

Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRICULTURA



CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y ESTUDIO
BROMATOLOGICO DEL CULTIVO DEL NOPAL EN ALGUNAS
ESPECIES (OPUNTIA FICUS INDICA), EN LA REGION DE
AUTLAN DE NAVARRO, JALISCO

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A N :

SILVIA RUBIO DIAZ

JOSE FRANCISCO GODOY IÑIGUEZ

JOSE DE JESUS FLETES COBIAN

OSCAR RAUL JAUREGUI ORTIZ

AGOSTO 1988.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Agosto 8 de 1988

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
BIBLIOTECA

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
SILVIA RUBIO DIAZ, JOSE FRANCISCO GODOY INIGUEZ, JOSE DE JESUS -
FLETES COBIAN y OSCAR RAUL JAUREGUI ORTIZ.

titulada:

" CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y ESTUDIO BROMATOLOGICO DEL CULTIVO DEL NOPAL EN ALGUNAS ESPECIES (Opuntia ficus indica), EN LA REGION DE AUTLAN DE NAVARRO, JALISCO "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

ASESOR

ASESOR

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

ING. J. JESUS GODINEZ HERRERA

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

srd'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Agosto 8 de 1988

C. PROFESORES:

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, DIRECTOR
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, ASESOR
ING. J. JESUS GONZALEZ HERRERA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y ESTUDIO BROMATOLOGICO DEL CULTIVO - DEL NOPAL EN ALGUNAS ESPECIES (Opuntia ficus indica), EN LA REGION DE AUTLAN DE NAVARRO, JALISCO "

presentado por el (los) PASANTE (ES) SILVIA RUBIO DIAZ, JOSE FRANCISCO GODOY INIGUEZ, JOSE DE JESUS FLETES COBIAN y OSCAR RAUL JAUREGUI ORTIZ.

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"
"PIENSA Y TRABAJA"
EL DIRECTOR


ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

srd'

DEDICATORIA

A DIOS:
POR PERMITIRME LLEGAR A ESTE MOMENTO

A MIS PADRES:
ROBERTO RUBIO SANDOVAL Y A MI MADRE JOSEFINA DIAZ DE RUBIO

A MI ABUELITA:
MAGDALENA JIMENEZ, POR APOYARME Y CONDUCIRME EN LA VIDA PARA
REALIZARME COMO PROFESIONISTA Y POR TODO SU AMOR

A MIS HERMANOS:
ENRIQUE, RAFAEL, MARGARITA, ROSAURA, RODOLFO, LAURA, FELIPE,
ADRIANA Y MAGDALENA, QUE NUNCA CLAUDIQUEN EN LAS METAS QUE SE
HAN TRAZADO.

A MI ESPOSO:
FRANCISCO JAVIER PEREZ AZPEITIA, POR SU AMOR Y COMPRENSION

A MI HIJA CLAUDIA CON TODO EL AMOR DEL MUNDO

A MIS CUÑADOS, TIOS, TIAS, SOBRINOS, PRIMOS Y PRIMAS, Y A TOMAS
CON TODO RESPETO

A MI AMIGA C. DENTISTA MARGARITA CROZCO NAVARRO, POR SU ENTRAÑABLE
AMISTAD

A LA SRITA. MARI LLANAS GUTIERREZ POR SU ORIENTACION Y CONSEJOS

AL ING. JOSE ARRIAGA SOTOMAYOR POR SU VALIOSA AYUDA

AL ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL POR SU VALIOSA AYUDA EN LA
EPOCA DE ESTUDIOS

S I N C E R A M E N T E

SILVIA RUBIO DIAZ

DEDICATORIA

A DIOS

A MI MADRE GENEVEVA INIGUEZ VIUDA DE GODOY, POR SU APOYO EN
TODO MOMENTO DE MI VIDA

A MI CUÑADO Y HERMANA:

ROBERTO BEFKE

ESSELIA GODOY DE BEFKE, POR CONDUCCIRME EN LA VIDA Y APOYARME EN
TODO MOMENTO, PARA PODER REALIZARME COMO PROFESIONISTA

A MI ESPOSA E HIJOS:

POR SU AMOR, COMPRENSION Y HABER SOPORTADO TODOS LOS MOMENTOS
CRITICOS DE MI CARRERA

AL ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA, MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO
POR SU APOYO, AMISTAD, ORIENTACION Y CONSEJOS EN MI VIDA
PROFESIONAL

A MI ABUELITA, BLAS CONTRERAS VIUDA DE INIGUEZ, POR TODO SU AMOR
Y COMPRENSION

A MIS HERMANOS:

GLORIA, ROBERTO POR SU GRAN AFECTO

A MI TIA TOÑA, POR SU APOYO EN LOS MOMENTOS DIFICILES

S I N C E R A M E N T E

JOSE FRANCISCO GODOY INIGUEZ

DEDICATORIA

CON CARTELO A MI ABUELITO:

ROBERTO ORTIZ, EN QUIEN SIEMPRE ENCONTRE RESPUESTA DE APOYO

A MI LIC. JOSE NATIVIDAD ROMO GARCIA :

POR TODAS SUS ORIENTACIONES Y APOYOS EN LA FORMACION DE MI
PROFESION

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO

OSCAR JAUREGUI ORTIZ

DEDICATORIA

A MIS PADRES CON TODO CARIÑO Y RESPETO

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA CELIA Y A MIS HIJOS

A MI COMPAÑERO QUERIDO:

LIC. JOSE NATIVIDAD ROMO GARCIA, POR SU APOYO, ORIENTACION Y
ENTRABABLE ASISTENCIA EN TODA NUESTRA LUCHA

AL ING. JOSE ABRIAGA SOTOMAYOR, POR SU VALIOSO APOYO EN LA
ELABORACION DE ESTE TRABAJO

AL ING. FRANCISCO JAVIER VALENCIA ZEPEDA, COMPAÑERO EN CUERPO Y
ALMA, MI ESTIMACION Y RESPETO

S I N C E R A M E N T E

JOSE DE JESUS FLETES COZIAN



AL DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA

AL ING. JOSE ARIAGA SOTOMAYOR

AL ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ, POR SU APOYO EN TODAS LAS
ACTIVIDADES PROFESIONALES

MI AGRADECIMIENTO

OSCAR RAUL JAUREGUI ORTIZ

NUESTROS MAS SINCEROS AGRADECIMIENTOS:

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA
POR LA OPORTUNIDAD QUE NOS BRINDARON EN NUESTRA FORMACION

AL DIRECTOR DE TESIS Y MIS ASESORES
ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
ING. J. JESUS GODINEZ HERRERA

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1. En Europa.....	4
2.2. En América.....	5
2.3. Taxonomía.....	7
2.3.1. Tribu Opuntieae.....	8
2.3.2. <u>Opuntia</u>	8
2.3.3. <u>Nopales</u>	11
2.4. Características Morfológicas del nopal.....	13
2.4.1. Raíz.....	14
2.4.2. Tallo.....	15
2.4.3. Hoja.....	15
2.4.4. Flor.....	15
2.4.5. Fruto.....	16
2.5. Ecología.....	17
2.5.1. Fisiografía.....	17
2.5.2. Clima.....	18
2.6. Propagación.....	19
2.6.1. Multiplicación asexual (pencas y fracciones de panca).....	19
2.6.1.1. Selección del mat. vegetativo.....	19
2.6.1.2. Método de siembra.....	20
2.6.1.3. Época de plantación.....	21
2.6.2. Multiplicación sexual (semilla).....	21

	Página
2.7. Componentes químicos del nopal.....	22
2.7.1. Agua.....	22
2.7.2. Contenido mineral.....	22
2.7.3. Glúcidos (Carbohidratos).....	26
2.7.4. Componentes nitrogenados.....	28
2.7.5. Vitaminas.....	29
2.8. Aprovechamiento del nopal como forraje.....	30
2.8.1. Principales especies de nopal forrajero.....	30
2.8.2. Aspectos nutricionales.....	30
2.8.3. Niveles de consumo por el ganado.....	32
3. MATERIALES Y METODOS.....	36
3.1. Descripción del área de estudio.....	36
3.2. Materiales.....	40
3.2.1. Materiales de campo.....	40
3.2.2. Materiales de laboratorio.....	40
3.3. Metodología.....	42
3.3.1. Localización de los especímenes.....	42
3.3.2. Colecta de los especímenes.....	44
3.4. Preparación de las muestras para el análisis bromatológico.....	44
3.4.1. Toma de la muestra.....	44
3.4.2. Deshidratación.....	46
3.5. Análisis bromatológico.....	47
3.5.1. Preparación de la muestra.....	47
3.5.2. Determinaciones.....	48
3.5.2.1. Humedad.....	48
3.5.2.2. Proteína cruda.....	48
3.5.2.3. Extracto etéreo (Grasas).....	49

	Página
3.5.2.4. Fibra cruda.....	49
3.5.2.5. Cenizas.....	50
3.5.2.6. Extracto no nitrogenado.....	50
3.5.2.7. Materia seca.....	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	52
5. CONCLUSIONES.....	65
6. RESUMEN.....	66
7. BIBLIOGRAFIA.....	67

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Dibujo esquemático de una flor del género <u>Opuntia</u>	10
FIGURA 2. Dibujo esquemático de las características anatómicas del género <u>Hopalea</u>	12
FIGURA 3. Localización del municipio de Autlán en el estado de Jalisco.....	38
FIGURA 4. Localización del municipio de Autlán.....	39
FIGURA 5. Localización de las áreas de colecta en la zona de estudio.....	43



LISTA DE CUADROS

Página

CUADRO 1. Porcentaje de humedad en diversas plantas utilizadas en la alimentación.....	23
CUADRO 2. Contenido de sales minerales en algunas especies de nopal.....	25
CUADRO 3. Porcentaje de peso fresco de carbohidratos en dos especies de nopal.....	27
CUADRO 4. Análisis bromatológico de diferentes especies y variedades de nopal (porcentaje en base a materia seca).....	28
CUADRO 5. Contenido de vitamina "C" en cinco especies de nopal.....	29
CUADRO 6. Análisis bromatológico solamente con algunas especies de nopal.....	31
CUADRO 7. Resultados de los análisis bromatológicos practicados a las 5 especies identificadas.....	56

1. INTRODUCCION.

Las zonas áridas y semiáridas de México constituyen para el país una completa problemática socioeconómica, ya que cubren prácticamente el 41% del territorio nacional.

En estas condiciones, se dispersan en dichas zonas 8.5 millones de habitantes que representan aproximadamente el 17% de la población total del país y el 37% de la población de 537 municipios comprendidos en 19 entidades federativas con tierras áridas y semiáridas, acusando una densidad media de 9.7 habitantes por Km², según el Censo General de Población de 1970.

