por ciento que penetra en el suelo. En segundo término cuanto más grande es la cantidad de lluvia que cae en un período dado, más proporción penetra en profundidad fuera del alcance de evaporación superficial. Así en un clima seco, una serie de lloviznas que sumen una lámina apreciable puede no tener ningún efecto en el aumento del contenido de humedad del suelo. Cuanto más larga y más seria haya sido una sequía, más lluvia se necesita para romperla. Finalmente cuanto mayor sea la capacidad de evaporación, menos utilizable será el agua precipitada.

Hay varios métodos para expresar la eficiencia de la precipitación desde este último punto de vista. Los investigadores han tratado de sacar una fórmula que nos dé el índice de aridez de un lugar. Entre éstos se encuentra Lang y Martonne, Emberger y Angstrom. ~~A~~ HASTA AGUIR A LA PAG. 39

Lang produjo el "Índice factor lluvia" obtenido por dividir la media anual de precipitación en mm entre la media anual de temperatura en °C.

$$\frac{P}{T} \quad \text{o} \quad \frac{P_{mm}}{^{\circ}\text{C}}$$

Regiones con un cociente $\frac{P}{T}$ abajo de 40 fueron definidas como áridas.

Con relación a este índice Lang estableció la escala siguiente:

Un índice de 160 corresponde a las zonas húmedas (bosque tropical lluvioso, selvas ecuatoriales). De 160 a 100, zonas húmedas de grandes bosques. De 100 a 60 zonas semi húmedas de estepa y sabana. De 60 a 40 zonas áridas. De 40 a 0 zonas desérticas.

El geógrafo francés Emmanuel de Martone definió por un índice de 5 el límite del verdadero desierto. El límite peso de la estepa, o el límite de cultivo sin irrigación, fue sacado donde el índice de aridez tenía un valor de 10.

El índice de E de Martone, debe ser mencionado en una forma modificada:

$$I = \frac{P}{t + 10} \quad \text{donde: } P = \text{precipitación media anual} \\ t^{\circ}\text{C} = \text{promedio de temperatura anual.}$$

Se agregan 10 unidades al denominador a fin de que, si la temperatura media es negativa, no resulte el índice de aridez un número negativo. Con arreglo a este índice de Martone clasifica los climas así:

Valor del índice de 60 a 40, clima de bosque lluvioso tropical y de régimen monónico. De 40 a 20, clima de cultivos de temporal y olivares, siendo arriesgado el cultivo de cereales y conveniente la cría de ganado vacuno. De 20 a 10, estepas y países secos. De 5 a 0 zonas desérticas.

Ahora bien, determinando el índice de aridez de los Altos de Jalisco con las dos fórmulas o sea, la de Lang y la de Martone resulta que

$$1) \text{ Lang } \frac{P}{T} = 29.5$$

$$2) \text{ Martone } \frac{P}{t+10} = 20.5$$

Con la fórmula de Lang la zona quedaría incluida en la llamada desértica y con la de Martone quedaría en la zona temporalera donde se recomienda la cría de ganado vacuno, y ésta en último caso, se acercaría más a la realidad práctica de la zona, pues ya se verá en el Capítulo de la división de la República en zonas agropecuarias como la descripción corresponde casi en su totalidad a la misma.

En 1932 Emberger introdujo la fluctuación anual de temperatura y la media de temperatura:

$$I_{arid} = \frac{100 P}{(M-m) (M+m)} \quad \text{donde:}$$

M = media máxima de temperatura en el mes más caliente

m = media mínima de temperatura en el mes más frío

Este índice está mejorado pero tiene la misma estructura que el de De Martone.

Angstrom en 1936 sugirió modificar el índice de aridez de De Martone y propuso el coeficiente de humedad:

$$I = \frac{100 P}{(1.07)^t}$$
 donde el denominador se duplica con un aumento de 10°C.

En 1942 De Martone modificó la fórmula incluyendo una representación del total medio de lluvia (en mm) y la media de T en °C del mes más seco. La fórmula así fue:

$$\frac{\frac{P}{T + 10} + \frac{12P}{t + 10}}{2}$$

que da valores de menos de 5 para el Sahara y el Valle Death en California, Denver, Colorado; por otra parte tiene un índice de 18 y debería hasta aquí no ser considerado como falso dentro de la zona árida.

Las fórmulas de Lang y De Martone están abiertas a la crítica que ellos hicieron aparecer evaporación, para ser una función solamente de la temperatura aunque esto está relacionado para muchos factores, incluyendo velocidad, presión atmosférica, humedad relativa, cobertura de la planta y uso de la tierra. Sin embargo, la definición de tierras áridas proporcionada por Lang y De Martone es una razonable aproximación usando sólo las medidas de los parámetros climáticos de temperatura y lluvia. Como en todas las fórmulas basadas en promedios de apreciación, es confusa por la alta variabilidad de lluvia de año a año que es una realidad en las tierras áridas. Compare por ejemplo, el índice de aridez de De Martone calculado para Yumma en 1899 y en 1905; en 1899 Yumma reci-

bió 25 mm, pero en 1905 más de 280 mm. La variabilidad de la lluvia de semejante magnitud, disuade de la irreflexiva confianza en considerar constante a la más refinada fórmula inventada para diferenciar la aridez desde las tierras húmedas, y grado de aridez dentro de las tierras áridas.

→ Clave de símbolos para la identificación de climas en Los Altos de Jalisco:

Tipo	Denominación de Koppen	Modificación de García
Af	Clima de selva	Clima caliente y húmedo con lluvias todo el año
Aw	Clima de sabana	Clima caliente subhúmedo con lluvias en verano
BS	Clima de estepa	Climas secos o áridos
BW	Clima de desierto	Climas muy áridos o muy secos
Cw	Climas sénicos	Climas templados subhúmedos con lluvias en verano
Cf	Clima templado (Cfa y Cfb)	Climas templados húmedos con lluvias todo el año

Descripción de símbolos del sistema de Koppen modificado por García (1964):

- (A) C Clima semicálido, con temperatura media anual entre 18° y 22°, y el mes más frío con más de 18°
- B S, Clima seco o árido con régimen de lluvias en verano, con un cociente P/T mayor de 22.9. Es el tipo de clima menos seco de los BS
- C (W_o) Clima subhúmedo con lluvias en verano, con un cociente P/T menor que 43.2. Es el tipo más seco de los climas subhúmedos

C (W₁) Subhúmedo con lluvias en verano y con un cociente P/T entre 43.2 y 55.0. Intermedio entre el C (W°) y C (W₂).

En el sistema usado se representa la temperatura por a, b, c, d, k y se refiere a media anual.

g representa la marcha anual de la temperatura

i representa la amplitud de la temperatura

h y k temperatura media anual

A continuación se describen los símbolos que representan los climas de los municipios de los Altos;

- h Temperatura media anual sobre 18°
- k Temperatura media anual abajo de 18° con el mes más caliente sobre 18°
- a Temperatura media del mes más caliente sobre 22°
- b Temperatura media del mes más caliente sobre 6.5° y 22°
- i' Con poca oscilación térmica, entre 5° y 7°
- e Extremosos con oscilación térmica entre 7° y 14°
- g. Con el mes más caliente antes del solsticio de verano
- w Con régimen de lluvias en verano, y con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5%
- Ca Templado con verano cálido, con una temperatura anual entre 12° y 18° y con el mes más frío entre 3° y 18° y con el mes más frío entre 3° y 18°. Se hace la descripción respectiva de la a.
- Cb Templado con verano fresco largo, con temperatura anual entre 12° y 18° y el mes más frío entre 3° y 18°. Se hace la descripción respectiva de la b.
(3) (6) (17) (25).

Algunos aspectos ecológicos y su importancia

A continuación se exponen algunas consideraciones por las cuales es importante el estudio del medio ambiente que rodea no solamente al zacate sino a cualquier organismo viviente.

Los factores de habitat están íntimamente relacionados y su acción depende en cada caso de la acción de los demás, de lo cual se deriva la importancia específica de cada uno.

Factores climáticos

Humedad atmosférica, definición y clases.- Se llama humedad atmosférica al agua que se encuentra en el aire en forma de vapor. Es factor de gran importancia para la vegetación, pues afecta directamente a la transpiración por las plantas, y la cantidad de agua que pierden éstas, determina con frecuencia que puedan o no vivir en un habitat determinado. El vapor de agua se encuentra distribuido en el aire mucho más uniformemente que el agua en el suelo.

La humedad atmosférica se puede considerar de dos maneras: como humedad absoluta y humedad relativa. La humedad absoluta, es la cantidad real de agua que existe en la atmósfera; se expresa en gramos por metro cúbico de aire. La cantidad absoluta de agua que existe en el aire no determina por sí misma, que el ambiente sea seco o húmedo. La cantidad total de vapor por unidad de volumen en un clima seco desértico, puede ser mayor

que la existencia en un clima considerado como húmedo.

El hecho anterior ha conducido a la necesidad de introducir el concepto de la humedad relativa. Se entiende por tal, la relación entre el volumen de vapor de agua por unidad de espacio, realmente existente, y el que sería necesario para saturar la misma unidad en las condiciones existentes. Esta relación se expresa en porcentaje, por ejemplo, una humedad relativa del 50% significa que en cada metro cúbico de aire se encuentra la mitad del vapor de agua que sería necesario para saturarlo y por tanto a igual volumen de vapor, menor es la humedad relativa. Esto explica que la cantidad absoluta de vapor contenido en cada unidad de volumen del aire, no determine que sea seco o húmedo. (7)

Influencia de la temperatura y el viento sobre la humedad.

Las temperaturas elevadas aumentan la capacidad del aire para la humedad y, en consecuencia reducen la humedad relativa. Por ejemplo, el aire de una habitación de 6 x 6 x 3m está completamente saturada de humedad, contiene la cantidad de vapor equivalente a 3 litros de agua líquida, si la temperatura es de 27°C. Pero si la temperatura es de 16°C, solo contiene al estar saturado, la mitad de dicha cantidad, y si la temperatura baja a 18°C, solo contiene el vapor equivalente a 0.15 litros de agua líquida. Por lo tanto de 2 regiones con igual precipitación pluvial, la más cálida es la más seca. Durante el día, disminuye la humedad re-

lativa a medida que aumenta la temperatura, volviendo a aumentar por la tarde al irse enfriando el aire. Si la temperatura nocturna es suficientemente baja, el volumen de agua puede ser mayor del necesario para la saturación, y precipitarse el exceso en forma de rocío. Cuanto más baja es la humedad relativa, a una temperatura dada, más rápidamente toma el aire el agua de transpiración de las hojas o del suelo húmedo. Esto hace que al aumentar la temperatura del aire y disminuir la humedad relativa se incremente la transpiración de las plantas y la evaporación desde el suelo. La temperatura de las hojas tiene un efecto pronunciado sobre la marcha de la pérdida de agua.

Déficit de presión de vapor.- La presión que ejerce un vapor o un gas, está determinada por su cantidad en cada unidad de volumen y por la temperatura. El déficit de presión de vapor es la diferencia en la presión ejercida por el vapor de agua realmente presente en la atmósfera en un momento dado, y a una temperatura dada y la presión que sería ejercida, si el espacio estuviera saturado con vapor de agua a la misma temperatura. Este déficit de presión se expresa en milímetros de mercurio. Una humedad relativa de 100% a 20°C, corresponde a una presión de vapor de 17.55 milímetros de mercurio. Si la humedad relativa es del 60% multiplicando la cifra anterior por 0.60, se obtiene la presión de vapor real que sería en este caso 10.53 mm. El dé-

ficit de presión de vapor sería la diferencia entre 17.55 (presión máxima en una atmósfera saturada a 20°C) y 10.53 mm (presión real del vapor existente), o 7.02 mm.

A pesar de lo que suele creerse, el déficit de presión de vapor o déficit de saturación, no es la causa directa de la evaporación o de la transpiración. Estas están determinadas en realidad por la diferencia entre la presión de vapor en la superficie de evaporación, es decir, en la superficie de la hoja o del suelo y la del aire que está sobre ellas. El hecho de que con frecuencia exista una correspondencia entre el déficit de saturación y la evaporación, se debe en parte a que suele existir una relación entre la diferencia de presión que hemos aludido y el déficit en la atmósfera circundante. En condiciones normales la temperatura de la superficie de la hoja, o de la superficie del suelo o del agua, difieren poco de la temperatura del aire, y entonces el déficit de presión o saturación, es un índice bastante exacto de la oportunidad de evaporación.

 Evaporación.- El poder de disecación o fuerza de evaporación de la atmósfera, es de gran importancia para las plantas y está determinado por varios factores; como la humedad de la atmósfera, velocidad del viento, temperatura del aire e intensidad de la luz solar. El carácter de la vegetación y el ritmo de su desarrollo, no dependen únicamente de la cantidad de agua que exista en el suelo, sino también, y en grado muy importante, de la pérdida por eva

poración y transpiración de la humedad absorbida.

La medición de la marcha de la evaporación, proporciona una indicación del efecto combinado de la humedad atmosférica, de la energía radiante, es decir, de la temperatura, de la luz y del viento. Aunque no existe ningún instrumento que determine los efectos de estos diferentes factores, sobre la pérdida de agua, en forma similar a la de las plantas, existen aparatos que proporcionan datos suficientemente aproximados. Desde luego las diferentes plantas responden de distinto modo, debido a las diferencias existentes en el movimiento estomatal en la densidad del jugo celular, en el contenido coloidal de las células, etc., sin embargo, el proceso de la evaporación desde una superficie adecuada, como la de un vaso de arcilla porosa es muy similar al del organismo vegetal, y la constituye el fundamento de algunos de los aparatos que se utilizan para los estudios relativos a la evaporación y transpiración.

El problema del balance hídrico en las plantas cultivadas.-

Las adaptaciones que permiten el mantenimiento de un equilibrio satisfactorio entre el agua absorbida, y el agua perdida se han producido en dos direcciones. Por una parte se han creado cubiertas casi impermeables de tejidos cutinizados o suberizados, que atenúan mucho los riesgos de la transpiración. De otra, se han organizado raíces y rizoides, estructuras altamente especializadas para extraer humedad del suelo.

La cutina y la suberina muy eficaces desde el punto de vista de retardar las pérdidas de agua por la superficie, tienen el serio inconveniente de impedir el intercambio de gases entre el protoplasma y la atmósfera, fenómeno indispensable para la fotosíntesis y la respiración. Del 90 al 95% del agua transpirada por la hoja se pierde a través de los estomas, lo que demuestra la poca eficiencia de la cutícula.

La transpiración cuticular no está sujeta a regulación fisiológica, en cambio, la transpiración por los estomas está regulada fisiológicamente por el efecto de las células de cierre que controlan la abertura del estoma.

