

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



BIBLIOTECA CENTRAL

EVALUACION DE LA ADAPTACION DE CULTIVARES DE NOPAL
(Opuntia spp) EN TENTZO, PUEBLA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A N

ROBERTO GOMEZ GARCIA
ORIENTACION SUELOS

JUAN MANUEL SOLIS BARBOZA
FRANCISCO TORRES CASTELLANOS
FERNANDO GUTIERREZ ACEVES
ORIENTACION EXTENSION AGRICOLA

GUADALAJARA, JALISCO,

1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COMITE DE TITULACION

COM. DE TIT.

OSU87034/94
 OE87034/94
 OE86034/94
 OE83034/94

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA.
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.
P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

EVALUACION DE LA ADAPTACION DE CULTIVARES DE NOPAL (Opuntia spp)
 EN TENTZO, PUEBLA

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual () Colectiva (x).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
ROBERTO GOMEZ GARCIA	079382515	82-87	SUELOS	<i>Roberto Gomez Garcia</i>
JUAN MANUEL SOLIS BARBOZA	083174196	82-87	EXT.AGRIC.	<i>Juan Manuel Solis Barboza</i>
FRANCISCO TORRES CASTELLANOS	080637675	82-87	EXT.AGRIC.	<i>Francisco Torres Castellanos</i>
FERNANDO GUTIERREZ ACEVES	078159294	78-83	EXT.AGRIC.	<i>Fernando Gutierrez Aceves</i>

Fecha de Solicitud: 20 de mayo de 1994

DICTAMEN

Vo. Bo. de Aprobación

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

ING. JOSE MA. AYALA RAMIREZ

DIRECTOR

ING. GREGORIO MARTIN HERNANDEZ

ASESOR

ING. ANTONIO JOSE MARTINEZ

ASESOR

VO.BO. PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUA

FECHA:

Original: Solicitante. Copia: Comité de Titulación.

mam

LAS AGUJAS,

ING. ROBERTO GOMEZ GARCIA.

DEDICATORIAS.

A MIS PADRES POR SU APOYO Y COMPRENCION.

SALVADOR GOMEZ SOLIS.
ROSA GARCIA FLORES.

A MIS HERMANOS: QUIENES CON SU APOYO HICIERON POSIBLE LA TERMINACION
DE MI CARRERA PROFESIONAL.

MI AGRADECIMIENTO:

A MI ESPOSA: LIDIA SANTIAGO H. CON GRATITUD POR SU APOYO MORAL
Y COMPRENCION.

A MIS FAMILIARES: POR SUS VALIOSOS CONSEJOS.

A MIS COMPANEROS DE GENERACION.

A MI DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS:

ING. JOSE MARIA AYALA RAMIREZ	DIRECTOR.
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ	ASESOR.
ING. ANTONIO JUAREZ MARTINEZ	ASESOR.

▣ MIS MAESTROS Y COMPANEROS: EN MEMORIA DEL ING. NESTOR VILLAGRANA S.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA..

AGRADECIMIENTOS.

AL ING. SALVADOR MENA MUNGUIA. POR LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA
PARA LA ELABORACION DE LA PRESENTE.

AL ING. JUAN SALAS NAPOLES. POR SU VALIOSA INTERVENCION SUGERENCIAS
Y CONSEJOS.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA MANERA U OTRA MANERA
HICIERON POSIBLE SU REALIZACION.

ING. JUAN MANUEL SOLIS BARBOZA

DEDICATORIAS:

A MIS PADRES: MANUEL SOLIS PADILLA Y MARIA TERESA BARBOZA GODINEZ, POR SU GRAN APOYO, QUE ME DIERON EL INFINITO ESFUERZO REALIZADO POR ELLOS PARA VER EN MI UNA PERSONA CON UN POCO DE EDUCACION DE PREPARACION Y CON UNA PROFESION TERMINADA, REALIZADA CON EL GRAN APOYO MORAL Y ECONOMICO QUE ME DIERON MIS PADRES, GRACIAS, GRACIAS PADRES MIOS QUE DIOS LOS GUARDE MUCHO TIEMPO CON ETERNA GRATITUD E INFINITO CARIÑO DEDICO EL PRESENTE A USTEDES.

A MIS HERMANOS: QUE ME REANIMARON EN LOS MOMENTOS DE DESESPERACION QUE LLEGARON A MI Y DESEABA DESISTIR DE MIS PROPOSITOS PARA DEJARLOS TRUNCADOS Y ALEJARME POR COMPLETO DE MI FAMILIA, MUCHAS GRACIAS QUERIDOS HERMANOS.

A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS LOS C. PROFESORES:
ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ. -DIRECTOR
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ. ASESOR
ING. ANTONIO JUAREZ MARTINEZ. ASESOR

POR EL GRAN APOYO Y ORIENTACION QUE ME DIERON PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO, LA PACIENCIA QUE TUVIERON CONMIGO Y LA CONFIANZA QUE ME DEPOSITARON PARA QUE NUESTRO ESFUERZO SALIERA ADELANTE, GRACIAS APRECIABLES MAESTROS.