Es indudable que México atraviesa por una crisis tremenda en aspectos económicos y por ello se manifiesta un profundo y radical cambio psicológico, ocasionado por la inseguridad social y económica la cual origina problemas como son el sentimiento de desesperación y de apatía para enfrentarse con responsabilidades a sus múltiples obligaciones.

Siendo conscientes del problema que las relaciones humanas nos ofrecen en ésta momento y en éstas circunstancias, debemos pensar en contribuir a resolver esta situación* (García Durán, 1970).

Se considera que el nopal, a pesar de ser un forraje de baja energía digestible, resulta un alimento de volumen y de emergencia durante las épocas críticas por su alto contenido de agua. También es posible suministrarlo en las raciones en proporciones variables como alimento de emergencia o como componente habitual de las raciones. Los efectos del nopal en el organismo animal, son similares a los de cualquier alimento verde y succulento, pero una alimentación preponderante de cladodios de nopal, produce diarreas en el ganado, aunque sin graves efectos; suministrándolo adecuadamente ausenta la

producción de leche y mejora sus productos (Hernández, 1977).

En el valle de Autlán se encuentran dispersas algunas especies de Opuntia spp que no han sido estudiadas y que podrían representar, seguramente, fuente de alimentación en situaciones de sequía o como alternativa de protección de los suelos. Además por sus características ecológicas, Autlán es un lugar conveniente para el establecimiento de noa leras para forraje, consumo humano y/o producción de tuna, (INIF, 1981).

Actualmente sólo existen estudios relacionados con el género Opuntia en los estados del norte y centro del país y algunos, muy pocos, en la parte más oriental del estado de Jalisco, Sayarit y Zacatecas, y se ha dejado a un lado el estudio del resto del territorio de Jalisco.

Por lo anteriormente dicho se comprende la importancia de clasificar, identificar, estudiar y analizar las especies, que, en este caso, existen en la zona del valle de Autlán.

Se propone considerar que en base a los resultados obtenidos en el análisis bromatológico y a estudios económicos se vea la posibilidad de establecer nopaleras para su explotación en cualquiera de los casos ya mencionados anteriormente.

Con este trabajo se pretende despertar el interés para contribuir al conocimiento de algunas de las especies de nopal (Opuntia spp) existentes en el valle de Autlán, tanto desde el punto de vista puramente botánico, como por su contenido alimenticio para forraje.

Por tal motivo, en el presente trabajo se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Identificar 5 especies de nopal en la zona del valle de
Autlán;
- b) Análisi bromatológico de las 5 especies de nopal:
- Humedad
 - Cenizas
 - Proteínas crudas
 - Fibra cruda
 - Extracto etéreo
 - Extracto no nitrogenado
 - Materia seca

2. ANTECEDENTES

2.1. En Europa.

Se supone que el término Opuntia proviene de "Opunte" u "Opuncia", población de la antigua Grecia en la región de Laórcida, Beocia (Larousse, Grand. Dict. Univ. 1847), citado por Bravo-Hollins (1978) en donde según Britton y Rose (Cactaceas 1919), citado por Bravo-Hollins (1978), se dice que crecían ciertas plantas semejantes a "cactus" (cactus-like plantas) citado por Bravo-Hollins (197E).

Se cree también que el origen del nombre se remonta a Plinio quién llamó "Opuncia" a una planta que crecía cerca de Opuns, India, y que Nathiolius, en 1565 creyendo probablemente que se trataba de un nopal, aplicó por vez primera el término "Opuncia" a estas cactáceas, (Fredrich, Cact. Suc. Mex. 1975), citado por Bravo-Hollins (1978).

Las especies se encuentran distribuidas en todo el continente; algunas integran subgéneros endémicos de América del Norte o de América del Sur; otros subgéneros, como Opuntia, crecen en toda la América. En la cuenca del Mediterráneo y de Australia, las Opuntias llevadas desde América, se han adaptado y propagado espléndidamente de tal manera que puede considerárseles naturalizadas. En algunas regiones de Australia, la propagación natural es tan abundante, que son una plaga que se está tratando de combatir por medios biológicos (Bennett, 1963).

2.2. En América.

"En las regiones áridas y semiáridas de América del Norte y especialmente en Texas, Arizona y el Norte de México, se utilizan como forraje las pencas jóvenes de diversas especies de nopal u Opuntia.

A mediados del siglo pasado existían en México y en Guatemala nopaleras de consideración, destinadas a la cría de la cochinilla (Laccifer lacca (Kern)) o coccidio, productor de la grana púrpura; pero luego que ésta industria se abandonó, los plantíos fueron des poblándose lentamente, y quedan a la fecha vestigios de las que fueron florecientes plantaciones. Sin embargo todavía aunque en número escaso, pueden encontrarse núcleos de aquellas nopaleras en la región de Amatitlán (Guatemala) y en algunos lugares de México, en donde tuvieron asiento los establecimientos citados", Menéndez (1977).

La historia de nuestro país y el folklore de los pueblos nos permitan conocer la importancia que adquirieron las cactáceas entre las tribus prehispánicas, según se observa en sus códices, monumentos, pinturas, cerámica y por las numerosas voces con que las designaron y que aún persisten en nuestros días, (INIF, 1981).

En la vida económica, social y religiosa de los Nahuas, las cactáceas desempeñaron un papel relevante, a tal grado que el escudo de Tenochtitlan ostentaba airosoamente un nopal, símbolo que conserva el escudo de nuestro México actual, (Bravo-Hollins, 1978).

Estas plantas intervinieron en las celebraciones religiosas y algunas fueron elevadas a categoría de dioses, se usaron con frecuencia en la magia, fueron empleadas en la curación de enfermedades, influyeron en forma determinante en la fundación de poblaciones y se

les tuvo en gran estima como plantas de ornato, (INIP, 1981).

Las cactáceas tuvieron gran importancia tanto por la producción alimenticia que se obtenía de ellas, como por sus cualidades medicinales.

En lo referente a los usos de los nopales en otras regiones del país, Benson y Walkington (1968) mencionan que durante los siglos XVII y XVIII, cuando los padres franciscanos establecieron sus misiones en Baja California Norte y zonas adyacentes, iniciaron el establecimiento de algunas nopaleras que entonces eran cultivadas en el centro de México.

Mencionan Benson y Walkington (1968) que "tales especies correspondían a dos géneros muy emparentados (Opuntia ficus-indica y Opuntia megacantha), y que el nombre de la primera derivó en la lengua como se conocía en esas provincias al fruto de estos nopales (higo de los indios). Agregan que ".....Los padres misioneros y otros encontraron que éstas cactáceas no sólo eran útiles por sus frutos, sino también como una fuente importante de un material mucilaginoso que servía de ligamento en los adobes en las construcciones de los misioneros".

"Con el transcurso del tiempo las dos cactáceas fueron también plantadas en los grandes ranchos tanto en los cascos de la hacienda como alrededor de las habitaciones de los peones y de otros habitantes, y así aparecieron dondequiera que había habitaciones de españoles o mexicanos y posteriormente en las de los colonizadores norteamericanos".

2.3. Taxonomía.

Según Wettstein (1908), en la cuarta edición de su tratado de Botánica sistemática, las Angiospermas se dividen en dos grandes grupos, con la categoría jerárquica de clases del reino vegetal: Dicotiledóneas y Monocotiledóneas.

Dentro de la primera clase de las Monocotiledóneas, que comprende la mayor parte de las Angiospermas, y se divide, a su vez, en dos subclases: la de las Coripétalas y la de las Simpétalas.

Las Coripétalas se caracterizan por sus flores desnudas (solo con órganos sexuales, sin perianto) o de perianto sencillo (de un solo verticilo) o, cuando el perianto llega a ser doble, de pétalos libres entre sí.

Las Coripétalas más sencillas son las que tienen las flores desnudas o con una sola cubierta floral y reciben el nombre de Monoclamídeas, (Labor, Enc. III, 1975).

Dentro de las Monoclamídeas se encuentra el orden las Centrospermas, que es el que contiene a la familia de las Cactáceas.

Monoclamídeas: Comprende 11 órdenes con sus familias respectivas.

Orden: Centrospermas

Familia: Cactáceas

Géneros: Opuntia, Nopalea, Cereus, etc.

2.3.1. Tribu Opuntieae.

Opuntieae Backeberg, Cac. Succ. Journ. Am. 22. 181. 1950, citado por Bravo-Hollins (1978).

Plantas con ramas cilíndricas, claviformes, o laminares (Cladodios), verde. Hojas muy reducidas, cilíndricas, subuladas, caducas. Flores diurnas. Esta tribu está representada en México por los géneros Opuntia y Hopalas.

CLAVE DE LOS GÉNEROS

- A. Artículos cilíndricos o aplanados; estambres más cortos que los pétalos 3 Opuntia
 AA. Artículos aplanados; estambres más largos que los pétalos 4 Hopalas

2.3.2. Opuntia (Tournefort) Miller, Gard. Dict. Abr. ed. 4. 1754, citado por Bravo-Hollins (1978).

Plantas arborecentes, arbustivas o rastreras, simples o caespitosas. Tronco bien definido o con ramas desde la base. Ramas erectas extendidas o postradas. Artículos globosos, claviformes, cilíndricos o aplanados (cladodios), muy carnosos o leñosos. Limbo de las hojas pequeño, cilíndrico, carnoso, muy pronto caduco. Aréolas axilares con espinas, pelos, glándulas y a veces glándulas; generalmente las de la parte superior de los artículos son las productoras de flores; espinas solitarias o en grupos, de sección redondeada o aplanada, desnudas o en vainas papiráceas, de colores variados; glándulas usualmente numerosas, naciendo en la parte superior de la aréola. Flores generalmente hermafroditas, usualmente una en cada aréola; ovario infero, con una cavidad y muchos óvulos, rodeado de un pericarpelo

de origen arial, más o menos tuberculado cuyas aréolas llevan pequeñas brácteas caducas, glóquidas y espinas más o menos numerosas e su- cantes; perianto regular, segmentos exteriores del perianto verdes o más o menos coloridos, gradualmente en transición con los segmentos interiores del perianto, éstos extendidos y de colores amarillos, anaranjados, rojo hasta púrpura; estambres numerosos, mucho más cortos que los pétalos, frecuentemente sensitivos; estilo único, grueso lóbulos del estigma cortos. Fruto en baya, seco o jugoso, espinoso o desnudo, globoso, ovoides hasta elíptico, a menudo comestible. Semillas provistas de un arilo grueso, duro, blanco, que rodea la semilla; embrión curvo; cotiledones grandes (figura 1).