La transpiración es hasta cierto punto beneficiosa, aumenta el ascenso de elementos nutritivos a la parte superior de la planta. Pero quizá sea más importante su efecto de enfriamiento de las hojas, en momentos que una diferencia de algunos grados puede ser decisiva para la eficacia funcional o incluso para la persistencia de la vida, pues las hojas expuestas al sol se ponen mucho más calientes que el aire, cuando se detiene la transpiración artificialmente o se limita por el marchitamiento. La temperatura de una hoja que sufre una transpiración rápida puede ser 20°C menor que la del aire que la rodea.

La transpiración por encima de la intensidad indispensable para el enfriamiento de las hojas, es potencialmente perjudicial

para la planta. Cuando la pérdida de vapor es tan grande las hojas pierden su presión de turgencia y las funciones del protoplasma dejan de ser normales. Sólo hay crecimiento cuando la absorción excede a la transpiración, pues se necesita un exceso de agua para hinchar las vacuolas de los protoplastos recién divididos.

Por último, una transpiración excesiva puede secar el protoplasma por debajo del mismo contenido de agua que le permite mantenerse vivo, este mínimo es relativamente alto en los tejidos activos; por ejemplo, el protoplasma de la mayor parte de las hojas muere cuando el contenido de agua baja a menos de 30 o 50%.

La intensidad de la transpiración cambia con: 1) la evaporación potencial de la atmósfera determinada por el déficit de saturación y el viento; 2) el sentido y la magnitud de la diferencia entre la temperatura de la superficie de la hoja y el aire, pues esta diferencia afecta a los gradientes de presión de vapor; 3) el grado de saturación de los tejidos con agua, que afecta al grado de apertura de los estomas y a la capacidad de los coloides citoplasmáticos para ceder agua; 4) la respuesta de las células de cierre a la luz, que abre los estomas; y 5) el efecto de la luz sobre el incremento de la permeabilidad del protoplasma. Todas estas influencias están reguladas directa o indirectamente por la radiación solar. Esto explica las notables diferencias entre la transpiración diurna y nocturna en la mayor parte de las plantas.

Como las plantas vasculares absorben agua por las raíces al mismo tiempo que pierden agua por sus órganos aéreos, la relación entre ambos procesos determina el estado de hidratación de los tejidos; esta relación entre el agua absorbida y el agua perdida se llama balance hídrico de la planta.

Como la absorción y la transpiración están reguladas a la vez por el medio y por la propia planta, hay tanto aspectos externos como internos del balance hídrico que no abordaremos, ya que son extensos y sólo se menciona su existencia.

→ La temperatura. - La temperatura interviene en mayor o menor grado en casi todas las funciones de las plantas, de ahí la importancia que tiene en el funcionamiento de los vegetales. Todos los procesos del metabolismo y muchos procesos físicos, como la difusión, precipitación y coagulación en la formación de la membrana celular, dependen de la temperatura y se aceleran cuando ésta aumenta hasta un grado óptimo. Cuando la temperatura desciende hasta un cierto mínimo, se retarda el crecimiento; a temperaturas inferiores se interrumpe la división celular y la fotosíntesis, y aquí es donde se encuentra la explicación al ¿por qué? los pastos dejan de crecer en el invierno, y a temperaturas todavía más bajas, cesa la respiración y sobreviene la muerte. La temperatura no solo es necesaria para los procesos vitales, sino que proporciona la energía necesaria para muchos de ellos. La

energía radiante, por ejemplo, es absorbida en la fotosíntesis y puesta en libertad durante la respiración. Las respuestas a la temperatura no están localizadas en ningún órgano determinado, sino que tienen lugar en todo el protoplasma de los tejidos vivos.

El habitat desempeña un papel importante en la influencia de la temperatura sobre cada especie. La selección natural o artificial ha hecho que cada especie esté adaptada a ciertos extremos de calor y frío, y a ciertas sumas de calor por estación. Cuando la temperatura sale, estos extremos detienen la actividad de la planta. La adaptación de cada especie a la región en que usualmente vive, da por resultado un hábito más o menos fijo en relación con la temperatura; así por ejemplo en la región de los Altos, los pastos necesitan experimentar las temperaturas bajas del invierno, como un estímulo para renovar el crecimiento. El invierno no es para las plantas de dicha región una catástrofe periódica, sino un estímulo para el vigor de su desarrollo.

La temperatura también tiene un efecto importante sobre la ecesis, al influir en la germinación de las semillas y sobre la reproducción, al actuar sobre la apertura y cierre de las flores y de las inflorescencias.

Temperatura y fenología.- Las plantas típicamente anuales completan su ciclo sin períodos de reposo entre la germinación y

la saturación de la semilla. Algunas plantas perennes también tienen un desarrollo continuo si el medio lo permite, pero la mayor parte sufren períodos de reposo como es el caso de los pastos nativos perennes, y en los que cesan el crecimiento activo y la floración, aún cuando el medio siga siendo favorable. Para la mayor parte de las plantas perennes de las zonas templadas, su necesidad de bajas temperaturas y reposo suelen quedar satisfechas antes de que termine el invierno, de modo que pueden reanudar su actividad vegetativa tan pronto como queda traspuesto el umbral de temperatura correspondiente, siempre que no les falten otras condiciones precisas como fotoperíodo o humedad. Se ha observado con frecuencia que la reanudación de la actividad en estas plantas, es más prematura o más retardada según cuando se presenten temperaturas adecuadas en primavera, y que la reanudación siempre se va presentando más tarde a medida que aumentan la altitud o la latitud.

Un conocimiento de los datos fenológicos medios y de las desviaciones estacionales, que puedan esperarse tienen aplicación en el manejo de pastos, ya que se usa mucho el estado de desarrollo de la planta para determinar las fechas generales, y específicas en que el pasto está en condiciones de utilización.

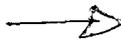
Congelación.- Como el jugo celular lleva siempre sustancias en solución, su punto de congelación es inferior a 0°C.

HATA AUC
PAG 52

Cuando los tejidos vegetales llegan a congelarse, sale agua de las células como cuando se marchitan, formándose cristales de hielo en los espacios intercelulares. Esto explica el aspecto flácido que se observa en las plantas heladas.

El deshielo no causa ningún daño cuando las células han muerto al producirse la congelación, pero en las plantas que pueden soportar una cierta cantidad de hielo en los tejidos, el deshielo rápido es muy perjudicial, pues las células no pueden recuperar el agua que había salido a los espacios intercelulares. En cambio un deshielo lento es mucho menos perjudicial, pues pueden recuperar las células gran parte de dicha agua.

La capacidad de retención del agua y la presión osmótica ayuda a resistir a la congelación, al disminuir el movimiento del agua hacia el exterior de la célula vegetal. (7).



VI. SUELO

Suelos de la región de Los Altos

En la región del estado conocida por "Los Altos" se presentan 2 tipos de suelos diferentes que son:

1. Suelos rojos derivados de basaltos, y
2. Suelos delgados provenientes de material riolítico.

Los suelos rojos que cubren una gran área de Los Altos que involucra principalmente los Municipios de Zapotlanejo, Tepatlán, Arandas, San Miguel El Alto, Unión de San Antonio, Atotonilco y Jesús Marfa, se derivan de un basalto muy rico en fierro, por la oxidación del cual se adquiere el color de estos suelos.

Sus principales características son las siguientes:

- a. Son de color rojo de varios matices
- b. Son muy pobres en materia orgánica, menos del 2%
- c. No obstante su carácter principalmente arcilloso, son permeables. Su arcilla presenta muy pocas características coloidales.
- d. Su reacción va de neutra a ácida (pH 7.2 a 5.6)
- e. Son pobres en N y ricos en K
- f. La topografía general de la zona es accidentada

Al norte de la zona ocupada por los suelos rojos, se desarrolla una amplia área de suelos derivados de riolitas, o brechas riolíticas que en general alcanzan espesores muy pequeños (< 30 cm) sobre la roca que sirve de base, y presentan también en la mayor parte de los cerros una topografía muy accidentada (pendientes mayores de 10%).

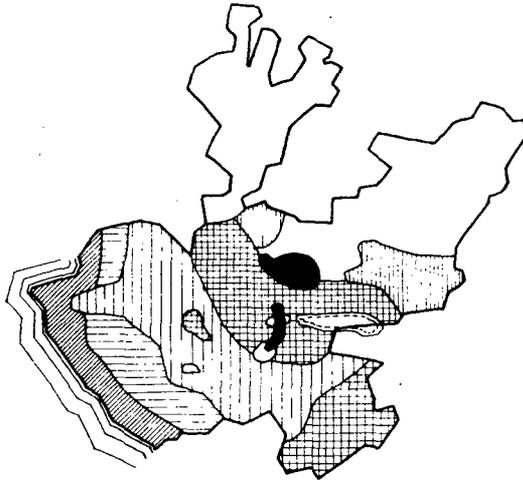
Las áreas más o menos planas de esta zona se emplean como agostaderos, ya que por el poco espesor del suelo y la escasa precipitación, es difícil que prosperen con éxito otros cultivos que no sean zacates.

Los suelos de la región son del tipo CHESNUT y una pequeña superficie del tipo FERRALITAS. Fig. No.3.

El Chesnut es un suelo intermedio de los grandes grupos de suelos zonales clasificados por Thorp y Smith (1940). Estos investigadores agruparon los suelos en tres órdenes que son: 1) Zonales, 2) Inzonales y 3) Arzonales. Asimismo la clasificación incluye sub-órdenes y grandes grupos de Suelos. Cuadro II.

Situando el Chesnut en esta clasificación, a continuación mencionaremos sus características generales: el hecho de pertenecer al orden de zonales manifiesta la evolución de los perfiles bien desarrollados, en los cuales se nota la influencia del clima y de la vegetación.

SUELOS ...

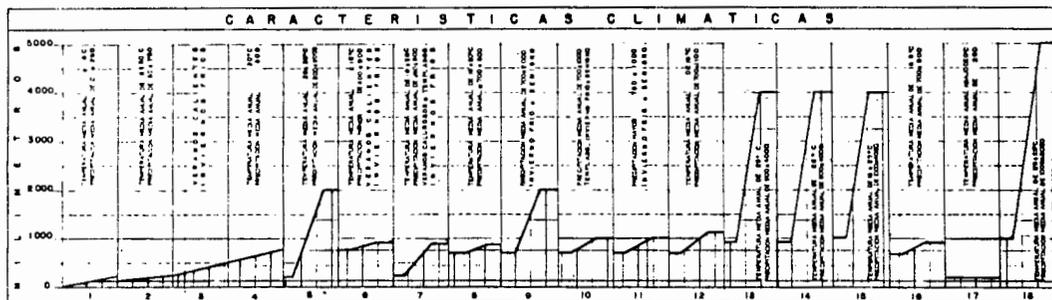


-  chernozem
-  praire
-  rojos y amarillos
-  caf e y caf e rojizo
-  ferralitas
-  salinos alcalinos
-  chesnut
-  praire arenoso

Figura 3

Cuadro II. Características de los suelos zonales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS ZONALES															
PEDOCALZ DE REGIONES ÁRIDAS Y SEMI-ÁRIDAS						PEDALFENS DE REGIONES SEMI-HÚMEDAS Y HÚMEDAS CON ESCASEZ O SIN ACUMULACION DE Ca Co ₂ Y BASES									
DE ACUMULACION GEOLOGICA Y LITÓGENAS		LITÓGENAS		DE ELUVIACION		DE ELUVIACION				DE HIDROMORFISMO Y ELUVIACION				HIDROMORFICOS	
DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	
DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	DE ELUVIACION	
PH	7.6	7.6	7.6	7.4	7-7.4	7-7.5	8-9	8.47	8.47	7.47	8.47	8.47	8.47	8.47	
Ce CO ₂	Riesos en sus y bases			Riesos y muy riesos		Riesos		Medios	Medios	Riesos en P ₂ O ₅ Al ₂ O ₃ TiO ₂ SiO ₂					
CaSO ₄	Amorfo cristalino			Riesos		Medios		Medios	Medios	Riesos en P ₂ O ₅ Al ₂ O ₃ TiO ₂ SiO ₂					
MgO	3.08%			4.4		3.15		3.08%		0.44%					
NaCl	0.1%			0.5%		0.5%		1%		5%		5.01%		0.543%	
SiO ₂	72.44%			70.03%		48.20%		89.89%		4.61		28.3		87.68%	
TiO ₂	0.84%			0.32%		0.71%								1.88	
Al ₂ O ₃	12.16%			10.25%		21.8%		2.85%		7.1		8.9		15.18%	
Fe ₂ O ₃	3.92%			8.44%		11.07%		4.83%		0.88		0.84		81.55%	
MnO	0.17%			0.07%		0.27%		0.07%		0.18		0.18		0.04%	
K ₂ O	1.17%			4.88		3				2.6		2.9		1.58	
CaO	2.04			3.82%		1		3.68		3.17		3.68		3.17	



NOTA: No se dan todos los datos de las temperaturas quincenas en los meses de 20 a 50%, por que estos meses se conocen en los meses que se dan para la mayoría de las zonas en un solo mes.



SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION DE APROVECHAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE AROLOGIA

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y CLIMÁTICAS DE LOS SUELOS ZONALES

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION DE APROVECHAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE AROLOGIA
 G-C-4298

Ahora bien el sub-orden a que pertenecen describe como características sobresalientes que son suelos de transición entre bosques y praderas, y su descripción general es la siguiente: en zonas de menos precipitación que en las áreas de Chernozem, la acumulación de las sales de Ca es más evidente en la superficie (35-60 cm) y las sales de Na y K están presentes en mayores cantidades; la vegetación es más escasa y más corto el tamaño (pastos). El color muy oscuro del suelo cambia al café y es más delgado.

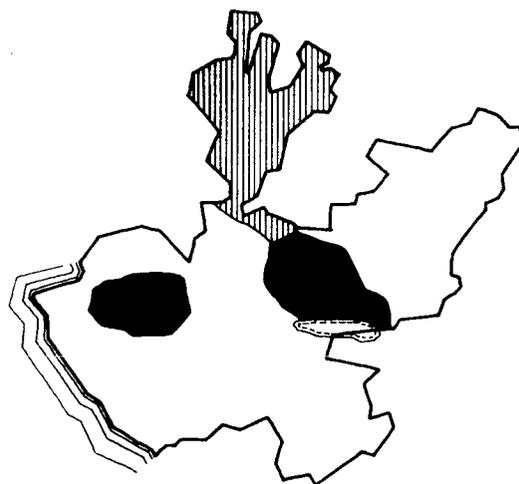
Las ferralitas pueden tener un espesor de 60 a 200 cm y su pH puede variar de 6 a 7, asimismo el contenido de materia orgánica presenta valores que van de 2 a 4% y encontrándose valores de Fe_2O_3 de 25 a 60%.

Más del 90% de los suelos de Jalisco son pobres en nitrógeno, y la zona de Los Altos en su totalidad está incluida en este porcentaje, por lo que deben considerarse los mejoradores del suelo. Figura No.5.

El fósforo se encuentra con valores medio por lo que deben también tomarse en cuenta los fertilizantes fosfatados. Figura No.6.

El potasio es abundante en todos los suelos de la región, por lo que su utilización debe limitarse. Figura No. 7.

NIVELES DE PH ,'



-  7.5 a mas
-  6.6 a 7.5
-  6.5 a menos
-  no analizado

Figura 4

En términos generales, los suelos de Los Altos no presentan limitaciones de pH, pues tiene valores de 6.6 a 7.5. Figura No.4.(21) (22) (23).

Conservación del suelo

Se ha calculado de manera un tanto aproximada, que cerca del 50% de la superficie total de México está cubierta de pastos, los cuales constituyen una riqueza especial por ser los pastizales el lugar en donde se desarrollan económicamente las actividades pecuarias. 4- 2000 1000

En la gran área de nuestro país que es de 1 969 367 que pueden expresarse en números redondos como 196.4 de millones de ha de territorio continental y en 0.5 millones de ha de su área insular que es de 537.0 ha, se tiene lo siguiente:

30.0 millones de ha laborables

16.5 millones de ha de pastos en llanuras y lomeríos

69.0 millones de ha de pastos en terreno cerril

66.0 millones de ha no aprovechables para la agricultura,
pero sí para otros fines

196.4 millones de ha en total

Todas las tierras cubiertas con pastos naturales se encuentran defendidas contra los estragos de la erosión, en virtud de que el follaje y el sistema radicular de los pastos retienen y absorben el agua de las lluvias, evitando los rápidos escurrimientos superficiales de agua y destrucción de los terrenos.

NIVELES DE NITROGENO II

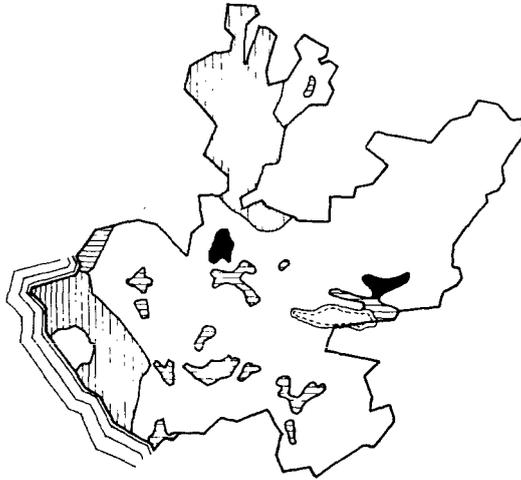


Figura 5

Las áreas de labor o laborables de México están comprendidas en los 71.0 millones de ha de terrenos llanos, ya que se considera generalmente que los terrenos agrícolas con pendientes mayores del 10% sufren de los efectos de la erosión, y requieren la aplicación de métodos de cultivo especiales con prácticas de conservación del suelo, y las tierras con pendientes mayores del 25% son impropias para el cultivo, a menos que se hagan obras costosas de terracería o construcción de bancales. (15).

Por lo anterior se deriva la necesidad de establecer programas tendientes a la conservación de los pastos y a la clasificación del suelo, de acuerdo con las clases establecidas en el Cuadro siguiente:

UTILIZACION DE TIERRAS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO									
CLASE DE CAPACIDAD DE USO	AUMENTA LA INTENSIDAD DE USO →								
	Vida silvestre	Bosques	Pastoreo limitado	Pastoreo moderado	Pastoreo intenso	Cultivo limitado	Cultivo moderado	Cultivo intenso	Cultivo muy intenso
AUMENTAN LAS LIMITACIONES Y PELIGROS ↓ DECRECE LA ADAPTABILIDAD Y FACILIDAD DE ELECCION DE USOS	I								
	II								
	III								
	IV								
	V								
	VI								
	VII								
	VIII								

- Clases de capacidad de uso de tierras e intensidad de utilización de cada clase. En los mapas de estudios de conservación las áreas según su capacidad de uso aparecen con los colores siguientes: Clase I, verde claro; Clase II, amarillo; Clase III, rojo; Clase IV, azul; Clase V, verde oscuro; Clase VI, anaranjado; Clase VII, café y Clase VIII, púrpura.

NIVELES DE FOSFORO

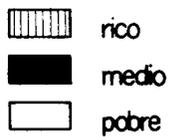
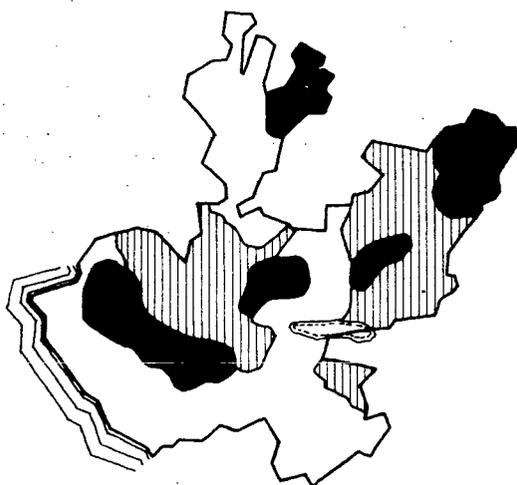


Figura 6

Los pastos y la fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo se mide por la capacidad del mismo para producir cosechas, y depende del agua, el oxígeno y los elementos nutrientes que pueda proporcionar a las raíces de la planta en crecimiento.]

No debe confundirse el término fertilidad con el término productividad, pues ésta depende no sólo de la fertilidad inherente del suelo sino también del modo en que tal fertilidad se aprovecha. La productividad es una medida de la fertilidad del suelo, únicamente cuando se trata de un sistema dado de aprovechamiento. En el caso de la rotación de cultivos a base de leguminosas, lo que importa la productividad de toda rotación. Los pastos será productivos cuando sirvan para alimentar a un ganado productivo.

El ganado puede actuar desde luego como intermediario para transferir la fertilidad de los pastizales naturales a las tierras de cultivo, pero muchas veces el estiércol animal y, especialmente la orina, se desperdician en los corrales y la boñiga se utiliza como combustible. La devolución a la tierra de todos los productos de desperdicio que haya, ya sea directamente o a través del animal, es de primordial importancia.

Las praderas a base de gramíneas exclusivamente despojan al suelo del nitrógeno existente, y sólo seguirán siendo productivas y fértiles si se aplican fertilizantes nitrogenados. Los agricultores

NIVELES DE POTASIO ...



Figura 7

de regiones húmedas templadas tienen la fortuna de poder disponer de un gran número de leguminosas productivas, con las cuales llevan a cabo rotaciones o asociaciones para mantener alta productividad del suelo.

En los climas semiáridos templados, la situación es completamente distinta. El factor restrictivo es la humedad del suelo. Asimismo el establecimiento de leguminosas es difícil por lo anterior, y además resulta problemático en el medio su cultivo.

Parece que en estas circunstancias el empleo de fertilizantes inorgánicos puede ser la solución más conveniente.

Aunque las condiciones físicas son importantes, la fertilidad química es por supuesto esencial y básicamente está dada por la presencia o ausencia de los elementos esenciales, primarios o macronutrientes que son tres: el nitrógeno, el fósforo y el potasio ya que el desarrollo normal y el crecimiento de las plantas están en función directa de su presencia. (25).

Topografía o relieve

La topografía o relieve determina las condiciones de utilización de la tierra y sus limitaciones; también determina las propiedades de desagüe superficial y drenaje interno que afectan el desarrollo del perfil del suelo.

Se debe considerar tanto la inclinación o declive como su longitud y variaciones. Las características principales de los accidentes del terreno y sus denominaciones más frecuentes son:

- 1) Planicies: Pendiente 2.5%
- 2) Mesetas: Poca pendiente y ocupan generalmente la parte alta de montañas, cerros o lomas. Desagüe superficial regular o malo.
- 3) Bajíos: Son terrenos que ocupan depresiones
- 4) Terrenos suavemente ondulados: Ocupan las faldas o prolongaciones de montañas, cerros, lomas, con poco relieve y pendiente de 2.5 a 7.5%.
- 5) Lomeríos: Terrenos ondulados con pendientes de 7.5 a 15%. Desagüe superficial eficiente.
- 6) Cerriles: Terrenos ondulados con pendiente de más de 15 a 25%, o laderas de cerros y serranías. Desagüe superficial fácil.
- 7) Terrenos montañosos: Son las tierras de fuerte pendiente de más del 15%, con desagüe superficial excesivo y siempre expuesto a la erosión enérgica.
- 8) Terrenos quebrados: Son los que tienen muchas barrancas, arroyos, cañones, desfiladeros y hondanadas producidas por una erosión enérgica. No aprovechable.

Como ya hemos mencionado anteriormente, los pastos se encuentran en lomeríos y cerriles mayormente en Los Altos.

Las clases de relieve mencionados dan lugar a cuatro tipos principales de desarrollo del perfil del suelo:

a) Los perfiles normales del suelo se desarrollan en relieves ondulados suaves y en las planicies de pendientes moderadas y de buen drenaje profundo, cuando el material madre es de composición mineralógica media, sin ser muy gravoso ni excesivamente arenoso.

b) En las mesetas se han encontrado por lo general suelos con un horizonte B compacto o cementado.

c) Los bajíos y las planicies mal drenadas desarrollan suelos intrazonales gleisados o turbosos en las regiones de clima húmedo y suelos salitrosos, o tequezquitosos en climas áridos.

d) En los lomeríos, cerriles y serranías los horizontes A y B son muy delgados y aun pueden haber sido arrastrados por la erosión. Este es el tipo de desarrollo que se presenta por lo general en la zona, y lo cual reafirma la clasificación del suelo hecha por el Ing. Ortiz Monasterio.

Quando el material madre es gravoso o excesivamente arenoso, o cuando la composición mineral es de categoría mal compensada, se alteran las normas indicadas. (22)

VII. ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LOS PASTOS NATIVOS

Origen de las gramíneas

Existen pocos fósiles que permiten comprender la gran evolución que ha sufrido la familia de las gramíneas.

Durante la era mesozóica, cuando la tierra era más uniforme y existían condiciones tropicales y húmedas hasta Groenlandia, el ambiente no era favorable para el desarrollo de las gramíneas y su fosilización. Sin embargo, se cree que las Bambúseas constituyeron la primera tribu de las gramíneas, y que evolucionaron en tiempos remotos. Actualmente existen más de 25 tribus, 600 géneros y cerca de 10 000 especies de gramíneas.

Existe la evidencia de que las plantas que se reproducen por semillas, se desarrollaron desde la era paleozóica y continuaron durante el triásico, jurásico y el período comancheano de la era mesozóica. Algunos fragmentos existentes indican la ocurrencia de gramíneas en el período terciario de la era reciente o cenozóica. Parece razonable pensar sin embargo que los bambúes y probablemente las Panicoideas fueron contemporáneas de las plantas primitivas portadoras de semillas.

Los primeros fósiles bien conservados, son de la tribu Stipeae. Dichos fósiles se encuentran en las grandes planicies del Oeste de los EE UU y pertenecen al período mioceno y subsecuentes, y no difieren radicalmente de especímenes del presente. Por lo tanto, gran parte de su evolución debió ocurrir anteriormente, es decir durante la era paleozóica, el principio de la proterozóica y la arqueozóica durante 4 o 5 períodos de formación de grandes montañas, y subsecuente erosión que ocurrió en la era mesozóica. La evolución de climas y formación de grandes rellenos en las planicies, favorecieron la evolución de las gramíneas.

Durante el período terciario de la era cenozóica, cuando se formaron los Alpes, los Himalayas, las Rocallosas y los Andes, nuevas modificaciones ocurrieron en los climas. Las grandes montañas interrumpieron el paso de masas de nubes y ocasionaron la formación de climas áridos.

En estos climas como los del Pacífico de América del Sur, la selva tropical y los grandes reptiles no pudieron subsistir. Consecuentemente los habitantes más pequeños del bosque empezaron a evolucionar como el ancestro de tres dedos del caballo. Otros evolucionaron con hábitos de ramoneo, el antilope, venado, elefante, jirafa y cabra. Algunos más como el búfalo, caballo, canguro, oveja, y las llamas, se especializaron en hábitos de pastoreo adaptados a regiones áridas. En su evolución estos animales dependieron de un

proceso evolutivo simultáneo de las plantas herbáceas de que se servían. La evolución del caballo se conoce más a fondo, se extiende del eoceno, a través del oligoceno, mioceno, plioceno y pleistoceno hasta el presente holoceno de la era cenozoica.

Por lo tanto, es lógico creer que las tribus de gramíneas que existen hoy, evolucionaron de las plantas similares al bambú, que existieron en el cretáceo o períodos anteriores, cuando las condiciones de alta humedad y calor prevalecían en casi toda la tierra.

Muchas especies de gramíneas y leguminosas, en su evolución, se distribuyeron por los animales mismos, al adherirse al cuerpo de ellos o al pasar por el tracto digestivo como semillas no digeridas.

Simultáneamente, los equinos desarrollaron una dentadura cortante capaz de triturar y moler los pastos secos de las grandes estepas. Los ovinos y los bovinos desarrollaron un sistema digestivo compuesto, y capaz de macerar los pastos secos y fibrosos que les eran accesibles durante largos períodos de sequía.

Distribución de los pastos nativos

Las condiciones ecológicas del territorio mexicano se conjugan para determinar una cubierta vegetal herbácea con dominancia de gramíneas en forma de pastizales nativos.

Por otro lado la intervención del hombre redundó en el establecimiento de pastizales inducidos (es decir, pastizales que reemplazan a la vegetación clímax), y de pastizales cultivados que aumentan el área nacional disponible para la producción pecuaria.

Esta riqueza en recursos naturales renovables de tipo forrajero, más las circunstancias de la conquista y colonización de México por una cultura que incluía la explotación de animales domésticos, sentaron las bases de una industria pecuaria que representa en la actualidad uno de los puntales económicos del país.

Durante los últimos años los investigadores han publicado varios trabajos de orientación y planeación, relacionados con el problema nacional de la producción forrajera.

Una de las conclusiones más importantes a las que se ha llegado es que el manejo juicioso de los extensos pastizales nativos de México, es la llave para un aumento básico y permanente de la producción pecuaria.

Pero para el buen manejo se requiere un conocimiento detallado de las gramíneas y otras plantas forrajeras, que constituyen dichas formaciones vegetativas.

El estudio florístico y taxonómico de las gramíneas mexicanas requiere la aportación y coordinación de los siguientes trabajos y condiciones:

1. Exploración botánica del país
2. Acumulación de los ejemplares botánicos en herbarios manejados en forma correcta
3. Una biblioteca especializada y completa
4. La posibilidad de comparar con ejemplares debidamente identificados en casos críticos. Esta comparación debe ser con el espécimen "tipo", es decir, aquel sobre el cual se basó la descripción original de la especie.
5. La dedicación de botánicos compenetrados en las técnicas modernas de la sistemática.

Una de las contribuciones del Ing. Hernández X es la enumeración de los zacates más importantes para la ganadería en México, incluyendo en nuestra selección las especies indígenas, naturalizadas o introducidas, que se presentan en pastizales nativos, inducidos, mejorados o cultivados.