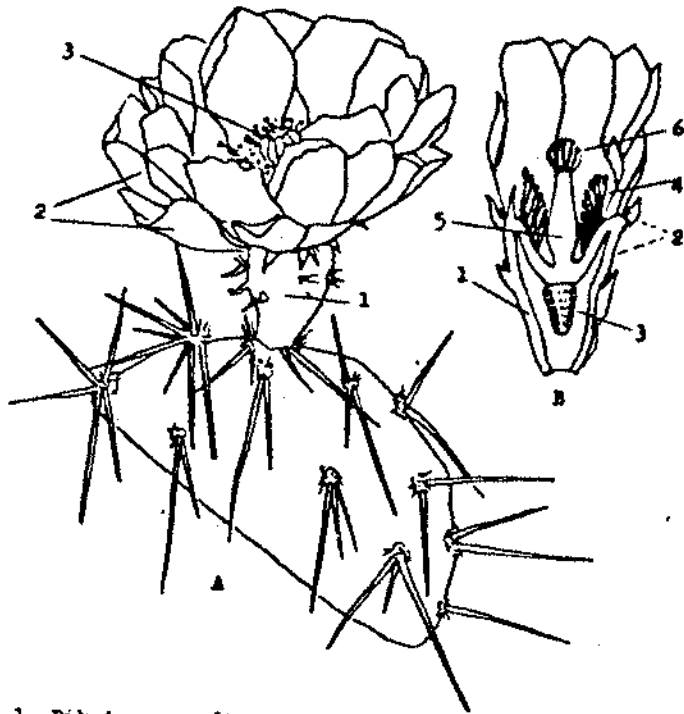


Figura 1. Dibujo esquemático de una flor del género *Opuntia*. A, fracción de un artículo con una flor: 1, pericarpelo con aréolas provistas de glóquidas; 2, segmentos del perianto; 3, estambres; B, corte longitudinal de la flor que muestra: 1, pericarpelo con hojas reducidas; 2, zona receptacular amplia y crateriforme; 3, cavidad del ovario; 4, estambres; 5, estilo grueso y ensanchado en la base; 6, lóbulos del estigma (dibujo M. Peña de Sousa).

2.3.3. Hopalea Salm-Dyck, Cact. Hort. Dyck. 1845. 63. 1850, citado por Bravo-Hollins (1978).

Arborecentes, con tronco bien definido, ramosas. Ramas o artículos aplanados, generalmente largos y angostos; hojas pequeñas subuladas o cilíndricas, caducas; aréolas más remotas con lana, glóquidas y espinas. Flores hacia el extremo superior de los artículos; segmentos del perianto erectos, casi no se abren, de color rosa rojo; estambres numerosas, exertos, más largos que el perianto; el estilo más largo que los estambres; ovario más o menos tuberculado, con o sin espinas, profundamente umbilicado. El fruto es una baya con o sin numerosas glóquidas y espinas. Semillas numerosas, aplanadas, con arillo grueso. Por su hábito son semejantes a Platyopuntia pero difieren por sus pétalos erectos y sus estambres y estilos exertos (figura 2).

Estas especies son nativas de México y Guatemala donde crecen en selvas bajas caducifolias. Se cultivan en diversos lugares de América tropical, especialmente para formar cetos vivos, y por sus artículos y por características alimenticias.

En México tiene una distribución muy amplia: Por la costa del Pacífico la hemos encontrado creciendo desde Alamos, Son., y en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Oaxaca y Chiapas; por la costa del Golfo, en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

El género Opuntia (subgénero Platyopuntia) es uno de los más diversificados y abundantes en la República mexicana; se presentan prácticamente en todos los tipos de vegetación de las zonas áridas y semiáridas, y con frecuencia aparecen también en zonas tropicales y templadas.

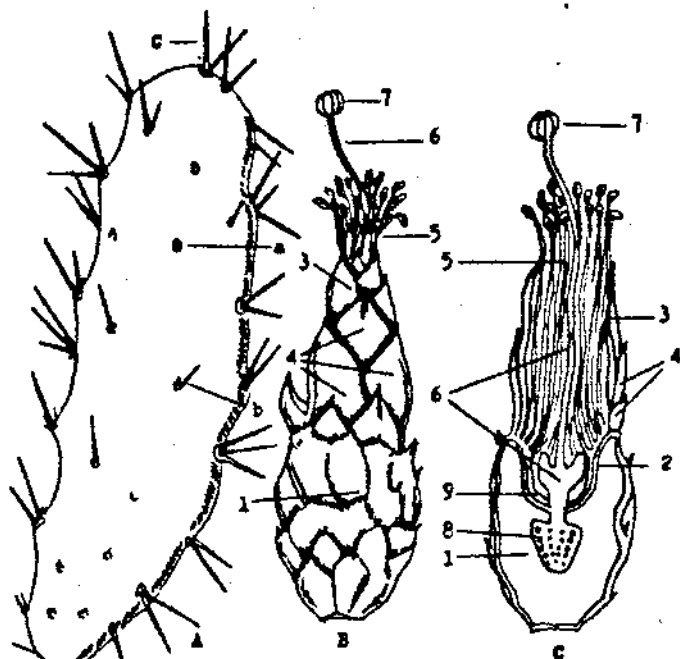


Figura 2. Dibujo esquemático de las características anatómicas del género *Hopalea*. A, articulo mostrando; a, aréolas; b, glóquidas; c, espinas; B, aspecto exterior de la flor; C, corte longitudinal de la flor: 1, pericarpelo; 2, receptáculo; 3, segmentos exteriores del perianto; 4, segmentos interiores del perianto (que son inapertios); 5, estambres, exertos en este género; 6 estilo algo más largo que los estambres; 7, lóbulos del estigma; 8, cavidad del ovario; 9, cámara nectarial (dibujo M. Peña de Sousa).

Bravo-Bollins (1978), reconocen aproximadamente unas 60 especies mexicanas de éste género; tal número da una idea de su gran diversidad y al mismo tiempo de su dificultad para separarlas y ordenarlas taxonómicamente.

Sánchez Mejorada (1956), nos dice: "...No existe ningún método mundialmente aprobado para la descripción de las cactáceas, lo que, crea, como consecuencia, un verdadero problema para la identificación de especies y para la comparación de descripciones.

Las descripciones de cactáceas de la mayor parte de los botánicos, salvo en casos excepcionales, son deficientes por incompletas, y por no seguir todos un mismo método de descripción".

2.4. Características morfológicas del nopal.

Todas las especies de nopal (*Opuntia spp*) han desarrollado a través de la evolución, características morfológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de temperaturas y, en general, a las diversas condiciones de las zonas áridas y semiáridas del país, a pesar de que algunas de éstas especies han colonizado ambientes con mayor provisión de agua, INIF, (1981).

Nos sigue diciendo INIF, (1981);....."Algunos de estos caracteres "xeromórficos" se relacionan directamente con la máxima eficiencia en la absorción y almacenamiento de agua, y otros parecen tener importancia indirecta al evitar el excesivo calentamiento del sol o defender las partes blandas de predadores. La succulencia es la principal característica morfológica de los nopales y de la mayoría de las cactáceas. Esta puede considerarse como el sello distintivo de su parte aérea (tallo, flores y frutos) y, resulta de la proliferación celular masiva de ciertos tejidos parenquimatosos, asociada a

un aumento de tamaño de las vacuolas y a una disminución de los espacios intercelulares.

Este fenómeno permite a los órganos de éstas plantas acumular grandes cantidades de agua en forma muy rápida durante los breves períodos de humedad y, por otra parte, las formas esféricas o suculentas representan los cuerpos más eficientes para evitar la evaporación.

A continuación se trata en forma breve las características morfológicas de cada una de las partes u órganos del género Opuntia, subgénero Platyopuntia.

2.4.1. Raíz.

Por su origen, deriva de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de la raíz a partir del tallo.

Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta. Generalmente son gruesas pero no suculentas, de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea.

Por su duración, el sistema radicular de los nopales es permanente o permanente.

Otras características de la raíz es la ausencia de pelos absorbentes mientras el edáfico (suelo) se encuentra con escasa humedad.

En cambio, cuando existe agua disponible en el suelo, se estimula el desarrollo de estos pelos y la velocidad de absorción de agua y nutrientes se torna sorprendentemente alta.

2.4.2. Tallo.

El tallo es craso, erecto (en algunas especies rastrero), ramificado y multiarticulado. Se compone de un tronco cilíndrico y de ramas aplanadas y discoideas (cladodios o pencas), posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos. Cada uno de sus artículos recibe el nombre particular de penca; su aspecto es comprimido, tiene forma de raqueta y botánicamente reciben el nombre de cladodios, son de color verde y tienen función fotosintética, ya que presentan abundante parénquima clorofílico. Los efectos de las intensas y prolongadas sequías, así como las abrasadoras ondas cálidas a que están expuestas las plantas, afectan el tamaño y forma de sus tallos.

2.4.3. Hoja.

En el nopal solamente existen en los renuevos de pencas (cladodios) cuando están tiernas. Son hojitas cilíndricas y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas. Las hojas desaparecen completamente al alcanzar la penca cierto grado de desarrollo, o sea que en unos cuantos días, en cuyo lugar quedan las espinas.

2.4.4. Flor.

La flor de la planta se produce en las aréolas (homólogas de las yemas en otras dicotiledóneas), localizadas en la parte superior de las pencas. Cada aréola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, ya que algunas pueden brotar al

primer año y en otras en el segundo o el tercero. Sus pétalos poseen colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, salmón, etc., según la especie de nopal.

Por lo general, las flores son grandes; el ovario es ínfero, unilocular con muchos óvulos y lóbulos del estigma (cinco a diez); el androceo posee gran cantidad de estambres. Son hermafroditas anatómicas; algunas, sin embargo, son unisexuales por atrofia del androceo o del gineceo respectivamente (Opuntia robusta). La floración tiene lugar en primavera, durante los meses de marzo, abril y mayo, aunque hay entidades en las que se realiza en otras épocas del año. Una vez efectuada la fecundación, el perianto se marchita y cae, pero a veces permanece adherido al fruto por algún tiempo (figura 1).

2.4.5. Fruto.

El fruto del nopal (tuna) es una baya unilocular polisperma, carnosas, de forma ovoide a esférica; sus dimensiones y coloraciones pueden variar según la especie, encontrándose frutos de 4 a 12 cm. o más de longitud, de color amarillo canario, amarillo limón, anaranjado, rojo, guinda, rojo-morado, verde tierno, blanco verdoso, etc. Semillas lenticulares con testa clara y arillo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado.

En cuanto al género Nopalea, Bravo-Hollins (1978) cita a Salm-Dyck Cact. Hort. Dyck. 1849. 63 1850., en la descripción de éste nos indica que las diferencias más notables entre éste y el Opuntia se refiere a los estambres más largos que los pétalos. Encuanto a otras diferencias morfológicas no existen muchas diferencias (figura 2).

2.5. Ecología.

2.5.1. Fisiografía.

INIF (1981), cita que "...en México, las poblaciones silvestres del nopal (Opuntia spp) encuentran las condiciones propicias para su establecimiento en cualquier tipo de topografía.