Esta evaluación está basada en los siguientes requisitos:

- a. Conocer las condiciones ecológicas de las diversas regiones en el país.
- b. Conocer las características ecológicas de las gramíneas, tanto en cuanto a especies como a componentes de diversas formaciones vegetativas.
- c. Conocer los problemas regionales y nacionales de la industria agropecuaria en México.

d. Conocer las posibilidades, los alcances y las limitaciones de la investigación agrícola actual.

Por lo que se refiere a la importancia agostológica por asignarse a una especie de zacate, se considera que ésta debe estar en concordancia con la producción forrajera aprovechable, su capacidad para prosperar en condiciones ecológicas especiales, sus cualidades nocivas, y/o su capacidad indicadora de diversos grados de pastoreo. La producción forrajera aprovechable es función de:

- a. Población por unidad de superficie
- b. Extensión de distribución
- c. Crecimiento durante el año
- d. Grado de aceptación por el ganado

Los zacates halófitos e hidrófitos son buenos ejemplares de aquellos que derivan su importancia de adaptación a condiciones especiales.

División de la República en zonas agropecuarias

98 son los zacates seleccionados como de mayor importancia para la ganadería de México, ordenados en la secuencia fitogenética sugerida por Bews, el origen geográfico de estas especies, la descripción botánica detallada de cada una de ellas (tomada en su mayoría de los trabajos de Hitchcock, Swallen y Chase), el nombre vulgar si existe, una descripción general de sus características ecológicas,

una relación de distribución de acuerdo con la división de México en zonas agropecuarias, sus características agrostológicas y una ilustración de la especie.

Bases para la división de las zonas

La división del país en zonas agrostológicas o económicas, tiene como objeto señalar aquellas unidades geográficas que resulten homogéneas, según las características escogidas como básicas y diferenciarlas de las demás unidades. Es obvio que, independientemente de la división que se haga, los factores ecológicos del país, y en este caso del estado, permanecen relativamente constantes, lo que varía y por ende nos da divisiones diferentes según el caso, es el valor asignado a cada factor.

Para el propósito se ha considerado de primordial importancia los factores clima, topografía y biota, incluyendo bajo este último la naturaleza de la producción forrajera, las características de la población animal, y los objetivos de la industria pecuaria. La conjunción de estos factores conduce a la división del país.

Se puede decir por lo tanto que la primera gran división consiste en región templada y región tropical. Estas quedan separadas no por la línea geográfica del trópico de cáncer, sino más bien por la diferenciación climatológica efectiva expresada por una línea divergente, debido a las modificaciones provocadas por la masa continental y el relieve terrestre.

Dentro de la región templada se diferencia 4 zonas agropecuarias:

1. La semiárida y árida del norte
2. La de riego del centro
3. La de temporal de Jalisco, y
4. La forestal-ganadera de las sierras.

A su vez la región tropical se divide en zonas, pero como la que nos interesa se encuentra en la templada, no la mencionaremos.

Rasgos geográficos de la zona

Aunque anteriormente se ha descrito en forma somera, mencionaremos aspectos importantes y diremos que la zona de "temporal de Jalisco" ocupa las montañas y valles conocidos en términos generales, como región transversal volcánica de México.

Como ya se vió en el capítulo sobre el clima, esta zona manifiesta temperaturas templadas benignas (isotermas).

El análisis de las isoyetas muestra que hay una distribución fluctuante bien marcada de temporada en temporada siendo escasas o casi nulas durante el invierno, y a su máximo durante la primavera y el verano (isoyetas).

Características forrajeras de la zona

Como consecuencia de las condiciones geográficas y climatológicas apuntadas anteriormente, se pueden señalar algunas características bien definidas de la producción forrajera de la zona.

En primer lugar, es evidente que la zona reúne condiciones más o menos favorables para el desarrollo de plantas forrajeras nativas, y que la distribución de estas especies es favorecida en su mayoría por disturbios humanos tales como la deforestación y los incendios. Pero esta producción forrajera no siempre es la óptima para el mejor desarrollo de la industria pecuaria. Por este motivo se hace una división de las zonas en 2 grandes grupos: aquellas en las que las especies nativas han sido, son y seguirán siendo la base fundamental de la ganadería, y aquellas en las que predomina la introducción y el cultivo de especies forrajeras.

La zona de temporal de Jalisco se puede decir que tiene ambas características pues la superficie ocupada por especies indígenas es muy grande pero también el cultivo de maíz, sorgo, alfalfa y algunas otras especies forrajeras son llevadas a cabo por ganaderos que tienen estabulados sus animales en temporadas del año, como puede ser el invierno.

Asimismo es de suponerse que el análisis de la composición y distribución de la población ganadera mostrará una estrecha relación con las condiciones ecológicas generales señaladas con anterioridad.

La población de ganado vacuno en la zona de temporal de Jalisco, muestra un intenso aprovechamiento de los residuos agrícolas. Las poblaciones de ganado caprino y lanar con fuertes concentraciones, también reflejan extensos e intensos aprovechamientos de especies forrajeras nativas, de pastoreo y ramoneo.

El intento que han hecho los investigadores por la división del país en zonas agropecuarias, ha servido para precisar los problemas de cada zona, y los objetivos de las investigaciones agrostológicas.

Enseguida se mencionan algunos de los trabajos más importantes de investigación que se han desarrollado o están en proceso:

1. Inventario de los recursos forrajeros nativos existentes
2. Experimentación sobre manejo de pastizales
3. Estudio de los factores edafológicos más importantes relacionados con la producción de forraje
4. Manejo de los cultivos forrajeros bajo riego y temporal
5. Introducción y selección de nuevas especies
6. Estudio agronómico con las especies más favorables
7. Prácticas relacionadas con su propagación y su fertilización.

Taxonomía

División: GLUMIFLORAE

Familia: GRAMINEA

Desde el punto de vista del número de individuos, ésta es la mayor y más distribuída de todas las familias de plantas vasculares; llega a formar asociaciones de climax en regiones de poca precipitación anual, tales como las praderas centrales de los USA, las zonas centrales del Norte de México entre otras.

La familia comprende de 450 a 525 géneros, una o más de 200 especies por género.

En Jalisco a la fecha se tienen identificados 84 géneros y 313 especies de gramíneas. Aquí mencionaremos sólo los más importantes para la ganadería en los Altos.

Los géneros de pastos se distinguen entre sí principalmente por la disposición, forma y modificación de las escalas en miniatura, parecida a hojitas que rodean a las flores; mientras que las especies difieren por lo común, en duración (anual, bianual, perenne), forma de crecimiento, tamaño y forma de tallos, hojas y cabezas florales y sus partes.

Estructura general de las gramíneas

Las gramíneas pueden ser anuales, bianuales o perennes.

Casi todas son plantas herbáceas (no leñosas). Las gramíneas son monocotiledoneas, el embrión consiste en un renuevo primario (plúmula), una raíz primaria (radícula) y una estructura plana en forma de escudo, que se conoce como escutelio.

El tamaño de las gramíneas varía desde unos cuantos centímetros hasta 20 metros o más de altura. El bambú es la gramínea que alcanza mayor altura, pero el maíz, la caña de azúcar y el sorgo, son representantes también de las gramíneas de mayor tamaño. Los órganos básicos de las gramíneas son los tallos, las raíces y las hojas. Las inflorescencias y los frutos son modificaciones de tallos y hojas.

Morfología de las gramíneas

Los órganos de las gramíneas sufren muchas modificaciones de la estructura usual o típica.

Hojas. Las hojas nacen sobre el tallo, alternativamente en dos filas, una en cada nudo. La hoja consta de la vaina, el limbo y la lígula, por lo regular con nervaduras paralelas. La vaina rodea el tallo por encima del nudo. Los bordes de la vaina suelen recubrirse (abiertos) aunque algunas veces están soldados (cerrados) en un cilindro en parte a la totalidad de la distancia al limbo.

Los limbos tienen nervaduras paralelas, y son típicamente planos, estrechos y sentados.

Algunas gramíneas tienen aurículas o sea apéndices en forma de oreja, que se proyectan desde el borde de la hoja en la unión de la vaina y el limbo. La lígula es el apéndice que se adhiere al tallo donde se unen la vaina y el limbo, la lígula puede ser una membrana, una banda de pelos o un anillo duro. El cuello es la región de la unión de la vaina y el limbo.

Tallos. - El tallo total de una gramínea está claramente dividido en nudos y entrenudos, es cilíndrico, rara vez aplanado o anguloso. El entrenudo es hueco, con médula o sólido. El nudo es siempre sólido. La conexión vascular de las hojas con el tallo en el nudo. Las yemas laterales se forman en las axilas de las hojas. Estas yemas laterales pueden dar lugar a ramificaciones vegetativas del tallo (chupones) o brotes florales. Las raíces adventicias nacen del meristemo nodal, una zona situada inmediatamente por encima del nudo. Las células del meristemo nodal, siguen siendo meristemáticas hasta que ha avanzado mucho la maduración del tallo. A esto se debe que el crecimiento diferencial de la parte inferior de un tallo encamado permita que éste se vuelva hacia arriba y vuelva a tomar posición relativamente erecta.

Muchas gramíneas tienen además de los tallos verticales o cañas, tallos subterráneos horizontales, llamados rizomas, que son característicos en la grama, el pasto Johnson, y otros muchos. El rizoma es en la mayor parte de los casos el órgano vegetativo uni-

versal de las gramíneas perennes.

Los tallos rastreros, que crecen sobre la superficie del terreno, se llaman estolones. Los estolones se parecen a los rizomas en que tienen nudos y entrenudos definidos y meristemas nodales, de los que nacen estructuras secundarias. Se asemejan más a los tallos que los rizomas, porque están sobre el terreno y producen hojas que se desarrollan y funcionan normalmente. (Dos de las gramíneas estoloníferas mejor conocidas son el pasto búfalo y el pasto bermuda; éstas son de clima subtropical). Ciertas gramíneas poseen entrenudos inferiores engrosados, en los que se acumulan reservas, y que producen nuevos brotes, lo que permite que las plantas se perpetúen durante el invierno o estación de vida latente. Estos entrenudos cargados de reservas, suelen designarse con el nombre de chromo.

Raíces. - Las gramíneas tienen sistemas radiculares fibrosos o fasciculados. La raíz primaria de las gramíneas puede persistir únicamente durante un corto período después de la germinación, como ocurre con el maíz. En los nudos inferiores del tallo joven nace pronto un extenso sistema de raíces secundarias que forman la mayor parte del sistema permanente. En ocasiones se forman raíces secundarias de los nudos inmediatos a la superficie del terreno, como en el caso del maíz, (raíces adventicias) o en los nudos de los tallos rastreros (estolones).

Inflorescencia. - La unidad de la inflorescencia en las gramíneas es la espiguilla que puede ser sésil o pedicelada. Las espiguillas suelen estar en grupos o racimos que constituyen la inflorescencia. Hay diversos tipos de inflorescencia:

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| a) En panícula | 1) Racimosa |
| b) En racimo | 2) Abierta |
| c) En espiga | 3) Cerrada |
| d) En capítulo | 4) Espigada |
| e) En corimbo (raras veces) | |

La más sencilla es el racimo, caso en el que las espiguillas se encuentran a lo largo de un eje no ramificado. El racimo típico es raro en las gramíneas. La espiga se diferencia del racimo en que tiene las espiguillas sentadas. El tipo más común de inflorescencia en las gramíneas es la panícula.

La espiguilla está formada por:

a. La raquilla (eje principal de la espiguilla); continua o articulada.

La especialización suele tener lugar en la espiguilla, ésta puede tener un número variable de flores, de una a muchas según las especies. El eje de la espiguilla es el raquis. En la base de la espiguilla se encuentran situadas dos glumas o brácteas, a los opuestos del raquis. Envuelven a las flores de la espiguilla.

Flores. - Las gramíneas suelen tener flores, pequeñas, completas, dispuestas en las espiguillas. Debajo de cada flor hay dos brácteas, la más grande o extensa es la lema y se superpone a la palea y con frecuencia lleva una estructura cedrosa o arista; la más pequeña o interna, es la palea, que usualmente está envuelta por la lema. El número de estambres varía de uno a varios, pero la cantidad común es tres. El pistilo es único y tiene un ovario unilocular, con un óvulo. Generalmente hay 2 estilos, cada uno con un estigma plumoso. El periantio (ovario) hay dos pequeñas escamas, denominadas lodículos, cuya función principal consiste en contribuir a la apertura de la flor, apartando las escamas, protectoras, en el momento de la madurez sexual de la flor, (antesis) y de este modo facilitan la polinización.

En algunos géneros como en Axonopus, la gluma inferior y en otras, las dos glumas pueden estar ausentes.

La mayor parte de las gramíneas florecen todos los años. Sin embargo, algunas gramíneas perennes que se extienden por medio de rizomas, pueden llegar a cubrir grandes áreas sin florecer regularmente.

Las flores de los pastos anuales son generalmente autofertilizadas, mientras que las de los pastos perennes son autoestériles, y sufren una polinización cruzada, por mediación del viento.

Fruto o Cariópside. - El fruto de las gramíneas suele ser un grano o cariópside. La semilla única, se desarrolla rápidamente sobre la pared del ovario, dando formación a un grano que parece semilla. El pericarpio es la pared del ovario modificada, mientras que la semilla es el óvulo desarrollado, consiste del embrión junto con su endosperma feculento para la nutrición de la plántula en desarrollo. El embrión consiste en un renuevo primario (plúmula) una raíz primaria (radícula) y una estructura plana, en forma de escudo, que se conoce como escutelio. El nombre de "semillas de pastos" se aplica frecuentemente no sólo a los frutos desnudos, sino también a toda la espiguilla o incluso a un grupo de espiguillas unidas. La cariópside puede crecer notablemente durante la maduración y exceder notablemente de las glumas la lema y la palea, como en el maíz. El pericarpio se adhiere fuertemente a la semilla y parece de este modo un tegumento. Sin embargo, el tegumento de la semilla (testu), es una estructura ovular, mientras que el pericarpio es la pared del ovario modificada. El pericarpio protege a la semilla contra las pérdidas de humedad, los ataques de los parásitos y los daños de los insecticidas y fungicidas. El embrión (germen), se encuentra en el lado de la cariópside próximo a la lema y puede verse fácilmente como una depresión del óvulo. Después de la germinación, la plúmula da origen a la parte aérea de la planta. La radícula origina el sistema radicular primario, que sirve para anclar a la plántula y ab-

sorber agua. Durante la germinación, el escutelio o cótilédón del germen, segrega de la capa exterior de células ciertas enzimas que disuelven las reservas acumuladas en el endospermo. Esto permite el desplazamiento de los principios nutritivos hacia la plúmula y la radícula.

¿Por qué son apropiados los pastos como plantas forrajeras?

Los pastos son especialmente adecuados como plantas forrajeras para pastoreo del ganado o para siega, por las razones siguientes:

a. La reproducción de los nueve vástagos, mediante la formación de renuevos, implica una recuperación de la siega o del pastoreo.

b. Los nuevos tejidos producidos durante el crecimiento nacen principalmente en la base de las hojas, donde es menor probable que sufran daños debido al corte o al pastoreo.

c. Muchos pastos mantienen un crecimiento vegetativo continuo, interrumpido solamente por períodos de sequía o frío.

d. Muchos pastos se extienden por medio de rizomas o estolones, que forman con facilidad raíces adventicias y proporcionan una rápida cubierta del terreno.

e. El sistema radicular une las partículas del suelo formando un "césped o carpeta" y hacen aflorar a las capas superficiales nutrientes que se filtraron hasta el subsuelo por las fuertes lluvias. (1) (4) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16).

Tipos de pastizal

Este tipo de vegetación como ya se dijo en un principio, se distingue por la predominancia de plantas herbáceas de tipo graminiforme. Este representado particularmente en el Estado dentro de la región de Los Altos de Jalisco.

El pastizal de esta región representa el extremo meridional de la extensa franja de graminetum, que principiando desde Canadá, abarca enormes superficies conocidas con el nombre de pradera (prairies) en la parte central de los Estados Unidos, y penetra hacia el sur por la altiplanicie de México, en forma de una cuña que corre al pie y a lo largo de la Sierra Madre Occidental.

En este pastizal, que se presenta con los rasgos de climax climático y Mc Vaugh y Rzedowski, distinguen por lo menos dos tipos, fisonómica, florística y ecológicamente diferentes.

1) El primero es un zacatal típico, con participación escasa o casi nula de vegetación leñosa, muy semejante al que es común más al norte, en Durango y Chihuahua.

Predomina a menudo a altitudes generalmente mayores de 1900 m, que son frecuentes al noreste de Lagos de Moreno. Es característico de llanuras aluviales y de las que se extienden sobre mesetas riolíticas, pero cubre también con frecuencia laderas rocosas de cerros y sus abanicos aluviales.

El pastoreo constituye el aprovechamiento económico más importante de las áreas cubiertas por el pastizal, y esta actividad, en apariencia ha influido de manera notable modificando la composición y la estructura de la vegetación.

En ciertas áreas de suelo profundo se practica también la agricultura, principalmente de temporal. En la mayor parte de los casos las cosechas son muy deficientes; los terrenos se abandonan pronto y es muy común encontrar comunidades vegetales secundarias en diferentes estados de sucesión.

Fisionómicamente, este zacatal tiene aspecto de un césped monótono e ininterrumpido de gramíneas perennes más bien bajas, con sus partes aéreas amarillentas o parduzcas durante la mayor parte del año, y verdes durante la época lluviosa.

La densidad de la cubierta vegetal es muy variable y depende sobre todo de las condiciones edáficas y de la intensidad del pastoreo, pero, salvo áreas en que puede haber humedad edáfica adicional, las plantas no forman una carpeta continua y no son comunes las especies grandes amacolladas.

La altura del pastizal, como es normal en un tipo de vegetación dominado por plantas herbáceas, es también variable en función de factores diversos. En años de precipitación abundante, durante la época de floración, las inflorescencias llegan a formar un

estrato de 40 a 80 cm de alto. En sitios protegidos de pastoreo las hojas de las gramíneas forman durante todo el año un estrato de 20 a 50 cm de alto, pero tales sitios son raros y lo que se encuentra, casi siempre en época seca son macollas cortadas casi al ras del suelo, sobresaliendo a lo sumo unos 5 a 10 cm.

En condiciones óptimas del pastizal, las plantas leñosas pueden faltar en su totalidad, pero de hecho casi siempre se les encuentra, y su importancia aumenta de ordinario en función de ciertos tipos de disturbios, en función del aumento de la pendiente, y sobre todo en ecotonos con otros tipos de vegetación.

Se trata por lo general de subarbustos o arbustos, pudiendo intervenir a veces pequeños árboles. Los componentes normales de las comunidades climax parecen ser:

Acacia tortuosa
Agave filifera
Briellia spinulosa
Bursera fagaroides
Cowania mexicana
Dasyllirion parryanum
Echinofossilocactus sp
Ferocactus melacactiformis
Forestiera phillyneoides
Helianthemum glomeratum
Jatropha dioica
Mammillaria spp
Perymenium parvifolium
Pithecellobium leptophyllum
Prosopis leavigata
Yucca decipiens

Las especies siguientes se comportan comúnmente como invasoras en terrenos perturbados. Es muy notoria la invasión por parte de *Opuntia*, que modifica de manera considerable la fisonomía de la comunidad:

Asclepias linaria
Baccharis ramulosa
Bouvardia ternifolia
Brickellia veronicifolia
Buddleia scordioides
Callindra eriophylla
Dalea tuberculata
Dodonaea viscosa
Eysenhardtia polystachya
Haplopappus venetus
Mimosa biuncifera
Opuntia robusta
Opuntia streptacantha

2) El segundo tipo de pastizal que probablemente también constituye formación clímax, dada su gran extensión y las condiciones climáticas en que prospera, se localiza en altitudes entre 1700 y 2000 m sobre todo en terrenos planos o algo inclinados, que abundan en el área entre Aguascalientes, León, Teocaltiche, Tecalitlán y Arandas. En diversas zonas del norte de Jalisco, así como en partes adyacentes de Zacatecas, se presenta a menudo ocupando extensiones más pequeñas y discontinuas, debido a la topografía quebrada en esa área.

Este tipo de zacatal se diferencia del anterior por la presencia constante de una especie leñosa, *Acacia tortuosa*, la que le presta una fisonomía muy peculiar, algo semejante a la de una sabana

tropical de tipo africano.

Por sus gramíneas dominantes, este pastizal también es distinto del descrito más arriba.

Shreve (1942:196-197), al discutir los pastizales del norte de México describe lo que denomina "Cactus-Acacia-Grossland", formación que ha observado en el sur de Durango, Zacatecas, norte de Jalisco y sur de San Luis Potosí, y que además de gramíneas y de Acacia tortuosa se caracteriza por la predominancia de una especie de Prosopis, de Opuntia streptacantha y de O. durangensis. El mencionado autor sitúa el "Cactus-Acacia-Grossland" como un tipo de vegetación ecológicamente intermedio, entre el zacatal y el matorral desértico ("desert").

El área total ocupada por este tipo de vegetación no parece justificar su reconocimiento como formación dentro del mosaico que forma la vegetación en toda la región.

El zacatal con Acacia tortuosa existe en algunas regiones de Durango (Gentry, 1957), no es raro en Zacatecas y Aguascalientes, pero alcanza su mejor desenvolvimiento en "Los Al de Jalisco", donde constituye el elemento predominante del paisaje.

Gentry, sugiere que "su desarrollo puede estar relacionado con factores climáticos, como temperatura más elevada y mayor

cantidad de luz" (en relación con el pastizal típico).

En cuanto a su clima, el área del pastizal con Acacia es un tanto más cálido que la correspondiente a la primera variante, pues la temperatura media anual se mantiene entre 18 y 19°C. También en promedio anual llueve 500 a 800 mm, las heladas suelen concentrarse en menos de 30 días al año.

El suelo característico es en general profundo, de color gris o a veces rojizo, y predominantemente arenoso cuando derivado de rocas riolíticas, o más o menos arcilloso, en zonas en que predominan basaltos. La presencia de horizontes de endurecimiento es frecuente.

El impacto de las actividades humanas sobre este tipo de zacatal, también es muy notable. Hay grandes áreas dedicadas al cultivo, y la ganadería emplea los terrenos cubiertos por vegetación natural. El excesivo disturbio parece favorecer el establecimiento de arbustos y de especies anuales que desplazan las gramináceas dominantes.

El aspecto tan peculiar de Acacia tortuosa contribuye en buena medida a integrar la fisonomía de este pastizal. Se trata de un arbusto o arbolito de 3 a 5 m de alto, con copa plana o casi plana, y ramificaciones desde bastante abajo, recordando el conjunto formado por un hongo. La mencionada especie a menudo la

única en el correspondiente estrato; la distancia promedio entre los individuos es por lo general superior a 7 m. (17).

Los pastos nativos más importantes de Los Altos de Jalisco

La industria ganadera de la región de Los Altos de Jalisco, tiene en los zacatales nativos de sus agostaderos uno de los factores principales en que se basa su producción. Por lo tanto, la economía de la industria ganadera depende más que de ningún otro factor de la clase de plantas que crecen en un pastizal. Asimismo, el tipo y número de animales de pastoreo, el sistema de operación, el manejo del rancho y los ingresos que se obtengan de un negocio ganadero, dependen de la cantidad y calidad del forraje disponible. Los forrajes son la base de producción de carne, leche, lana, cueros y otros productos que permiten a la ganadería ser una de las ramas más importantes de la economía nacional. Al mismo tiempo, los zacates nativos son la fuente del forraje más importante en nuestros pastizales, ya que producen más del 80% de la alimentación de ganado mayor. Además, con ellos se obtienen ganancias mucho más remunerativas que con cualquier otro tipo de alimento, siendo de primer orden el papel que desempeñan en la conservación del suelo y del agua.

El ganadero, como persona responsable del manejo de sus potreros, debe tener ciertos conocimientos acerca de las plantas que crecen en su terreno, así como los tiene de los diferentes as-

pectos del manejo de sus animales. Para poder planear sus operaciones en una forma eficaz, debe conocer los mejores zacates, distinguirlos de los malos, saber si son anuales o perennes, cómo responden al pastoreo, tener una idea de sus valores nutritivos, en qué lugares crecen, y cómo se reproducen.

Una planta de zacate es un organismo viviente, el cual es afectado por toda clase de factores ambientales, tales como la temperatura, humedad, luz, aire, suelo, así como por otras plantas y organismos. Estos factores determinan dónde y cuándo crece un zacate y las condiciones bajo las cuales va a desarrollarse. Un conocimiento de las funciones de las raíces, los tallos y las hojas de los zacates, es una ayuda valiosa para lograr un manejo adecuado de los pastizales.

Un zacate perenne por ejemplo, creciendo bajo condiciones normales, sigue un ciclo de crecimiento más o menos definido. Empieza a crecer cuando la temperatura y la humedad le son favorables, sigue creciendo hasta que produce su inflorescencia, después, cuando la semilla ha alcanzado su madurez, es diseminada. Finalmente, el zacate deja de crecer y entra en un período de reposo (período latente) hasta que las condiciones favorables vuelven a presentarse. Pero esto no es todo, estos cambios físicos fácilmente visibles van acompañados por una serie de cambios interiores en la composición química de la planta. A medida que los za-

cates maduran, los azúcares y almidones se van almacenando en las semillas, raíces, hojas y tallos de la planta. En la mayoría de los zacates nativos, las reservas acumuladas en las raíces mantienen su vida durante la temporada latente, y también debido a estas reservas pueden iniciar su nuevo crecimiento. A medida que va avanzando este crecimiento, va disminuyendo el contenido de reservas.

Ahora bien, por lo anterior se aprecian fácilmente los efectos nocivos del sobrepastoreo en los zacates. Al pastorear continuamente y en forma intensa un potrero, los zacates no tienen la oportunidad de almacenar reservas suficientes que les permitan reiniciar su crecimiento, y al reducirse el contenido de estas reservas, disminuye gradualmente el vigor de la planta hasta que muere.

El ganadero debe tener siempre en cuenta que la planta individual de zacate es la base de la producción forrajera, que esas plantas son organismos vivos, que no pueden ser pastoreadas al ras del suelo constantemente y todavía sobrevivir, y que vivirán más tiempo y producirán su máximo si se deja en la planta cerca de la mitad de su producción (crecimiento) cada año, con el fin de tener siempre una cubierta de producción contra la erosión, de aumentar el vigor de la planta, y de tener una fuente de producción de semilla para su propagación.

A continuación se describe cada una de las especies más importantes, para lo cual se menciona la botánica de la planta, su distribución, aprovechamiento y valor forrajero. (1).

PASTO NAVAJITA. Bouteloua gracilis (H B K) LAG Figura No.8

Planta perenne, amacollada, de lento crecimiento, de color verde grisáceo, de hojas finas de longitud variable, nacen cerca y algunas veces se enrollan, las espigas son comúnmente rectas y a veces curvas, anchas y densas, al madurar permanecen en los tallos en forma de "navaja de gallo," lo que ha dado el nombre común.

Distribución.- Este es uno de los pastos nativos más distribuidos en la Mesa Central y Norte de la República, considerándose como el pasto más importante de donde se alimenta la ganadería de estas regiones. Es común encontrarlo en todos los potreros de la región de Los Altos.

La población varía desde una cubierta densa hasta plantas aisladas o su total desaparición, dependiendo ésto del grado de pastoreo al que ha estado sometido; así por ejemplo, un sobrepastoreo trae como consecuencia la desaparición parcial o total de este pasto y como consecuencia de ello, el suelo queda expuesto a la invasión de malezas y a la erosión.

Valor forrajero.- Probablemente es el mejor de los pastos nativos, cuando verde sus hojas son finas, ricas en proteínas, con

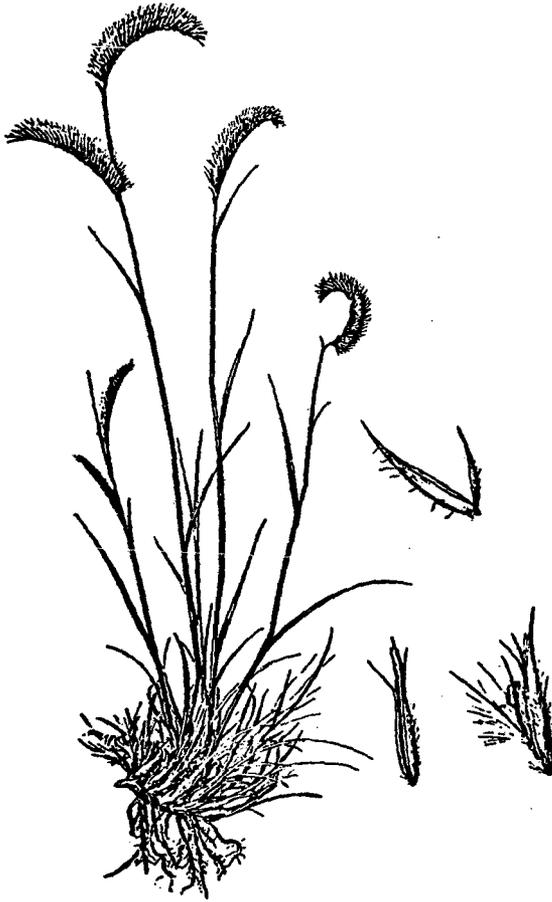


Figura 8. PASTO NAVAJITA

Bouteloua gracilis (H.B.K.) LAG

poca fibra. En el invierno conserva hasta el 50% de su valor nutritivo, es muy apetecido, henifica bien en pie, tolera pastoreo moderado.

PASTO BANDERILLA Bouteloua curtipendula (Michx) Torr. Figura No. 9.