En cuanto a la altitud puede decirse que existen especies cuyo rango altitudinal es amplio, a diferencia de otras especies que tienen rangos más estrechos. Algunas especies de nopal se desarrollan muy cerca del nivel del mar, como Opuntia stricta y otras como Opuntia streptacantha (cardón) crecen sin dificultad en altitudes hasta de 2700 metros sobre el nivel del mar.

Las distintas especies de nopal se desarrollan bien en la mayoría de los suelos existentes en el país. Sin embargo, para plantaciones la experiencia ha demostrado que los mejores rendimientos se obtienen en suelos de origen ígneo o en suelos calcáreos (dependiendo de la especie) pero, con textura arenosa, profundidad media y con un pH de preferencia neutro o bien ligeramente alcalino, pero nunca ácido.

Menéndez (1977), menciona que los suelos húmedos y flojos no le son propicios, porque debido a la debilidad de su sistema radicular y a su peso caen la mayor parte de las plantas adultas.

2.5.2. Clima.

En general, el nopal y otras cactáceas crecen bien en lugares donde las temperaturas medias anuales se aproximan a los 23°C. Un dato interesante es que las especies del género Opuntia pueden soportar temperaturas extremas de 10°C y 50°C, mínimas y máximas respectivamente.

Bravo-Hollins (1978), dicen que "...por lo que se refiere a buchedad, aunque, las cactáceas son inmunes a los largos períodos de sequía, necesitan de las lluvias anuales para reponer el agua que pierden sus tejidos.

Las especies de Opuntia (nopal) son de las más afectadas, ya que en condiciones de sequía sus tallos se adelgazan, arrugan y hasta pueden desprenderse del tronco".

Manéndes (1977), dice que, "no podrían fijarse en determinada región del país el clima más conveniente para el nopal, ya que se han encontrado normalmente desarrollados en toda la República. Más escasas son éstas plantas en la zona tórrida, donde las del género Cereus abundan más.

Sin embargo, las matas de nopal sin espinas, más vigorosas, son las plantadas en las comarcas de clima templado-frío".

Las poblaciones silvestres de nopal se distribuyen principalmente en las zonas con precipitación media anual de 150 o más milímetros, en climas semisecos o esteparios, con lluvias, en verano (BSw) semisecos o esteparios, con lluvias escasas en todas las estaciones del año (BSx), y en climas desérticos con lluvias en verano, en cualquier época del año y en invierno (BWs, BWx, BWa).

* (Clasificación climática según Koepfen, modificada por E. Gcia).

2.6. Propagación.

2.6.1. Multiplicación asexual (pencas y fracciones de pencas).

Este método es el más recomendable, debido a que la propagación es más sencilla y mediante éste tipo se logrará mantener las características de la variedad escogida como madre.

2.6.1.1. Selección del Material Vegetativo.

Se elige una o varias coplomas establecidas en el clima y suelo lo más semejante posible al sitio donde se piensa forzar el nuevo plantío. Se seleccionarán aquellas pencas mayores de seis meses hasta las de tres años de edad que no presenten daños, que están enteramente sanas, esencialmente libres de pudrición negra, mancha café, daños por insectos, malformaciones y otras enfermedades o afecciones.

El trabajo de poda en el vivero o huerta lo deben hacer una persona experta, insertando la hoja de un cuchillo bien afilado entre la base de la peca, en la otra parte que se une a la otra, procurando que la herida sea del menor diámetro posible, a fin de disminuir el riesgo de enfermedades o cualquier otro daño, buscando además acelerar la cicatrización de las heridas.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

2.6.1.2. Método de siembra.

Meméndez (1977), dice que:

"En el pequeño cultivo se acostumbra tomar para la propagación fragmentos de la planta, constituidos por dos o tres palas a la vez, obteniendo pronto plantas en producción, pero éste método no resulta práctico cuando se trata de plantaciones mayores, en las cuales se acostumbra seleccionar las plantas más robustas, de uno a tres años de edad., cortándolas tan cerca de las articulaciones como sea posible. Cuando las plantas se hallan debidamente preparadas, se procede a distribuir las en el terreno. La distancia más conveniente entre filas es de 2 m; las pencas se colocan al surco mecánicamente o a mano a una distancia media de 80 cm., hecho lo cual no queda sino pasar un arado cuya vertedera vaya cubriendo parcialmente las pencas; pueden sembrarse más espaciadas y en éstas condiciones desarrollan más las plantas.

Por el método anterior las palas quedan horizontales sobre el terreno, y es muy variable la parte de la penca que se queda expuesta a la luz, lo que ocasiona que las plantas a su vez no hacen su aparición del mismo modo.

Este inconveniente puede abolirse en los plantíos más reducidos, efectuando la siembra a mano, colocando las pencas de canto en posición inclinada y cubriendo con la tierra del surco abierto las dos terceras partes de ella; por éste método se obtiene el enraizamiento en menor tiempo, y la plantación resulta más uniforme".

INIF, (1961), cita otro método de plantación; la plantación de individuos obtenidos de fracciones de penca.

Explica que en este caso, la plantación se realiza colocando dentro de la tierra la parte basal de la planta, de tal manera que

sólo queda tapada por la tierra hasta donde llegaba en el almácigo.

2.6.1.3. Época de plantación.

Menéndez (1977) dice "La plantación se hace desde octubre a principios de marzo, siendo conveniente dejar antes al aire libre durante algunos días las palas cortadas hasta que se cicatricen los cortes evitando que pudieran pudrirse y asegurando de ésta manera su arraigo. En los suelos demasiado pedregosos, en las pendientes, donde la labor es imposible, se acostumbra colocar simplemente las pencas en la estación lluviosa; en la estación seca no es posible porque los cortes de las pencas se secan y no emiten raíces".

2.6.2. Multiplicación sexual (semilla).

En INIF (1961), se dice que la propagación por semilla en los nopales es poco conocida y es más compleja que la propagación vegetativa.

En forma resumida, los pasos principales del proceso son los siguientes:

- Germinación de las semillas
- Establecimiento de plántulas
- Crecimiento de las plantas hasta alcanzar el tamaño y madurez deseados

Debido a la escasa importancia que tiene la reproducción sexual en la propagación comercial del nopal, solamente se menciona lo anterior

2.7. Componentes químicos del nopal.

2.7.1. Agua.

En cactáceas tales como el nopal, alcanza valores mayores al 90% en tallos, pencas y frutos, como ya se mencionó, es el componente que da a los nopales el aspecto de succulencia.

En lo que respecta a la planta del nopal, se han encontrado porcentajes de humedad muy variables; Cravioto y colaboradores (1951), en los trabajos del Instituto Nacional de Nutriología (Secretaría de Salubridad y Asistencia), citados por INIF, (1981), encuentran los siguientes porcentajes de humedad en algunas plantas alimenticias (Cuadro 1).

2.7.2. Contenido mineral.

De acuerdo a la literatura consultada y citada por INIF (1981) los principales componentes minerales del nopal son el calcio, y el potasio, presentándose también magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y manganeso, predominando en forma de carbonatos y en ocasiones como cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfatos (Bravo-Hollins, 1978). Fernández Landero (1945), en los análisis bromatológicos de seis especies del nopal del valle de México, encuentra las siguientes cantidades de sales minerales (Cuadro 2).

Brauer y Flores V. (1969), citados por INIF (1981), efectuaron en la Escuela Nacional de Agricultura de Capingo, análisis mensuales de pencas terminales de Opuntia ficus-indica de tres a ocho meses de edad en lo referente a sales minerales encontraron los siguientes

CUADRO No. 1
 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN DIVERSAS PLANTAS UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION

Nombre común	Nombre técnico	Procedencia	Humedad
V e r d u r a s			
Nopelito	Opuntia hyptiacantha	México	92.5
Nopales	Opuntia sp.	D.F.	90.1
Acelga	Beta vulgaris	D.F.	89.3
Alfalfa	Medicago sativa	D.F.	86.5
Berro	Nasturtium aquaticum	Morelos	83.0
Calabacita	Cucurbita sp.	Yucatán	93.0
Chicharo	Pisum sativum	México	75.6
Chichicaxtle	Lemna minor	D.F.	93.2
Chile ancho	Capsicum annum	Aguascalientes	10.1
Chile habanero	Capsicum annum	Yucatán	91.0
Chile chipotle	Capsicum annum		
	L. dulce	Hidalgo	16.1
Chile guajillo	Capsicum annum	D.F.	15.4
	L. Laguna		
Chile serrano	Capsicum annum		
	acuminatum	Veracruz	86.8
Cilantro	Coriandrum sativum	D.F.	90.3
Col	Brassicaoleracea	D.F.	89.6
Ejotes	Phaseolus vulgaris		92.7
Elote amarillo	Zea mays		60.6
Elote blanco	Zea mays	D.F.	77.8
Espinaca	Spinacia oleracea	D.F.	88.4
Frijol	Phaseolus sp.	Yucatán	66.7
Haba verde	Vicia faba	D.F.	78.0

(sigue cuadro)

Nombre común	Nombre técnico	Procedencia	Humedad
V e r d u r a s			
Jitomate.	Lycopersicum esculentum	D.F.	94.6
Lechuga	Lactuca sativa	D.F.	93.4
Orégano de castilla	Calceolaria aromaticus	Yucatán	94.4
Romeritos	Dondia sufrulencoga	D.F.	92.0

CÚADRO No. 2

CONTENIDO DE SALES MINERALES EN ALGUNAS ESPECIES DE NOPAL*

MUESTRA	Si O ₂	Ca O	K ₂ O	R ₂ O ₃	Mn O	Mg O	N ₂ O
O. Ficus-indica	116.02	42.55	11.06	0.91	0.12	6.05	1.28
O. Hyptiacantha	1.82	42.65	11.01	0.88	0.28	7.89	0.26
O. Tormentosa	3.79	45.65	10.12	0.76	6.73	0.81	0.81
Idem forma joven	3.32	44.16	8.87	0.75	0.18	5.88	0.47
O. Megacantha	1.24	46.35	8.13	0.73	0.20	5.92	0.36
O. Robusta	1.18	46.35	9.63	0.97	0.25	6.15	0.83

*Según Fernández L., 1949

porcentajes en base a materia seca:

Edad del material (meses)	Cenizas %
3	14.10
4	15.25
5	18.29
6	19.07
7	17.70
8	16.70

Los componentes principales de las cenizas son calcio y potasio, encontrándose también algo de magnesio, silicio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y manganeso, predominando en forma de carbonatos, aunque también se encuentran como cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfatos INIF. (1981).

2.7.3. Glúcidos (Carbohidratos).

Fernández Landero (1949), citado por INIF (1981) en su estudio químico de las pencas de seis muestras de nopales, encontraron los valores máximos expresados como porcentaje del peso fresco de las muestras que aparecen en el cuadro 3.

CUADRO No. 3

PORCENTAJE EN PESO FRESCO DE CARBOHIDRATOS EN DOS ESPECIES DE NOPAL

Muestra	Carbohidratos	Porcentaje Peso fresco
O. Tormentosa	Azúcares totales	8.98
" "	Polisacáridos totales	8.49
" "	Hexosas totales	3.78
" "	Hexosas polisacáridos	1.97
" "	Hexosas monosacáridos	0.26
" "	Pentosas totales	0.20
" "	Pentosas monosacáridos	0.10
" "	Pentosanas	5.12
" "	Carbonatos urónicos	1.70
O. Robusta	Monosacáridos totales	0.32
" "	Disacáridos totales	1.60
" "	Hexosas monosacáridos	0.26

2.7.4. Componentes nitrogenados.

En el género Opuntia se han hecho estudios específicos de estos compuestos, a fin de aquilatar el valor nutritivo de los diferentes órganos que forman parte de la dieta alimenticia del hombre y los animales.

En lo concerniente a la evaluación de los compuestos nitrogenados dentro de las especies forrajeras del nopal, se han desarrollado diversos estudios dentro de los cuales destacan los siguientes:

(Cuadro 4)

CUADRO No. 4
ANÁLISIS CROMATOLÓGICOS DE DIFERENTES ESPECIES Y VARIETADES DE NOPAL (PORCENTAJE EN BASE A MATERIA SECA)

Muestra	P.C.	AUTOR
<i>O. crysacantha</i>	3.54	Palomo, 1963
<i>O. tenuispina</i>	4.42	" "
<i>O. megacantha</i>	7.71	" "
<i>O. rastrera</i>	2.78	" "
<i>O. azurea</i>	4.54	" "
<i>O. cantabriguensis</i>	4.79	" "
<i>O. engelmannii</i>	3.32	" "
<i>O. lucena</i>	3.67	" "
<i>O. lindehimeri</i>	4.15	" "
<i>O. robusta</i>	4.43	Griffiths y Hare, 1906
<i>O. streptacantha</i>	3.17	" "
<i>O. leucotricha</i>	7.56	" "
<i>O. imbricata</i>	7.11	" "
<i>O. cacanapo</i>	5.19	" "
<i>O. stenopetala</i>	8.84	" "
<i>O. duranguensis</i>	4.51	Bauer y Flores, 1969
<i>O. ficus-indica</i>		" "
var. amarillo oro	3.80	" "
<i>O. ficus-indica</i>		" "
var. caraca	3.11	" "

Tomado de INIF (1981)

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA03205

AUTOR:

RUBIO DIAZ SILVIA & OTROS

TIPO DE ANOMALIA:

Errores de Origen:

Falta el folio No. 29

2.f. Aprovechamiento del nopal como forraje.

2.f.1. Principales especies de nopal forrajero.

En nuestro país, el aprovechamiento del nopal como forraje tiene relevancia en las zonas áridas y semiáridas del norte, donde las poblaciones silvestres de nopal (Opuntia spp), son utilizadas principalmente como fuente de agua y forraje de auxilio en épocas de sequía o de escasez de alimento para el ganado.

Las principales especies de Opuntia utilizadas como forraje son:

- Opuntia streptacantha (nopal cardón). Foto A. (pag. 33)
- Opuntia leucotricha (nopal duraznillo). Foto B. (pag. 34)
- Opuntia lindheimeri (nopal cuijo). Foto C. (pag. 35)
- Opuntia rastrera (nopal rastrero)
- Opuntia microdasys (nopal cegador)
- Opuntia pilifera (nopal crinado)
- Opuntia parina (nopal pelón)
- Opuntia robusta (nopal carueso)

2.f.2. Aspectos nutricionales.

Como se mencionó anteriormente, su riqueza en nutrientes es muy variable de acuerdo a la especie tratada, e incluso dentro de una misma especie. Así pueden encontrarse porcentajes de proteína cruda que van desde 2.78% en Opuntia rastrera, hasta 8.84% en Opuntia stenopetala (Cuadro 6).

CUADRO No. 6

ANALISIS BROMATOLOGICO DE DIFERENTES ESPECIES DE NOPAL
(Porcentaje en base a materia seca)

Genotipo	Materia seca	Materia orgánica	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra	Ceniza	E.L.N.*	Autor Griffiths y Hare	
<i>Nopales</i> spp.	10.69	73.79	8.92	1.50	17.21	26.21	50.70		1906
<i>O. Crysecantha</i>	15.52	73.45	3.54	1.10	4.32	26.55	64.43	Palomo	1963
<i>O. Tenuispina</i>	12.45	70.20	4.42	1.04	5.14	29.80	59.52	Palomo	1963
<i>O. Mesacantha</i>	10.12	74.51	7.71	1.18	3.75	25.49	68.87	Palomo	1961
<i>O. Nastrea</i>	14.41	59.89	2.74	0.76	6.18	40.11	43.23	Palomo	1963
<i>O. Azurea</i>	12.55	68.88	4.54	1.35	3.98	30.32	59.84	Palomo	1963
<i>O. Cantabrigensis</i>	11.89	68.46	4.79	1.09	3.70	31.54	58.87	Palomo	1963
<i>O. Engelmannii</i>	15.07	68.41	3.32	1.19	3.58	31.59	60.32	Palomo	1963
<i>O. Lucens</i>	17.45	69.59	3.67	0.57	2.58	30.43	62.75	Palomo	1963
<i>O. Lindehimeri</i>	11.57	74.50	4.15	2.03	3.82	25.50	66.25	Palomo	1963
<i>O. Robusta</i>	10.18	81.41	4.41	1.73	17.63	18.59	57.61	Griffiths Hare	1906
<i>O. Leucosticha</i>	4.50	74.00	7.56	2.66	14.00	26.00	49.78	"	1906
<i>O. Imbricata</i>	17.71	84.25	7.11	1.75	13.51	15.75	61.86	"	1906
<i>O. Cacahupo</i>	16.95	72.51	5.19	2.06	13.20	27.49	54.04	"	1906
<i>O. Stenoptala</i>	13.24	77.87	8.84	1.74	5.14	22.13	58.16	"	1906
<i>O. Duranguensis</i>	10.34	82.94	4.51	1.29	8.23	17.06	68.91	Bauer y Flores	1969
<i>O. Ficus-indica</i> var. amarillo oro.	11.29	86.93*	3.80	1.38	7.62	13.07	74.13	"	1969

*Elementos libres de nitrógeno (E.L.N.)

Flores- Valdés y Aquilino Rivera, 1979.

2.f.3. Niveles de consumo del nopal por el ganado.

La determinación de las cantidades o nivel de consumo es muy importante porque el ganado prospera debido a la cantidad de nutrientes que consume por unidad de tiempo y no sólo por la calidad o contenido en los forrajes. A continuación se presentan datos sobre las investigaciones desarrolladas al respecto:

Algunos autores indican que vacas "Jersey", suplementadas con 1 Kg. de nopal por vaca en 1 Kg. de harina de maíz, consumen 51.6 Kg de nopal por vaca al día, mientras que las vacas "Holstein" consumen hasta 75.0 Kg. por día. Por otra parte, el consumo diario de nopal por los bovinos es del orden de los 60 Kg. cuando no se dá otro forraje, mientras que los bovinos lecheros en producción tienen promedio de nopal de 77.3 Kg. al día y consumo máximo de 117.0 Kg. DNIF, (1981).



Foto A. Opuntia streptacantha (nopal cardón)

CONSEJO D. N. DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Foto B. Opuntia leucotricha (nopal duraznillo)



Foto C. Opuntia lindheimeri (nopal cuijo)

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción del área de estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo en la región de Autlán, Jalisco, la cual está constituida por los municipios de Unión de Tu-
la, El Grullo, El Limón, Tonaya y Turcacuesco (figura 3), se encuen-
tran dentro de dos regiones fisiográficas del estado que son: la pro-
vincia del eje neovolcánico y la provincia de la Sierra Madre del
Sur.

La provincia del eje neovolcánico se divide a su vez en dos
subprovincias siendo una de ellas, la de la sierra de Jalisco, la q'
abarca, entre otros, los seis municipios de la región.

Esta sub-provincia está constituida por dos tipos de topografías
generales: montañas y mesetas; la región se caracteriza por sus
sierras volcánicas complejas, lomeríos, valles de laderas tendidas y
pequeños llanos aislados.

La provincia de la Sierra Madre del Sur comprende sólo una pe-
queña porción de la región de Autlán y es la sub-provincia de las
Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, la que incluye parte de los
municipios de Autlán de Navarro y Turcacuesco.

El valle de Autlán se encuentra localizado dentro de los si-
guientes límites geográficos (figura 4);

A una latitud norte de $19^{\circ}40'$ y $19^{\circ}50'$ y una longitud oeste
de $104^{\circ}15'$ y $104^{\circ}26'$.

El valle presenta alturas que varían de los 800 a los 2000 me-
tros sobre el nivel del mar. En cuanto a lluvias, las precipitacio-
nes regulares se presentan durante el verano y las mínimas en inmier-
no, teniendo que la media anual es de 720 mm.

Su temperatura media anual es de 25.5°C. presentandose las más altas desde mayo hasta septiembre.

Respecto a los vientos se dan en tres direcciones: los dominantes de suroeste a noreste desde octubre hasta mayo, los que se deben a la época de lluvias en dirección contraria a los dominantes (NE a SW), y los ciclónicos del sureste al noroeste, reforzado lo ca lido del clima, aunque la poca humedad existente proviene de estos vientos.



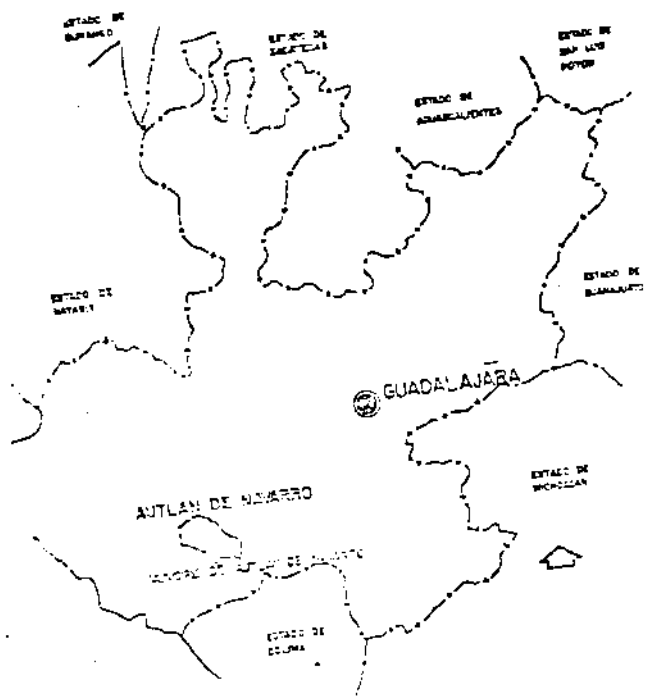


Figura 3. Localización del municipio de Autlán en el estado de Jalisco.