Planta perenne, amacollada, de hojas anchas de color verde azulado, cuando verde, y color verde rojizo al madurar. En las márgenes de la hoja arriba del collar presenta unos vellos finos, blancos, apuestos, alcanza alturas hasta de 80 cm, es característica la inflorescencia de esta planta, con todas las espiguillas alineadas a un lado del raquis, lo que le da un aspecto de banderilla, al caer las espiguillas en la madurez, el raquis queda en forma de zig zag.

Distribución. - El pasto banderilla se encuentra distribuido en toda la región de Los Altos de Jalisco, frecuentemente en los suelos con pendientes moderadas y en laderas pedregosas, no constituye poblaciones densas y uniformes, sino manchones diseminados en estos lugares, es un indicador de un pastizal que ha estado sometido a un pastoreo racional, la ausencia de este pasto, o sea poblaciones raquíticas indica un sobrepastoreo.

Valor forrajero. - Produce abundante forraje de buen valor nutritivo y muy apetecido por el ganado cuando verde, una vez henificado conserva bastante su valor nutritivo y sigue siendo apetecido.



Figura 9. PASTO BANDERILLA

Bouteloua curtipendula (MICHX.) TORR

PASTO LOBERO Lycurus phleoides (H B K) Figura No. 10

Plantas perennes, amacolladas, con muchas hojas basales que tienen los márgenes blancos, lo que le da una apariencia grisácea a la planta, su inflorescencia es una espiga terminal delgada, de color gris y aspecto velludo, lo que deriva el nombre de pasto lobero, estas plantas llegan a desarrollar de 20 a 60 cm de altura.

Distribución.- Esta planta es muy común en la región de Los Altos, presentándose siempre en forma aislada, asociado principalmente con pasto navaja y banderilla, no llega a constituir mantos ni manchones, siendo más frecuente encontrarlo en los suelos con pendientes moderadas y laderas pedregosas y asociado con arbustos.

La presencia de este pasto indica una perturbación en el pastizal primario, debido a un sobre pastoreo anterior sobre otras especies tales como Navaja y Banderilla.

Valor forrajero.- Este pasto es de excelente calidad forrajera, es muy apetecido por el ganado cuando verde, lo que hace que el ganado no le deje madurar en las zonas de pastoreo. La calidad forrajera de este pasto es inferior al Navajita.

PASTO GALLETA Hilaria belangeri (Steud) Nash Figura No. 11.

Plantas perennes en macollos, con estolones delgados, éstos producen nuevos macollos, los estolones varían de 5 a 20 cm



Figura 10. PASTO LOBERO

Lycurus phleoides (H.B.K.)

de longitud, tallos erectos de 10 a 30 cm de altura, vellosos en los nudos, hojas planas de 1 a 2 cm de ancho, ásperas, generalmente cortas, amontonadas en la base, frecuentemente formando macollo rizado, pero algunas veces alargadas y erectas; espiga de 2 a 3 cm de longitud, con 4 a 8 espiguillas en racimo, al madurar la inflorescencia tira las florecillas y el raquis queda en forma de zigzag.

Distribución. - Este pasto es muy común en la región de Los Altos, se encuentra generalmente donde ha habido perturbaciones en el pastizal y en áreas agrícolas abandonadas, llega a formar una densa carpeta de manchones, también es frecuente encontrarlo asociado con arbustos espinosos.

Valor forrajero. - El pasto Galleta tiene un rápido crecimiento y por lo tanto su forraje es suave, rico en nutrientes y muy apetecido por el ganado. Su producción forrajera es buena.

PASTO POPOTILLO PLATEADO Andropogon barbinodis (Lag)
Figura No. 12.

Es un pasto perenne de macollo vigoroso que crece hasta 1.30 m de hojas anchas generalmente enabrosas, de 2 a 6 cm de ancho, aplanadas cortas, tallos gruesos, apretujados, la inflorescencia tiene una apariencia de mata blanca, en los nudos presenta la característica de tener muchos vellos blancos.



Figura 11. PASTO GALLETA

Hilaria belangeri (Steud) Nash

Distribución. - Este pasto se localiza generalmente en suelos con pendientes moderadas, laderas pedregosas y pastizales invadidos por arbustos, la presencia de este pasto indica que existe en el pastizal una regeneración en su potencial.

Valor forrajero. - Es un pasto de alta producción forrajera, muy apetecido por el ganado cuando está verde, pastoreando principalmente las hojas en la base y tallos tiernos, su forraje cuando verde, es de alto valor forrajero, al secarse se torna duro, y aún así lo come bien el ganado, especialmente las hojas.

PASTO GRAMA, AGRARISTA O BERMUDA Cynodon dactylon (L.)
Pers Figura No. 13

Planta perenne, rastrera, con abundantes rizomas, alcanza alturas de 10 a 40 cm, hojas aplanadas, rectas, espigas 4 o 5, de 2.5 a 5 cm de largo, color verde claro.

Valor forrajero. - Bueno, apetecido por el ganado y muy resistente al sobre pastoreo, constituye una maleza para la agricultura, su valor nutritivo es de buena calidad.

Distribución. - Se encuentra diseminado en casi todos los lugares, principalmente en zonas de cultivo, en los barbechos y en las zonas de sobre pastoreo. Es una planta invasora formando densas carpetas, agresiva, por lo que se le da el nombre de Agrarista. Es originaria de la India y debido a su adaptación y distribución en la región de Los Altos, se le considera como nativa.



Figura 12. PASTO POPOTILLO PLATEADO

Andropogon barbinodis (LAG.)

PASTO PELILLO Microchloa kuntii (Desv.) Figura No. 14.

Plantas perennes, con los tallos delgados formando pequeños macollos, de 10 a 30 cm de altura, hojas delgadas, espigas de 6 a 15 cm de largo.

Distribución. - Se encuentra en partes planas, donde existe mayor humedad lugares desprovistos de cubierta vegetal. Por lo general llegan a presentarse en forma de manchones aislados. Su presencia indica suelos húmedos, con drenaje deficiente.

Valor forrajero. - Su producción forrajera es raquítica debido a su poco desarrollo, pero su forraje es apetecido por el ganado y en tiempo de estiaje tiene numerosos rebrotes.

PASTO DE AGUAS Chloris virgata (Swartz)

Planta anual, amacollada, con los tallos ascendentes o extendidos, de 40 a 60 cm y hasta un metro de altura, hojas planas verdes, espigas varias de 2 a 8 cm de largo, erectas, blancas o algo cafés, plumosas.

Distribución. - Principalmente se encuentra en terrenos agrícolas abandonados, orillas de caminos y bordos, suelos desnudos.

Esta planta es indicadora de una regeneración de los pastizales nativos y ayuda al establecimiento de los pastos perennes.

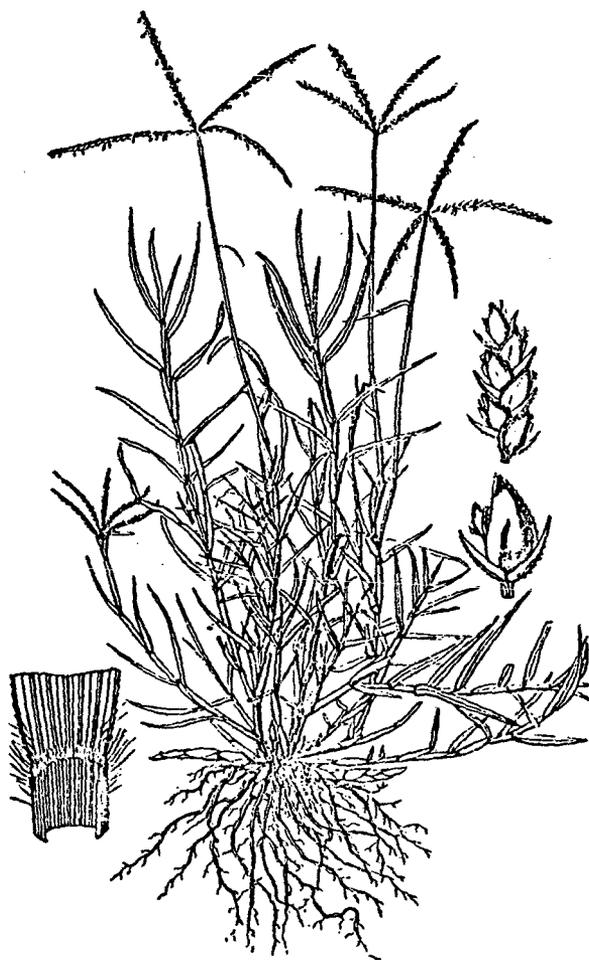


Figura 13. PASTO GRAMA, AGRARISTA O BERMUDA

Cynodon dactylon (L.) Pers

Valor forrajero. - Produce un forraje de buena calidad, apetecido por el ganado. Su pastoreo debe ser ligero, dada su condición de planta anual. ;

Clave para determinar la existencia de un pastizal

22. Hojas pequeñas

b. Con hojas delgadas, angostas y largas (graminiformaciones).

c. Praderas de gramíneas generalmente bajas de las tierras calientes y templadas.

d. Con árboles de nanche, techicón, jícaro o veces sin árboles (sabana).

d d. Sin árboles o con árboles de enebro, encino o bien con arbustos esparcidos en la pradera (pastizales).

c c. Agrupaciones de gramíneas altas de las tierras frías (zacatonales).

Importancia en la agricultura y ganadería de los pastos nativos

La industria ganadera en algunas regiones de Jalisco, como por ejemplo, Los Altos, tienen en los zacates nativos de sus agostaderos uno de los factores principales en que se base su producción, por lo tanto la economía de la industria ganadera depende, más que de ningún otro factor de la clase de plantas que crecen en un pastizal. Asimismo, el tipo y el número de animales en pastoreo, el sistema de operación, el manejo del rancho, y los ingresos



Figura 14. PASTO PELILLO

Microchloa kunthii (DESV.)

Cuadro sinóptico con lagunas características conocidas de los pastos nativos más importantes en Los Altos de Jalisco.

Especie	Origen	Aprovechamiento	Valor agrostológico	Características ecológicas especiales	Valor forrajero
1. <u>Andropogon barbinodis</u>	Indígena	Pastoreo	Forrajero Perturbación		
2. <u>Bouteloua curtipendula</u>	Indígena	Pastoreo	Forrajero	Amacolladas y áreas perturbadas	4
3. <u>Bouteloua gracilis</u>	Indígena	Pastoreo	Forrajero, halófito facultativo	Navajita	5
4. <u>Chloris virgata</u>	Indígena	Leve pastoreo Heno	Forrajero, erosión sobrepastoreo		
5. <u>Cynodon dactylon</u>	Mesoriental	Pastoreo	Mezcla agresiva, invasora nociva, forrajero, halófito		
6. <u>Hilaria belangeri</u>	Indígena	Pastoreo	Algo forrajero nocivo forrajero	Sobrepastoreo	3
7. <u>Lycurus phleoides</u>	Indígena	Pastoreo	Forrajero, sobrepastoreo	Navajita	4

Clave: 1=pobre, 2=regular, 3=bueno, 4=muy bueno, 5=excelente.

NAVAJITA: pastizal de Bouteloua gracilis

AMACOLLADOS: Pastizales de zonas en declive

que se obtengan en un negocio ganadero, dependen de la cantidad y de la calidad del forraje disponible. Los forrajes son las bases de producción de carne, leche, lana, cueros y otros productos que permiten a la ganadería ser una de las ramas más importantes de la economía no solo en Jalisco, sino en el país. Al mismo tiempo, los zacates nativos son la fuente del forraje más importante en nuestros pastizales ya que producen un porcentaje muy alto de la alimentación del ganado mayor. Además con ellos se obtienen ganancias mucho más remunerativas que con cualquier otro tipo de alimento, siendo de primer orden el papel que desempeñan en la conservación del suelo y del agua.

Valor agrícola de las especies

La productividad o rendimiento depende de:

- a) La persistencia o capacidad para sobrevivir y extenderse por métodos vegetativos,
- b) la agresividad, o capacidad para sobrevivir en competencia con otras especies asociadas,
- c) la capacidad para recuperarse del fuerte pastoreo y del aplastamiento al ser pisoteadas,
- d) la resistencia a las sequías y tolerancia a las heladas,
- e) la distribución estacional de la producción,
- f) la capacidad para producir un buen rendimiento de semillas viables o para establecerse con facilidad, mediante la propagación vegetativa,

- g) la fertilidad del suelo (sobre todo del nivel de nitrógeno), y
- h) el clima.

La apetitosidad la definió Ivins (1952), como sigue:

La apetitosidad es la suma de los factores que intervienen para determinar si el alimento es o no atractivo para el animal, y hasta qué punto lo es, por ende, puede decirse que constituye el enlace de conexión entre los pastos y los animales que pastorean, y varios autores la consideran más importante que el valor nutritivo. Como característica necesariamente relativa, se vé afectada por variables tales como el animal mismo, la etapa de crecimiento y desarrollo de los pastos, el cambio de alimentos y el manejo y abonamiento de los pastos.

Con frecuencia se ha demostrado que el ganado bovino prefiere los pastos indígenas a las variedades selectas de pastos, a pesar de que los primeros pueden tener menor productividad y ser más bajos en valor nutritivo.

La apetitosidad puede determinarse en una "prueba de cafeteria" que consiste en grupos de parcelas con ciertos números de especies herbáceas diferentes. Se le permite al ganado el acceso libre a las parcelas y el tiempo que permanece en cada parcela, o la cantidad de forraje consumido por los animales proporcionan un índice de la apetitosidad relativa a cada especie.

La evaluación del valor nutritivo de las especies de pastos se basa en la determinación de la composición química y la digestibilidad. Es importante la estimación de la relación hojas, tallo, puesto que el valor nutritivo de las hojas es mayor que el del tallo maduro. Las plantas tallosas suelen tener con frecuencia elevada producción de semillas y vida corta, lo que es ventajoso de ordinario en las especies que se cultivan para heno y para producir semillas. El valor nutritivo es afectado por el estado de crecimiento en el momento del corte o del pastoreo, por las condiciones ambientales y la aplicación de fertilizantes. (1) (16).

VIII. FACTORES BIOTICOS QUE AFECTAN LOS PASTIZALES

Uno de los conceptos básicos de la ecología vegetal, es el de comunidad clímax. Se trata de la vegetación que predominará en una zona, en respuesta a las condiciones existentes de clima y suelo. Es la comunidad en la que se puede demostrar la existencia de un equilibrio general, mediante la estabilidad numérica de los individuos sin invasión de otras especies ni eliminación de las presentes. Las plantas dominantes de una comunidad clímax serán aquellas formas capaces de utilizar al máximo los recursos del medio ambiente, resulta evidente que cuanto mayor sea la cantidad disponible de humedad, tanto más numerosos serán las formas de vida que dominarán físicamente los tipos de formación.

En las regiones de baja precipitación pluvial se encuentran verdaderos pastizales clímax de tipo climático, debido a que los pastos exigen menos del habitat que otras plantas. En condiciones más favorables de crecimiento los pastos llegan a ser subdominantes.

Los factores que mantienen los pastizales o desvían el curso normal de la sucesión son por lo común bióticos y, lo más fre-

cuenta es que se encuentren bajo el control de los seres humanos. Los factores bióticos son más importantes que otros factores como pueden ser los edáficos.

Para que un programa de pastizales y pastoreo tenga éxito, y para que los pastos se puedan mejorar o mantener en un estado productivo, es preciso comprender plenamente cuál es la posición de los pastos en la zona, en relación con la comunidad climática clímax. La agricultura de los pastizales se basa necesariamente en la ecología de los pastos, sobre todo cuando las praderas representan comunidades subclímax.

El estudio de las respuestas a los factores bióticos es posiblemente el aspecto más importante de la ecología de los pastizales, puesto que los pastos de las comunidades naturales clímax se utilizan solo bajo los sistemas más primitivos de manejo del ganado. Con el desarrollo de la ganadería con fines lucrativos, es imprescindible que los pastizales lleguen a ser más productivos. El manejo de los pastizales y su cultivo se convierten así en parte del sistema agrícola, en que los pastos son cultivos valiosos.

El fuego y sus efectos son más fuertes y han sido tema de muchas especulaciones y debates, en relación con su influencia en las tierras y la erosión de los suelos. Lo cierto es que el fuego al pasar por los pastos largos y secos, reprime el creci-

miento de los árboles. Se ha dicho que algunos pastos se benefician con la quema, y de hecho es verdad, pues se benefician ya que el fuego destruye los tallos largos y leñosos que, de otro modo permanecen de estación en estación. Los pastos vuelven a reverdecer en respuesta al fuego y se aprovechan de las reservas de sus raíces, antes del inicio de la estación de lluvias. El uso del fuego en el manejo de los pastizales debe basarse en principios ecológicos, para que no se convierta en agente de destrucción.

El efecto de los animales sobre los pastos es otro factor biótico en la ecología de los pastizales. Los hábitos de pastoreo de ciertos animales fomentan el crecimiento de ciertos pastos, eliminando otros. Los animales difunden semillas de malas hierbas y árboles, que pueden provocar el deterioro de los pastizales. El sub pastoreo y el sobre pastoreo tienen efectos definidos sobre las sucesiones de plantas y la distribución local de las especies. La periodicidad del pastoreo puede afectar la composición, al eliminar pastos que se pastorean en etapas no favorables para su crecimiento estacional.

El hombre desempeña papel importante en el control de ambos factores bióticos, pues utiliza conscientemente los pastizales para conseguir mayor productividad. El fuego y los brotes verdes los utilizan los pastores para obtener forraje verde cuando este último escasea. Los agricultores especializados en pastizales emplean

principios ecológicos para planear el manejo de los pastos, basándose en la tala de árboles, la quema, la plantación, la utilización de cercos, la rotación y la conservación.

La tala de árboles y la replantación juiciosa de árboles de sombra se debe practicar con mucho cuidado, ya que los árboles compiten con éxito con los pastos, reduciendo los rendimientos. Las quemas se deben utilizar racionalmente para contribuir a la erradicación de los matorrales, y el rejuvenecimiento de las praderas mediante la eliminación de las hierbas viejas. El uso de cercas y la rotación brindan oportunidad para la planeación del pastoreo y el remozo periódico. La conservación de forrajes preserva alimentos para las estaciones adversas.

Los pastos muestran una gama muy amplia de tolerancias y lo mismo cabe decir de sus relaciones con los tipos y condiciones de los suelos. (16)(25).

El muestreo en las investigaciones ganaderas

La formulación de programas nacionales pecuarios exige del conocimiento de las condiciones de los pastizales, las especies de animales más adecuados, los índices de agostadero más convenientes, las necesidades de mejoramiento de las tierras de pastoreo en cuanto a promoción de nuevas fuentes de agua y otros factores relacionados con el uso racional del pastizal.

El ganadero en particular podrá ser orientado a administrar sus pastizales para que haga el mejor uso posible de los forrajes disponibles, en tal forma que la vegetación se recupere continuamente y no se deteriore, base firme de una riqueza permanente.

El conocimiento de la explotación ganadera en sus aspectos técnico, administrativo y económico, proporciona las bases para orientar los nuevos programas de desarrollo y mejoramiento que el gobierno se proponga, la amplitud y tendencia de los créditos suficientes y correctamente distribuidos, es indispensable para el desarrollo de la ganadería en México, pero junto a ellos es necesario unir los servicios técnicos de investigación y extensión.

Una investigación de la región de Los Altos puede hacerse en forma eficiente y económica utilizando los modernos conocimientos de muestreo.

Aspectos del muestreo

El muestreo juega un papel esencial en los análisis técnicos ganaderos, y en la determinación del rendimiento de la cubierta vegetal. El muestreo consiste esencialmente en estudiar tan solo una parte del conjunto de unidades que componen a lo que se ha dado en llamar población estadística. La población es de tamaño relativo, puede ser el conjunto de ranchos que componen a un municipio, a un estado o al mismo país; pero en todo caso, la población es

un grupo de unidades al que deseamos generalizar los resultados particulares de la muestra.

Por lo tanto, la muestra debe ser representativa de la población en que estamos interesados. La estadística matemática ha demostrado que aun cuando sólo se observe una parte que en general es pequeña de la población, el proceso de generalización o inducción está perfectamente medurado en cuanto a la aproximación o confianza de los resultados generalizados.

En el análisis de una muestra puede existir dos clases de errores: el error aleatorio de muestreo que se llama simplemente error de muestreo, y el error sistemático o de sesgo. Los errores aleatorios dependen solamente de las unidades elegidas y son unos positivos y otros negativos que se equilibran en sí sumando cero. El error de sesgo tiene un solo signo, positivo o negativo que se acumula en todas o parte de las unidades. El error de muestreo depende del diseño estadístico de la muestra, del tamaño de la muestra (número de unidades), de la variabilidad de las unidades entre sí y del tamaño de las unidades que componen a la muestra.

Los errores de sesgo en los estudios de pastizales pueden ocurrir cuando las unidades de muestreo se eligen siguiendo un criterio personal, consciente o inconsciente, se presenta cuando

las unidades de muestreo no están perfectamente definidas en sus límites. Acontece comúnmente cuando la selección de las unidades se hace de acuerdo con una propiedad de ellas que a su vez está relacionada con la característica que deseamos medir.

Métodos para reducir los errores de muestreo

Podemos considerar los siguientes:

a) Tamaño adecuado de la muestra. - El número de unidades que compongan a la muestra debe ser tal que proporcione una aproximación satisfactoria de la característica que deseamos estimar. El error estadístico de la estimación disminuye proporcionalmente a la raíz cuadrada del tamaño de la muestra, por ejemplo: para disminuir el error estándar en dos veces, es necesario aumentar cuatro veces el tamaño de la muestra. Para el diseño de las muestras destinadas a medir la condición de los pastizales, generalmente se considera satisfactorio lograr un coeficiente de variación del 20%, un coeficiente de variación menor exige muestras más grandes y por lo tanto más costosas, pero, además, sería ilusorio buscar mejores aproximaciones, pues las fluctuaciones anuales en las condiciones de los pastizales son muy fuertes.

b) Estratificación de la población. - Con el objeto de reducir la heterogeneidad entre las unidades que componen a la población, es conveniente agruparlas en estratos con lo cual se consigue que las unidades que forman el estrato sean más homogéneas

entre sí. Los criterios para formar los estratos pueden ser los tipos de vegetación (clases y proporciones de pastos, hierbas, arbustos, etc.), la altura sobre el nivel del mar, la precipitación pluvial, los tipos de suelos y las áreas geográficas políticas.

c) Tamaño y forma de la unidad de muestreo. - En general la exactitud del muestreo es mayor cuando las unidades de muestreo son más pequeñas, y el tamaño de la unidad. Sin embargo, existen razones prácticas que impiden que el tamaño de la unidad se reduzca demasiado, y que en ellas es más difícil definir los límites de la unidad, lo que puede dar lugar a una nueva fuente de error originada por los efectos de orilla.

En los estudios de la cubierta vegetal de los pastizales, las unidades de muestreo son parcelas pequeñas en las que se hacen las observaciones necesarias. En general, la forma de estas parcelas es circular por la facilidad con que pueden ser rápida y convenientemente trazadas en el terreno. Los tamaños adecuados son los siguientes: para pastizales, 10 m^2 , para vegetación desértica, 20 m^2 , para vegetaciones uniformes la parcela puede ser menor, de 2.5 a 5 m^2 . Para decidir el tamaño más adecuado de la parcela deben tenerse en cuenta dos factores: que el área de ella sea suficientemente grande para representar adecuadamente las especies vegetales mayores y que a la vez sea suficientemente pequeña para que pueda observarse fácilmente y se requieran sólo unos cuantos minutos de observación y registro.

Otro tipo de parcela es la sección o tramo lineal. El tamaño de la sección depende de la densidad y uniformidad de la cubierta vegetal. Las experiencias indican que para un pastizal con menos del 5% de suelo cubierto se requiere una sección de 30 m de largo, mientras que aquellas que tengan del 5 al 15%, se requiere una longitud de 15 m. Un tamaño adecuado de la sección lineal es aquella en que el tiempo de trazar, medir y registrar los datos con dos personas no exceda de 15 minutos.

Diseño de la muestra

Es factible pensar que un diseño conveniente para estudiar las condiciones ganaderas de una región, sería el de polietápico estratificado que se describe a continuación.

La región se estratificará primeramente de acuerdo con una o más de las características señaladas arriba (tipo de cubierta, altura, precipitación, etc.) u otra que fuera pertinente y ello solo en caso de que la región se considerase heterogénea, y pudiera dividirse convenientemente en dos o más grupos homogéneos dentro de sí. En cada uno de los estratos se seleccionaría un número determinado de ranchos ganaderos, selección que podría hacerse con probabilidad proporcional a las áreas de los ranchos. En cada uno de los ranchos en muestra se haría un reconocimiento general para poder identificar y demarcar en un mapa los tipos y subtipos de vegetación. En cada uno de los subtipos se observa-

rían algunas parcelas ya fueran circulares o seccionales, su número dependería del área y uniformidad del subtipo.

Para la elaboración del diseño anterior sólo se requiere del conocimiento de los ranchos situados dentro de los estratos. En caso de que se tuvieran fotograffas aéreas que presentaran detalle suficiente para diferenciar en ellas los tipos de vegetación, las fotograffas servirán admirablemente para nuestro propósito. Dentro de cada uno de los tipos se elegiría al azar el número conveniente de puntos localizados por sus coordenadas. El punto seleccionado definiría el rancho dentro del que cayó la parcela de la parcela de observación.

Datos.- En los ranchos se tomarían los datos necesarios para formar un inventario de valores, con los que se pueda hacer un análisis de los factores relacionados con el uso del pastizal, análisis que servirá de base para la planeación del manejo racional de los pastizales. Entre dichos datos podemos señalar:

Disponibilidad de agua durante el año, localización y clase de los aguajes, distancias máximas que camina el ganado para beber, posibilidad de ampliar las fuentes de agua, saladeros, cantidades de sal, potreros, cercas, tipos y subtipos de cubierta vegetal, cabezas de ganado actuales y en años anteriores, forma de explotación de los pastizales, manejo del ganado, etc. Todos es-

tos datos se obtendrían a través del administrador del rancho y mediante un reconocimiento de las tierras, los datos se consignarían en un cuestionario y en un rancho con escala entre 1:10 000 y 1:40 000 que ilustre los detalles convenientes (tipos y subtipos de vegetación, instalaciones, etc.). La condición de los pastizales e instalaciones sería calificada por el técnico que hace la visita al rancho. Algunas orientaciones con respecto a la condición de los pastizales se dan más adelante.

En las parcelas de observación, que son generalmente circulares o de sección lineal, se estimarían el por ciento del área ocupada por la cubierta vegetal y los porcentajes de áreas ocupadas por las especies forrajeras. Las áreas se estiman ocularmente y para hacerlo eficientemente es conveniente que la persona se entrene para reconocer una unidad de superficie pequeña, digamos de $1\ 000\text{cm}^2$, o sea un cuadro de aproximadamente 31.6 cm de lado.

En la parcela circular de $10\ \text{m}^2$ caben 100 de estas unidades, de tal manera que usando la unidad elemental de $1\ 000\ \text{cm}^2$, es fácil obtener los porcentajes que ocupan las especies vegetales. El técnico que estudie la parcela de observación estima visualmente el número de unidades de superficie de $1\ 000\ \text{cm}^2$ que ocupa cada especie forrajera y ese número es el por ciento de área ocupada. La experiencia en Estados Unidos, indica que una persona puede aprender la técnica de medir las parcelas en dos días y que con

dos semanas de experiencia puede llegar a tomar lectura en 20 a 25 parcelas por día.

En las parcelas de sección lineal las mediciones de cubierta vegetal y especies forrajeras, se hacen en unidades de longitud. Hasta ahora no se ha uniformado la práctica para decidir el intervalo entre plantas que deben considerarse como suelo desnudo. En algunos estudios intervalos de más de un centímetro se catalogan como suelo desnudo.

Número y localización de las parcelas de observación.

En el método llamado de "reconocimiento", el examinador recorre cada subtipo de vegetación hasta que este satisfecho de que conoce las características de la vegetación que identifican al subtipo. Enseguida elige una parcela de observación que representa típicamente al subtipo, en ella estima el porcentaje de área cubierta y las proporciones de las especies forrajeras.

Otra modalidad consiste en que el examinador camina a lo largo del eje longitudinal del subtipo de cubierta vegetal. Las parcelas de observación se sitúan a lo largo del eje longitudinal, aproximadamente a distancias iguales entre sí. Los números mínimos de parcelas son como sigue: cuando el subtipo tiene una área entre 5 y 10 ha, se recomiendan 3 parcelas de observación, para áreas entre 10 y 40 ha, se indican 5 parcelas y para áreas

entre 40 y 300 ha, se usan 10 parcelas. Se ha demostrado que el arreglo sistemático de las parcelas facilita su localización y no produce sesgos importantes.

Métodos para estimar la capacidad de pastoreo

En el manejo de pastizales es de primera importancia el conocimiento de la capacidad de pastoreo, la que nos sirve para conocer el número más conveniente de animales de una especie que los pastizales puedan alimentar convenientemente sin que la vegetación sufra deterioros con el tiempo, es decir, en tal forma que el pastizal esté en regeneración continua y no se provoquen desequilibrios inconvenientes en las proporciones de las especies. Describiremos enseguida los métodos para determinar esta capacidad.

Método cualitativo. - La relación que guarda la producción actual y la productividad potencial del forraje se denomina "condición" del pastizal. Se consideran cuatro clases de condiciones: excelente, buena, mediana y pobre. Un pastizal está en condición excelente cuando produce actualmente del 75 al 100% de la producción máxima posible de forraje, los pastizales en buena, mediana y pobre condición proceden respectivamente de 50 a 75%, 25 a 50% y 0 a 25% de la cantidad máxima posible. La capacidad de pastoreo del pastizal en condición excelente, se considera como la máxima capacidad. La capacidad de pastoreo permitida en otra con-

dición se obtiene de acuerdo con su producción de forraje en relación con la clase excelente.