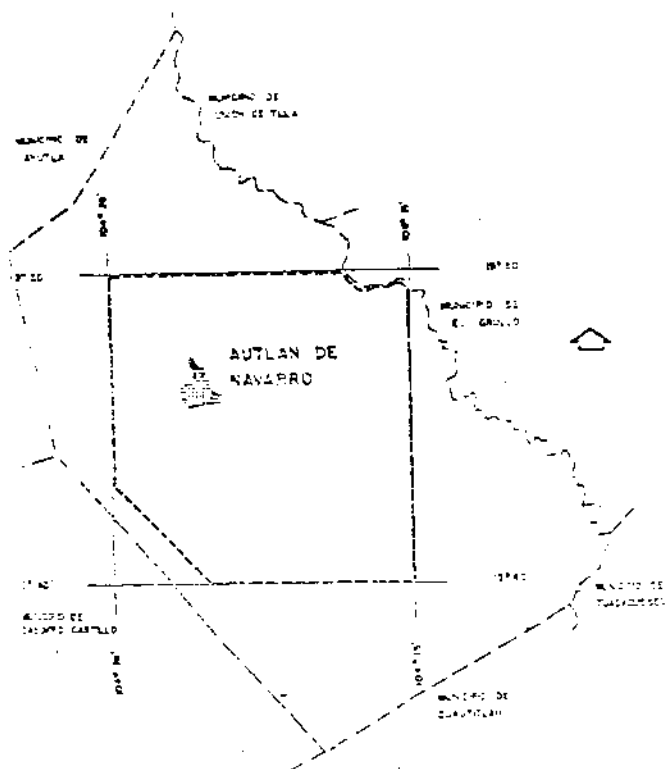


Figura 4. Localización del municipio de Autlán.

3.2. Materiales.

3.2.1. Materiales de campo.

- Brújula
- Altimetro
- Navaja
- Balanza Granetaria
- 15 Bolsas de plástico
- 15 Bolsas de papel
- Cámara fotográfica
- Estadal
- Marcador y engrapadora
- Etiquetas

3.2.2. Materiales de laboratorio.

- Balanza Granetaria
- Estufa
- Termómetro
- Papel filtro
- Aparato extractor de grasas
- Solvente universal
- 5 vasos de cristal del aparato extractor de grasas
- Aparato condensador de fibra
- Agua destilada
- Mufla
- 5 crizoles

- Estufa de desecación
- Molino
- 5 frascos de vidrio de boca ancha con tapas
- Caja de desecación
- Desecador
- Matrás Kendall de 800 ml
- Aparato de digestión
- Granalla de zinc
- Perlas de vidrio
- Lajita de asca
- Matrás Erlen-Meyer

REACTIVOS

- 5 gr. de Muestra Selénica
- 30 ml. de Acido Sulfúrico concentrado
- Solución valorada de ácido clorhídrico 0.1 N
- Indicador especial: rojo de metilo 0.2 gr a 0.6 gr, azul de metileno 0.10 gr a 0.4 gr y alcohol 96% c.b. para 200 a 500 ml.
- Solución 0.10 N de Hidróxido de Sodio
- 40 - 50 ml de Eter de petróleo
- 0.5 gr de asbesto purificado
- Solución de 200 ml de Acido Sulfúrico 1.25%
- Solución de 200 ml de Hidróxido de Sodio a 1.25%
- 15 ml de alcohol metílico

3.3. Metodología.

3.3.1. Localización de los especímenes.

Se procedió a hacer los recorridos de campo, para los cuales se tomó como punto base para orientación la Presidencia Municipal de Autlán, Jalisco, para así dirigirse hacia los cuatro puntos cardinales en busca de los especímenes.

De ésta manera se localizaron 5 lugares de los cuales, se tomaron posteriormente las colectas. A continuación se menciona su localización con distancias y orientación en base al lugar antes mencionado. Las distancias son en forma aproximada (figura 5):

Muestra No. 1: Se colectó en una propiedad privada en las afueras de la ciudad (Erol. Hidalgo 196), el dueño es el Sr Porfirio Trujillo Ortiz. Se encuentra el lugar al SE, aproximadamente a 1 Km.

Muestra No. 2: Se colectó en el potrero llamado de "Las Anonas" camino a la población de Ayotita, el propietario es el Sr David Zárate Zárate. Al SW, aproximadamente a 4 Km.

Muestra No. 3: Se colectó en una propiedad privada, a un costado del libramiento de Autlán a Barra de Navidad, al NE, aproximadamente a 2 Km.

Muestra No. 4: Se colectó a un costado de la carretera a Barra de Navidad, al S, aproximadamente a 2.5 Km.

Muestra No. 5: Se colectó en una finca localizada en el barrio de la "Quebradilla", en la calle del mismo nombre No. 3, entre las calles Abasco y Mutualismo, al NE, aproximadamente a 1 Km.

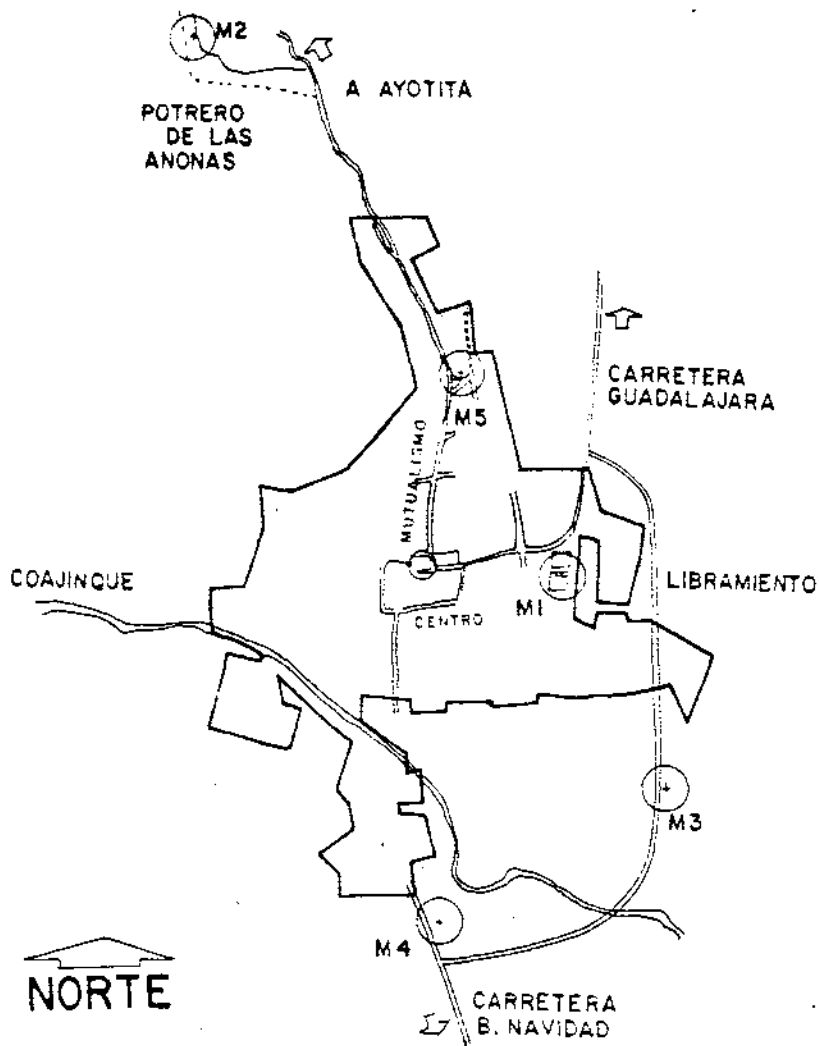


Figura 5. Localización de las áreas de colecta en la zona de estudio.

3.3.2. Colecta de los especímenes.

En lo referente a la forma de colecta de las partes vegetativas de las muestras mencionadas, se realizó de la siguiente manera:

- a) Se cortó un artículo de nopal que fuera representativo de la planta.
- b) El corte se hizo a nivel de la unión de los artículos para favorecer la pronta cicatrización de la herida y evitar así daños a la planta madre por enfermedades.
- c) Se colectó también flor y fruto, cuando los hubo.
- d) Se metieron en una caja de cartón con periódicos para que no se maltrataran, con su correspondiente No. de colecta.
- e) Se tomaron todos los datos que se mencionan en la hoja de colecta, (ver hoja de colecta en la página siguiente).
- f) Se tomaron fotografías de todas las partes de la planta.
- g) Se llevaron al Instituto de Botánica de la U. de G., para su determinación.

3.4. Preparación de las muestras para el análisis bromatológico.

3.4.1. Toma de la muestra.

Después de haber sido identificadas las muestras, se procedió a realizar el segundo objetivo del presente trabajo, es decir, la determinación del análisis bromatológico, para lo cual se llegó a la toma de la muestra que se llevó a cabo de la siguiente manera:

- a) Se tomaron nuevamente muestras de las 5 especies colectadas con la metodología antes mencionada.
- b) Se pesaron en el campo 200 gr. de muestra de cladodio colectada.
- c) Se partieron en pedazos pequeños.
- d) Se metieron en bolsas de papel cada especie y se les anotaron sus datos según la hoja de colecta usada.
- e) Se llevaron inmediatamente al laboratorio de la Esc. de Agricultura de Autlán para la determinación de peso seco por medio de la deshidratación. (Materia seca).

3.4.2. Deshidratación.

Para la deshidratación se siguió un procedimiento bastante sencillo que se menciona a continuación:

- a) Se perforaron las bolsas de las muestras con un lápiz antes de meterlas a la estufa.
- b) Se metieron a la estufa a una temperatura de 110°C durante 26 horas.
- c) Antes de ser sacadas definitivamente de la estufa se hicieron dos pesadas para checar a peso constante.
- d) Fuera de la estufa se pesaron las 5 muestras para sacar el peso de la materia seca del artículo del nopal.
- e) Las muestras desecadas se metieron nuevamente en bolsas de papel con su identificación y fueron enviadas al Laboratorio Regional de Suelos y Apoyo Técnico de la SARRH, en Guadalajara, Jalisco, para su análisis bromatológico.



3.5. Análisis Bromatológico.

A continuación se dan todos los pasos que se realizaron para la obtención de los resultados en el examen bromatológico. Bueno mencionar, que existen varios métodos para éste fin y que el que se menciona en este trabajo es el utilizado por el Laboratorio Regional de Suelos y Apoyo Técnico de la SAREP en Guadalajara, Jalisco.

Algunos reactivos y sus cantidades son aproximadas, pues dependen de las circunstancias en el momento de la determinación.

El método para el análisis bromatológico consta de dos fases principales, las cuales son:

- a) Preparación de la muestra
- b) Determinaciones

3.5.1. Preparación de la muestra.

La muestra que llega al laboratorio se trocea en aquellos casos en que realmente es indispensable. Si viene húmeda o fresca se determina humedad tomando una parte representativa. Se deseca primero a evaporación espontánea y después en la estufa de desecación a $60-70^{\circ}\text{C}$, lo suficiente para que al molerse no haya pérdida de líquidos.

Se muele en el molino, se homogeniza perfectamente la muestra y se selecciona por cuarteos una parte representativa que se coloca en frascos de vidrio de boca ancha con tapa para tomar de ahí las cantidades necesarias para todos los análisis. Nuevamente se le determina humedad.

3.5.2. Determinaciones.

3.5.2.1. Humedad.

En la caja de desecación previamente secada y tapada se pesan aproximadamente 5 gr. de la muestra y se lleva a la estufa de desecación a $100^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ a peso constante. La pérdida de peso corresponde a la humedad de la muestra tomada.

3.5.2.2. Proteína Cruda.

En el Matraz Kendall de 800 ml se ponen 2 grs. de la muestra con 5 grs aproximadamente de muestra selénica (catalizador), 30 ml de Acido Sulfúrico concentrado. Se lleva a digestión hasta la destrucción total de la M.O. o hasta oxidación completa. Se enfría y se procede a la destilación. Al Matraz se le añaden 300 ml de agua destilada, un poco de Granalla de zinc, perlas de vidrio, y legía de sosa, la suficiente a neutralizar el ácido, más un pequeño exceso. Se conecta inmediatamente al aparato recibiendo el destilado en un Er-lenmeyer con solución valorada de Acido Clorhídrico al 0.10 N con indicador especial para estar pendiente de que siempre haya un exceso de ácido. Se destilan las 2/3 partes y en seguida se valora el exceso de ácido con la cantidad total de Acido clorhídrico que se puso multiplicada por el factor de normalidad (0.0014 del N) y a su vez por el factor de las proteínas (6.25), corresponde a la cantidad de proteínas de la muestra que se tomó.

El indicador especial es:

- Rojo de metilo 0.2 gr ó 0.6 gr
- Azul de metileno 0.10 gr ó 0.4 gr
- Alcohol 96% c.b.p.c. 200 ml ó 500 ml

3.5.2.3. Extracto Etéreo (Grasas).

Se pesan 2 gra. de muestra que se colocan en un cucurucho de papel filtro dentro del tubo poroso en el aparato extractor de grasas poniéndose el solvente en el vaso receptor de grasas, se conecta al aparato y se hace la extracción durante cuatro horas.

En el vaso de cristal previamente secado y tapado, (pesado), se ponen 40 a 50 ml de éter de petróleo, se conecta todo y se procede a la extracción durante cuatro horas, al cabo de las cuales se se para el éter por destilación en el mismo aparato. Se deseca el vaso se enfría y se pesa. La diferencia de peso con la tara se reporta como extracto etéreo de la muestra.

3.5.2.4. Fibra Cruda.

Esta se practica en el aparato condensador de fibra. Se pesa la muestra que quedó de la extracción de grasas al vaso del aparato. Se le añade al vaso 0.5 gra. aproximadamente de asbesto purificado y 200 ml de la solución de ácido Sulfúrico 1.25% hirviendo e inmediatamente se conecta al aparato encendido poco antes de manera que la ebullición empiece antes de un minuto. Se dirige por 30 min. hacia digestión, se filtra y se lava hasta que no de reacción ácida.

Nuevamente se pasa la muestra al vaso, se le ponen 200 ml de solución de NaOH al 1.25% hirviendo por 30 min. a ebullición. Se filtra igualmente y se lava con agua hasta que no de reacción alcalina y se le pasan 15 ml de alcohol metílico. Se pasa el contenido a un crisol, se deseca en la estufa a 110°C a peso constante. Se enfría en un desecador y se pesa, se incinera luego en la mufla al rojo cobre (650°C) hasta que toda la materia orgánica ha sido destruida, esto en dos horas aproximadamente. Se enfría en el desecador, se pesa y la diferencia de peso se reporta como la fibra cruda correspondiente a los 2 gra tomados para la determinación de grasas.

3.5.2.5. Cenizas.

Pesar 2 gra de la muestra en un crisol y llevarlos a la mufla a 650°C por dos horas; ya hervida se pesa y la diferencia de peso con la tara correspondiente a las cenizas de la muestra que se puso.

3.5.2.6. Extracto no nitrogenado.

Este se determina por cálculo. Se suman los porcentajes de las determinaciones anteriores y se restan de 100 gr y esa diferencia se considera como el extracto no nitrogenado

3.5.2.7. Materia Seca.

Se hace restándolo a 100 el % de humedad obtenido y el resultado nos da el % de materia seca que tiene la muestra. Entonces el contenido de nutrientes es el que va a estar en la materia seca de la muestra.

Los pormenores y detalles de éste método no son mencionados en éste trabajo por causas de espacio, sin embargo para una información el método es lo bastante explícito para llevarse a cabo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

En lo referente a la etapa de identificación y clasificación y tomando como base las características y claves que se dan en la obra "Cactáceas de México" de la Dra. Elia Bravo (1978), se identificaron 5 especies diferentes las cuales se enlistan y de las que se da una breve descripción:

1. Nopalea cochenillifera (Linné); Nopal de agua (foto 1).

Plantas arborescentes, hasta como de 3 a 4 metros de alto; tronco como de 20 cm de diámetro. Ramas ascendentes. Artículos abovados más o menos largos, como de 25 cm de longitud, color verde claro; glóquidas escasas, amarillentas. Hojas pequeñas, subuladas, caducas. Espinas ausentes. Flores en el ápice de los artículos, abundantes, de 5.5 cm de longitud desde la base del ovario a la punta del estilo; ovario tuberculado con numerosas glóquidas: segmentos exteriores ovados, anchos, acuminados, escarlata; segmentos interiores más largos que lo exteriores; estambres color rosa, exsertos; lóbulos del estigma 6 o 7, verdosos, saliendo de los estambres; estilo ensanchado en la base. Fruto rojo, como de 5 cm de largo. Semillas como de 5 cm de longitud

2. Nopalea kurwinskiana (Salm-Dyck); Lengua de vaca (foto 2).

Arborescente, de 2 a 7 m alto. Tronco bien definido y espinoso. Artículos alargados, de 15 a 30 cm de largo y 5.5 a 8 cm de ancho, de color verde claro y/o ligeramente glauco; glóquidas amarillas, muy numerosas y caducas. Espinas, al principio 1 a 3, después más, hasta de 4 cm de largo, al principio rojizas, después amarillas, casi blancas. Flores rojas, de 11 a 12 cm de largo. Fruto umbilicado, de 3 cm de largo. Semillas de 5 mm de diámetro, arilo blanco, lanceo

3. Opuntia atropes Rose; Kopal del cerro (foto 3).

Planta de 1 a 3 m de altura, muy ramosa. Artículos oblongos hasta abovados, de 2 a 3 cm de longitud, verde obscuro, con pubescencia suave, cuando jóvenes algo brillantes; hojas de 4 a 5 cm de largo, acuminadas, pubescentes, con la punta rojiza. Aréolas circulares, con fieltro leonado. Espinas jóvenes blancas o amarillentas las viejas de 3 a 6 cm de longitud, algo anguladas, generalmente erectas amarillo opaco o morenas en la base, amarillas casi blancas hacia la punta; glóquidas numerosas, largas. Flores rojizas; ovario pubescente, aréolas con glóquidas largas y espinas escasas. Fruto abovado con aréolas numerosas provistas de espinas setosas, angostas y largas.

4. Opuntia undulata Griffiths; Tuna marza (foto 4).

Plantas altas, muy robustas, con ramificación abierta. Tronco cilíndrico como de 30 cm o más de diámetro. Artículos muy grandes, obovados, ampliamente redondeados arriba de la parte media comúnmente de 35 a 55 cm, firmes duros, ondulados o aplanados, brillantes, al principio de color amarillo verdoso, después verde obscuro, con un ligero tinte glauco hasta café; escamosos en los troncos viejos; hojas subcirculares en sección, subuladas, acuminadas, generalmente con matiz rojo en la punta, como de 4 mm de largo sobre un tubérculo prominente y sustentadas por una aréola prominente de color café obscuro. Aréolas subcirculares hasta obovadas o elípticas, como de 3.5 por 4.5 mm, distancia 5 a 6 cm; glóquidas en haces compactos en la parte superior de la aréola, como 2 mm de largo. Espinas blancas, escasas, cortas, erectas, aplanadas, rectas o torcidas, de 10 a 15 mm de largo, 1 a 4, generalmente 1 o ninguno. Fruto grande de 4 a 5 por 5 a 10 cm, rojo hasta con un ligero tinte anaranjado; pulpa roja y anaranjada.

5. Cruntia fuliginosa Griffiths; Venadero (foto 5).

Plantas arborecentes de más de 4 m de altura. Tronco bien definido, leñoso de uno 40 cm de diámetro, con la corteza negra. Artrículos subcirculares hasta obovados, de color verde amarillento brillante, volviéndose de un matiz obscuro producido por el crecimiento pegajoso de un hongo (?), de tamaño variable, comúnmente de 1.5 x 2 cm, delgados, escasamente tuberculados, sin embargo, no perfectamente lisos. Hojas subulado-acuminadas, de 8 a 12 mm de largo. Aréolas distantes entre sí 3 a 4 cm, elípticas a abovadas, diámetro mayor de 4 o 5 mm, con fieltro gris volviéndose cenizo y finalmente negro; glóquidas amarillas, muy variables, frecuente ente algo morenas, largo desigual pero comúnmente de 8 a 10 mm. Espinas de 2 a 3 mm de longitud, translúcidas, de color hueso, ligeramente morenas, volviéndose blancas distalmente, dejando las bases translúcidas algo morenas, al segundo o tercer año se vuelven de un color gris sucio moteado, subrecto-extendidas, la más baja recurvada y la central más larga, aplanadas y frecuentemente torcidas, en número de 2 a 6 pero frecuentemente de 2 a 4 aumentando tanto en longitud como en cantidad durante 2 o 3 años. Flores amarillas con vetas rojas y siempre rojas cuando cerradas, pequeñas, de 4 cm de diámetro cuando abiertas y de unos 2.5 cm de longitud; filamentos de color chocolate claro; estigma verde amarillento, con 6 a 9 lóbulos; pericarpio subgloboso-obovado, con numerosas foveas en la superficie, densamente cubierto con aréolas subcirculares llevando unas cuantas glóquidas y unas espinas caducas muy delgadas. Fruto rojo, obovoide a fusiforme, con aréolas circulares provistas de abundantes y prominentes glóquidas amarillas rodeadas por el fieltro ennegrecido; pulpa de color rojo muy intenso, pericarpio delgado.