Este método cualitativo requiere de los servicios de un técnico capaz y con gran experiencia. El conocimiento de la región permite identificar a aquellos pastizales considerados como excelentes, los que servirán como referencia para calificar a los pastizales en estudio. Manifestaciones de erosión, disminución en la densidad vegetativa, e incremento de plantas indeseables son claras indicaciones de deterioro en el pastizal.

Cuando un pastizal ha sido catalogado dentro de una determinada condición y se ha decidido el número de cabezas de ganado que se pueden situar, es conveniente observar periódicamente el grado de un forraje y modificar, si fuera necesario, el número de cabezas de ganado.

Método cuantitativo. - Es primeramente necesario estimar el tanto por ciento de cubierta vegetal en los pastizales. La suma del tanto por ciento de suelo cubierto y suelo desnudo (sin vegetación) será 100. Además deberán conocerse las proporciones que guardan las especies forrajeras. El área de la cubierta, por tener menores variaciones de un año a otro, es un índice confiable para estimar la capacidad de pastoreo. En cambio, el peso de la cubierta vegetal sufre grandes fluctuaciones anuales.

Tanto la proporción de suelo cubierto, como las proporciones que guardan las especies forrajeras, se miden en las parcelas de observación indicadas arriba. Teniendo esos datos se requiere del conocimiento de los "factores de uso adecuado" y del "área forrajera requerida" que se explican enseguida para determinar la capacidad de pastoreo.

Factor de uso adecuado. - Es la proporción de una planta que puede ser comida por el ganado, pero dejando una parte suficiente para mantener el vigor y la cantidad de vegetación en el pastizal. Se determina para cada especie por medio de la observación e investigación. Se expresa en por ciento. A los pastos cortos se requiere dejarlos a alturas de 10 a 12 cm.

Factor forrajero. - Para cada especie vegetal se multiplica el por ciento de área ocupada por el factor de uso adecuado de la especie. La suma de dichos productos para todas las especies forrajeras es el factor forrajero.

Área forrajera. - Expresa la cantidad de forraje en la unidad de superficie. Se obtiene multiplicando el área del pastizal por su factor forrajero.

Área forrajera requerida. - Es el área forrajera necesaria para mantener a una cabeza de ganado (ovino, bovino, equino o caprino), durante un período dado (mes o año). La determinación co-

rrecta de este factor es de la mayor importancia. Se obtiene por experiencia y estudiando dentro de potreros representativos la historia durante 10 años o cuando menos 4 años de las cabezas de ganado que se han encerrado y en las cuales los pastos muestran señales de buen uso. El área forrajera requerida se puede expresar en vaca-meses o vaca-años.

Capacidad de pastoreo. - Es el número de animales de una clase dada que un pastizal de área definida puede alimentar bajo uso adecuado durante un período definido (mes o año). Se obtiene dividiendo el área forrajera entre el área forrajera requerida.

Índice de agostadero. - Es el número de hectáreas necesario para alimentar a una cabeza de ganado bajo utilización adecuada. Se obtiene dividiendo el área forrajera entre el factor forrajero.

Referencias

1. BROWN, DOROTHY. Methods of surveying and measuring vegetation. Common wealth. Bureaux. England, 1954.
2. SAVAGE, D A Capítulo 54, Range pasture, del libro Forrajes H D Hughes, M N Health, D S Metcalfe. The Iowa State College Press. Ames Iowa, 1953.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La explotación que se realiza en los agostaderos de los Altos, puede considerarse como irracional en su generalidad, ya que es muy poco lo que se ha hecho en favor de la conservación y mejoramiento de los pastizales nativos. En algunas áreas existe un grave sobre pastoreo, quemadas y desforestaciones, que han dado lugar no sólo a la desaparición de las especies de pastos útiles, sino inclusive a la erosión de los suelos debido principalmente a la influencia humana.

Ahora bien, se ha dicho que la alimentación ganadera de la región, depende básicamente de sus praderas naturales y cuando éstas no se manejan en forma racional, generalmente existen problemas derivados de la falta de forraje.

La escasez actual de forraje natural, es el resultado de los factores anteriormente señalados, pero también existen otros de diversa índole que influyen de manera notable en la productividad del agostadero.

Entre otros señalaremos los provocados por la falta de conocimientos técnicos de los ganaderos, así como la limitada acción por parte de las dependencias oficiales que establecen progra-

mas incipientes, relacionados con la conservación, manejo y producción de los pastos.

Además de los múltiples factores citados que interfieren en forma negativa, está la falta de programación en la producción, altos costos de producción, insuficiente industrialización de los productos pecuarios, carencia de créditos oportunos, divergencia de ideas entre los organismos oficiales y particulares y una serie de factores económicos, sociales y de otro tipo, que limitan seriamente el aprovechamiento potencial de los conocimientos. Asimismo los sistemas de tenencia y propiedad de la tierra, pueden ser importantes factores restrictivos.

Cuando los agricultores disponen de la tierra en virtud de arriendos inseguros y de corto plazo, desean como es natural, obtener el beneficio máximo de la misma, con el menor desembolso posible mientras están en posesión de ella, y tienen poco interés en cultivarla pensando en el futuro.

La resiembra de los pastizales naturales cuando es posible se ve también limitada por cuestiones relativas a la propiedad. Los ganaderos tienen muchas veces sus rebaños en tierras sobre las que no tienen título y en las que no les interesa hacer ningún gasto para su mejora. Explotan su ganado de acuerdo con sistemas extensivos, de tipo nómada, migratorio o de pastoreo libre, con lo que les cuesta poco o nada criarlo.

El tamaño y grado de fragmentación de las explotaciones, son así mismo factores importantes, y están ligados a las leyes de herencia de la tierra, por ejemplo, que conduce a una subdivisión excesiva y a la creación de fajas contiguas de tierra inexplorables adecuadamente, todas de diseño distinto.

Estos entre muchos otros, son los factores limitantes en la explotación correcta de las grandes superficies de pastizales que existen en los Altos.

La solución a toda esta problemática pecuaria es demasiado compleja y a largo plazo para lograr un ritmo equilibrado en su integración teniendo estos problemas una estrecha relación entre sí.

De acuerdo a la problemática señalada, es necesario tomar medida que provoquen un aumento de la productividad de los agostaderos existentes en la región. Estas áreas situadas en regiones en donde la lluvia es deficiente, para producir cosechas de redituabilidad conveniente, requieren como solución justificable un programa integral de pastos nativos, cuya planteación requiere fundamentalmente de lo siguiente:

a) Necesidad de alimentar y jerarquizar las áreas, donde sea económicamente óptimo. Explotar los agostaderos existentes, lo cual requiere de muestreos, censos ganaderos e iden-

tificación de las especies nativas más importantes para la ganadería.

b) También es necesario establecer jardines de observación para el mejoramiento genético de los pastos y se debe fijar como objetivos generales los que a continuación se mencionarán, no sin antes considerar las dificultades que se presentan en estos trabajos, y de los cuales Pohlman (1959), presenta la siguiente relación:

1) Poca atención tradicional al fitomejoramiento como consecuencia de la disponibilidad, hasta fechas recientes, de extensos recursos en pastizales nativos,

2) las especies forrajeras más importantes son algamas, lo cual dificulta la propagación y el mantenimiento de líneas,

3) muchas especies son autoestériles, lo cual limita la autofecundación,

4) muchas especies tienen partes florales muy pequeñas,

5) ciertas gramíneas presentan el fenómeno de apomixis,

6) muchas especies producen poca semilla o semilla de bajo porcentaje de viabilidad,

7) las especies forrajeras, en general, producen plántulas débiles, lo cual dificulta el establecimiento de poblaciones favorables,

8) hay dificultad en establecer poblaciones libres de invasoras,

9) la evaluación individual no refleja el comportamiento en asociaciones,

10) la evaluación inicial de plantas individuales puede desvirtuar la evaluación con relación al comportamiento de dichas plantas en praderas,

11) hay gran variación en el comportamiento del material bajo estudio según el sistema de manejo utilizado, y

12) muchas especies son perennes, por lo cual requieren largos períodos de evaluación para persistencia y producción.

Objetivos generales que deben fijarse en el fitomejoramiento de los pastos nativos:

ADAPTACION AL MEDIOAMBIENTE

a) CLIMA

- 1) Adaptación térmica
- 2) Resistencia a la sequía
- 3) En espacios perennes resistencia a largos períodos de sequía

b) SUELO

- 4) Adaptación a suelos mal drenados,
- 5) Adaptación a largos períodos de inundación
- 6) Adaptación a presencia de sales en el suelo
- 7) Adaptación a altos porcentajes de sales sódicas
- 8) Adaptación a condiciones de suelos inmaturoúmígneos
- 9) Adaptación a condiciones de suelos inmaturocalizos
- 10) Respuesta a fertilización

c) BIOTICOS

- 11) Resistencia a enfermedades
- 12) Resistencia a insectos
- 13) Capacidad de producción y sobrevivencia en asociación
- 14) Rápida regeneración después del corte o del pastoreo
- 15) Resistencia al pastoreo

d) FENOLOGIA

- 16) Alta y prolongada producción forrajera
- 17) Alta calidad nutritiva, altos porcentajes de proteína cruda en fases avanzadas de madurez
- 18) Uniformidad de la floración, alta producción de semilla viable y persistencia de la semilla para su facilidad de cosecha
- 19) Facilidad de establecimiento

e) UTILIZACION

- 20) Alto grado de aceptación
- 21) Alto grado de aceptación en fases más avanzadas de crecimiento
- 22) Ausencia de sustancias tóxicas al ganado, y
- 23) Facilidad de manejo mecanizado.

c) Integrar un programa para la producción de semillas de pastos adaptados e introducidos, que atienda el ritmo de desarrollo que se programe. Para ello debe realizarse una selección de plantas deseables, tanto nativas como introducidas, que serán utilizadas para una reproducción posterior de plantas mejoradas.

d) Promover la división de potreros y de acuerdo con la delimitación de áreas analizar cada unidad específicamente considerando: topografía, clasificación de suelos, infestación de malezas, y los datos relativos a precipitación, altitud, etc.

e) En el fomento de todas estas actividades debe motivarse al productor agropecuario, mediante asistencia técnica adecuada, créditos oportunos, y lo más importante, comprenderlo en sus tradiciones y costumbres, de lo cual depende en gran parte el éxito de un programa.

Todo lo anterior debería estar bajo la responsabilidad de una dependencia oficial que coordinara cada una de las actividades a desarrollar. (2) (20).

BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO Departamento Praticola Plan Lerma Folleto Especial Demostración de praderas cultivadas Campo Experimental "El Ahito" Lagos de Moreno, Jal Septiembre de 1968.
2. _____ Memorias del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética. Febrero de 1968.
3. _____ Boletín No.1 Plan Lerma Asistencia Técnica Guadalajara, Jal, 1963.
4. DIAZ PULIDO, C I Contribución al conocimiento de las gramíneas de Jalisco. Tesis UNAM, México, D F, 1967.
5. ESTRADA FAUDON, E Apuntes de ecología. Escuela de Agricultura U de G, 1974.
6. GARCIA ENRIQUETA Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM Instituto de Geografía, México, 1973.
7. HERNANDEZ X, E y MIRANDA, F Apuntes de geobotánica. Chapingo, México, 1959.
8. _____ Contribución al conocimiento del manejo de los pastizales en México. Chapingo, México, 1959.
9. _____ Las zonas agropecuarias de México. Agricultura Técnica en México, 1957-58. México, D F.
10. _____ Apuntes de agrostología. ENA, Chapingo, México, 1962.
11. _____ Los zacates más importantes para la ganadería en México. Agricultura Técnica en México. 1960. México, D F, Chapingo, México, 1962.
12. _____ y SANCHEZ, G Los recursos forrajeros naturales y cultivados de las regiones semiáridas de latinoamérica. V Reunión Latinoamericana de Fitotécnia. Buenos Aires, 1961.

13. HUGHES, HEATH and METCALFE La ciencia de la agricultura basada en producción de pastos. Forrajes Ed CECSA, México, 1974.
14. MARTINEZ GUZMAN, G. Apuntes de agrostología. Escuela de Agricultura U de G, 1968.
15. MACIAS V, MARIO Suelos de la República Mexicana. ENA Chapingo, México, 1971.
16. McILROY, R L Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ed Limusa W México, 1973.
17. McVAUGH and RZEDOWSKI, J La vegetación de la Nueva Galicia. University of Michigan, 1966.
18. MIRANDA, F y HERNANDEZ X, E Los tipos de vegetación de México y su clasificación. CP, ENA, Chapingo, México, 1963.
19. MOSIÑO ALEMAN, P Factores determinantes del clima en la República Mexicana con referencia especial a las zonas áridas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, 1966.
20. _____ Apuntes de meteorología y climatología. Facultad de Ciencias, UNAM, 1968.
21. MUÑOZ O, ALFONSO Apuntes de zootécnia. Escuela de Agricultura U de G, 1971.
22. ORTIZ MONASTERIO, R El Plan Jalisco, sus realizaciones y limitaciones. Memorias del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 1963.
23. ORTIZ VILLANUEVA Edafología. PATENA, A C , Chapingo, México, 1973.
24. PADILLA SANCHEZ, R La Reforma Agraria y el Plan Jalisco. Guadalajara, Jal, 1965.
25. PEÑA, B A El cultivo del aguacate (Persea spp) en el Estado de Jalisco. Tesis. Escuela de Agricultura U de G, 197

26. WHYTE, MOIR and COOPER Las gramíneas en la agricultura.
FAO, 1971.
27. ZEPEDA R, TOMAS Geografía elemental del Estado de Jalisco.
Editorial Progreso, México, 1970.

GLOSARIO DE TERMINOS Y EXPRESIONES TECNICAS METEOROLOGICAS.

1. Término tiempo. - Se refiere al conjunto de condiciones meteorológicas que determinan el estado atmosférico instantáneo en un lugar: mientras que "clima" se refiere al complejo estadístico formando a partir de las propias condiciones registradas durante muchos años.

2. Gradiente de presión. - Desnivel entre las presiones barométricas medidas entre dos puntos distantes uno del otro dentro de la atmósfera. El factor determinante de la velocidad del viento.

3. Corrientes conectivas. - Movimientos circulatorios del aire en el plano vertical, debidos a diferencias de densidad en el sentido horizontal. Estas corrientes caracterizan a las regiones de la atmósfera intensamente perturbadas.

4. Calentamiento por compresión adiabática. - Aumento de temperatura sufrido por una porción de aire atmosférico que desciende dentro de la atmósfera, sin que sea, preciso ponerla en contacto con una fuente de calor. Esto es posible en virtud de una transformación termodinámica en los gases conocida como "Proceso adiabático" es decir, sin transferencia de calor.