Al deshidratar las muestras en la estufa se obtuvieron los siguientes resultados:

	MATERIA SECA
M-1 (<u>N. cochinchinensis</u>)	166.1 gr
M-2 (<u>O. atropes</u>)	175.3 gr
M-3 (<u>O. undulata</u>)	172.3 gr
M-4 (<u>O. fuliginosa</u>)	167.0 gr
M-5 (<u>N. karwinskiana</u>)	167.5 gr

Con respecto al análisis bromatológico que se practicó a éstas 5 especies en el Laboratorio de Suelos y Apoyo Técnico de la SARE, se obtuvieron los siguientes resultados para un análisis de forrajes (Cuadro 7).

DISCUSIONES.

- Entre los estudios que se han realizado en México acerca del nopal, destacan los trabajos de Velázquez (1962). Analiza este autor los diferentes factores ecológicos que intervienen en la distribución y abundancia del nopal cardón, Opuntia strictacantha y del nopal duraznillo, Opuntia leucotricha, en los estados de San Luis Potosí y Zacatecas.

Moreno G. (1962), efectuó observaciones morfológicas, fenológicas e incidentiales de plagas en nopales tuneros introducidos al estado de Nuevo León.

Espinosa E. (1959), realizó estudios tendientes a la identificación de especies, ensayo de diferentes métodos de propagación y evaluación de variedades promotoras como forrajes.

CUADRO 7.
**RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS PRACTICADOS A LAS 5 ESPECIES ENCONTADOS
 EN EL VALLE DE AUTLAN.**

ANALISIS DE PORRAJES.
 (PORCENTAJE EN BASE A MATERIA SECA).

MUESTRA	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
	Nopalea Cocheliinifera	Opuntia Atropes	Opuntia Undulata	Opuntia Fuliginosa	Nopalea Karwinskiana
Humedad	10.2%	8.8%	6.9%	9.3%	5.8%
Cenizas	25.2%	26.0%	23.5%	14.9%	28.1%
Proteinas Crudas	10.7%	11.0%	10.5%	13.8%	7.9%
Fibra cruda	6.4%	10.3%	7.5%	8.1%	7.3%
Extracto etéreo	1.7%	1.9%	1.0%	2.0%	1.4%
Extracto no nitrogenado	45.8%	42.0%	50.6%	51.9%	49.5%
Materia seca	89.8%	91.2%	93.1%	90.7%	94.2%

Lozano G. (1955F), llevó a cabo estudios del nopal con miras a su cultivo, industrialización y propagación.

Marroquín (inédito), hace mención al aspecto etnológico de la vegetación xerófila de la parte sur de la zona árida mexicana, anotando datos sobre especies de nopales silvestres y cultivados que se distribuyen en San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y porciones de Tamaulipas, Durango y Aguascalientes.

En andrino (1962), se reportan datos de cultivo y aprovechamiento de nopales introducidos a Nuevo León, entre los cuales figuran Cylindropuntia ficus-indica, con fines de aprovechamiento por el ganado, así como nopales silvestres de esa misma entidad, principalmente conocido como nopal de espina amarilla, y así algunos autores más.

Todos éstos autores citados por INIP (1961), han trabajado en zonas que abarcan, el centro, norte y noreste del territorio nacional, por lo que se hace notoria y adquiere importancia, al mismo tiempo, la escasa información referente al nopal en el estado de Jalisco.

- Bzedowski (1978), menciona 14 especies de nopal de las cuales sólo una fue encontrada en la zona de estudio (C. fuliginosa), y de las otras cuatro especies identificadas en el Valle de Autlán no se mencionan en Bzedowski (1978), por lo que se podría deducir que el área de estudio del autor antes citado, no abarcó el estado de Jalisco.

- De acuerdo a sus características ecológicas y climáticas (pag. 36), Atlán puede ser considerado como una zona propicia para el cultivo del nopal, coincide con ésta aseveración Mulleried (1944) al distinguir tres partes fisiográficas demarcadas por las dos unidades orogénicas de nuestro país, o sea, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental: la Altiplanicie Central, la Altiplanicie Occidental y la Altiplanicie Meridional de la que forma parte el estado de Jalisco. Menéndez (1977), dice que, "no podría fijarse en determinada región del país el clima más conveniente para el nopal, ya que se han encontrado normalmente desarrollados en toda la República"

- La identificación de las diferentes especies de nopal es difícil por la variación que existe dentro de una misma especie y la similitud de características en algunas especies diferentes. Sánchez M. (1956), nos dice que "no existe ningún método mundialmente aprobado para la descripción de las cactáceas, lo que, crea, un verdadero problema para la identificación de especies y para la comparación de descripciones.

Las descripciones de cactáceas de la mayor parte de los botánicos, salvo en casos excepcionales, son en general deficientes por incompletas y por no seguir un mismo método de descripción".

- En cuanto al aspecto nutricional, que por otra parte, no es el fin del presente trabajo, su riqueza en nutrientes es muy variable de acuerdo a la especie tratada, e incluso dentro de una misma especie. Así, en los resultados obtenidos (Cuadro 7), puede observarse que el porcentaje de proteína cruda va desde 7.9% en N. karwinskiana, hasta 11% en O. atropes; en lo que respecta a grasa cruda en O. fuliginosa, se encontraron valores de 2.0% hasta 1.4% en N. karwinskiana. Si se analizan de la misma manera los demás datos

del cuadro 7 y se comparan con los del cuadro 6, donde se mencionan las especies consideradas como las mejores para forraje, se verá que todas las especies encontradas en el valle de Aulán, se encuentran dentro del rango de valores aceptables para ser utilizados como especies forrajeras.

Desde luego que, éstas son solamente comparaciones entre autores, seguramente que existen diferencias más notables entre estas y aquellas especies, pero sus determinaciones requieren de estudios más completos y especializados.



Foto 1. Nopalea cochenillinifera (Linné)



Foto 2. Nopales karwinskiana.



Foto 3. Opuntia atropes.



Foto 4. Opuntia undulata.



Foto 5. Opuntia fuliginosa Griff.



5. CONCLUSIONES.

1. De las colectas realizadas, se encontraron las siguientes especies:

- Opuntia atropes (Nopal del cerro)
- Opuntia undulata (Tuna manza)
- Opuntia fuliginosa (Venadero)
- Nopalea cochellinifera (Nopal de aguas)
- Nopalea karwinskiana (Lengua de vaca)

2. Se encontró que las características ecológicas, fisiográficas, presentes en el valle de Atlán, están propicias para el establecimiento con éxito de cualquiera de las especies mencionadas en éste trabajo.

3. El estudio hecho en el valle de Atlán fué planeado para funcionar como estudio sobre individuos y no sobre su localización por zonas.

4. Las condiciones climatológicas del valle de Atlán, limitado al norte por la Sierra de Cocons, al sur por la Sierra de Manantlán y al este por cadenas de elevaciones más o menos altas, son favorables para el establecimiento de plantaciones de nopal.

5. De acuerdo a los resultados obtenidos en los exámenes bromatológicos cualquiera de las 5 especies responde satisfactoriamente a los requerimientos alimenticios como forraje, pues se encuentran dentro del rango de los valores de las principales especies forrajeras de la república (pag. 30).

6. RESUMEN.

Siendo las zonas áridas y semiáridas de México áreas deficientes en disponibilidad de agua, se limitan por éste factor la mayor parte de las actividades de producción agropecuaria de esas regiones. Los nopales (Opuntia spp.) surgen como uno de los recursos vegetales susceptibles de aprovecharse eficientemente por las poblaciones humanas de éstas regiones.

El valle de Atlán, sin llegar a ser una zona semiárida, cuenta con las condiciones ecológicas y fisiográficas óptimas para el desarrollo a gran escala del cultivo del nopal.

En el presente trabajo se clasificaron e identificaron 5 especies de nopal y se evaluó su contenido alimenticio por medio de exámenes bromatológicos de las 5 especies.

La metodología utilizada para la primera actividad fué la de campo, complementada con la de gabinete. En cuanto a los exámenes bromatológicos, se utilizó la metodología analítica, es decir, la de laboratorio.

De los resultados de éste estudio se desprende que: el valle de Atlán es una zona propicia para el crecimiento y desarrollo del nopal (Opuntia spp.); las especies encontradas, responden adecuadamente a los requerimientos alimenticios del ganado (comparativamente); el nopal, en la zona de estudio actualmente, se encuentra en forma silvestre y en núcleos dispersos y que su explotación en un futuro, podría traer beneficios a corto y mediano plazo, sin mucha inversión

7. BIBLIOGRAFIA.

1. Enciclopedia Labor. 1957. Tomo III; Edit. Labor. México.
Pags: 332-335.
2. Flores Menéndez Jorge A. (1977); Bromatología Animal. Edit.
Limusa. México. Pags: 363-366.
3. García Durán J. (1975). El cultivo del tonate en el Npio.
de Zitácuaro, Mich. Tesis, U. de G. Escuela de
Agricultura. Guad. Jal., México. Introducción.
4. Gran Enciclopedia Larousse; 1970. Tomo XIV. Edit. Planeta.
México. Pags: 770.
5. Elia Bravo-Hollins; (1978). Las cactáceas de México. UNAM.
Segunda edición. México. Pags: 166-168, 273,
301, 302, 323, 344, 345, 350.
6. INIF; (1981). El nopal. Publicaciones especiales No. 34.
México, D.F. Pags: 14-34, 45-54, 64-67.
7. INIA-SARE; (1982). Publicaciones especiales No. 90. México,
D.F. Pags: 77-82, 69-70.
8. Memoria; INIF. (1981) Primera reunión Nacional sobre Ecología
, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles
del Desierto. Publicaciones especiales No. 31;
México, D.F. Monterrey, N.L. Pags: 167-200.
9. Rzedowski Jerzy; (1983). Vegetación de México; Edit. Limusa
México. Índice.
10. Sánchez Mejorada E. (1956). Un método standar para la des -
cripción de las cactáceas. Órgano de la Socie -
dad Mexicana de Cactología. Tomo I, No. 4. Méxi -
co. Pags: 76.

11. S. Marroquín Jorge, et al: (1981). Estudio Ecológico Desordenado de las zonas áridas del norte de México. Segunda edición. INIF; Publicaciones especiales No. 2. México. Page: 132-137, 144-149.
12. Vela, G.L., et al (1979). Instructivo para la colecta de Material Botánico, IFIP; Boletín de divulgación No. 49. México. Page: 7-9, 11-12.