A TODOS MIS MAESTROS: QUE TAN DESINTERESADAMENTE ME ORIENTARON Y TRANSMITIERON SUS CONOCIMIENTOS A MIS COMPAÑEROS Y A UN SERVIDOR MUCHAS GRACIAS APRECIADOS MAESTROS.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO: QUE DE UNA U OTRA MANERA ME APOYARON EN EL TRANSCURSO DE MI ESCUELA ESPECIALMENTE A MI GRAN AMIGO Y COMPAÑERO.

ANDRES VELOZ LOZANO +
MARTIN SANDOVAL GONZALEZ
FELIPE ULLOA MORA
REYNALDO CAMACHO
JAIME SANDOVAL GONZALEZ

ING. FRANCISCO TORRES CASTELLANOS

DEDICATORIAS:

- A DIOS: POR DARME LA OPORTUNIDAD DE VIVIR
- A MIS PADRES: FRANCISCO Y MARIA:
POR SU APOYO, Y SACRIFICIO QUE
HICIERON PARA DARME UNA MEJOR
OPORTUNIDAD ANTE LA VIDA.
GRACIAS.....QUE DIOS LOS BENDIGA.
- A MI ESPOSA: MAGDALENA SOFIA:
POR SU APOYO INCONDICIONAL EN NUESTRA
VIDA.
- A MIS HIJOS: MARIA DEL SOCORRO, MAGDALENA SOFIA.
- A MIS HERMANOS: GUADALUPE, LUZ ELENA, MARICELA, JORGE
CAROLINA, ALEJANDRA Y NICOLAS +.
- A MIS COMPAÑEROS DE GENERACION: 1982-1987
- A MI DIRECTOR Y ASESORES DE TESIS:
ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ.-DIRECTOR
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ. ASESOR
ING. ANTONIO JUAREZ MARTINEZ. ASESOR
- A MIS MAESTROS:
- A LA ESCUELA DE AGRICULTURA:
- A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA:

AGRADECIMIENTOS:

- AL ING. SALVADOR MENA MURGUIA: POR LAS FACILIDADES
BRINDADAS PARA LA REALIZACION PARA LA REALIZACION DE ESTE
TRABAJO.
- AL ING. JUAN SALAS NAPOLES: POR SU VALIOSA INTERVENCION
SUGERENCIAS Y CONSEJOS.
- A TODAS LAS PERSONAS QUE HICIERON POSIBLE SU REALIZACION.

DEDICATORIA

QUIERO DEDICAR ESTA ETAPA DE MI CARRERA A MIS PADRES RAMON Y EVANGELINA, A MI ESPOSA MARY, A MIS HIJOS CHRISTIAN, FERNANDO Y MICHEL, AL MATRIMONIO DE MI HERMANA LUPITA Y PEDRO, A MIS HERMANOS, CUÑADOS, AMIGOS Y COMPAÑEROS.

ME CONSIDERO PRIVILEGIADO DE PERTENECER A MI FAMILIA, SOBRE TODO A MIS PADRES, A ELLOS DEBO MI FORMACION COMO PERSONA Y COMO PROFESIONISTA Y DEBO RECONOCER QUE DURANTE TANTO TIEMPO Y SIN REMUNERACION HAN APOYADO MI VIDA Y MI CARRERA.

A MI ESPOSA QUE SIEMPRE ME HA DADO SU SOPORTE MORAL, SU PRESENCIA, POR SU CONSTANCIA Y TENASIDAD EN LOS OBJETIVOS EN BENEFICIO DE NUESTRA FAMILIA Y SU PLENA CONCIENCIA Y CUMPLIMIENTO DE SU FUNCION.

A MI CUÑADO PEDRO Y MI HERMANA LUPITA QUIENES ME HAN BRINDADO EL APOYO NECESARIO Y ALIENTO EN TODO MOMENTO, Y ADMIRO SU AFAN DE SUPERACION CONSTANTE ASI COMO LA RESPONSABILIDAD EN TODOS SUS HECHOS.

A MIS HERMANOS, CUÑADOS, AMIGOS Y COMPAÑEROS LOS QUE DE MANERA DESINTERESADA ME HAN BRINDADO SU AMISTAD Y APOYO.

DESEO QUE ESTE TRABAJO SIGNIFIQUE UN PREMIO PARA TODOS Y A TODOS ELLOS DEBO EL HABER LLEGADO A ESTA META.

FERNANDO GUTIERREZ ACEVES

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA

	INDICE DE CUADROS	
	INDICE DE FIGURAS Y MAPAS .	
I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	4
	2.1. Origen y distribución del nopal	4
	2.2. Clasificación taxonómica del nopal	6
	2.3. Importancia económica del nopal	8
	2.4. Utiización del nopal	10
	2.4.1. Nopal hortícola o para verdura	11
	2.4.2. Nopal para forraje	12
	2.4.3. Nopal para fruta	13
	2.4.4. Nopal para usos especiales	15
III.	MATERIALES Y METODOS	17
	3.1. Sitio experimental	17
	3.1.1. Localización geográfica	17
	3.1.2. Clima	17
	3.1.3. Suelos	17
	3.2. Material vegetal	18
	3.3. Manejo del huerto	19
	3.3.1. Plantación	19
	3.3.2. Control fitosanitario	20
	3.3.2.1. Control de plagas	20

	PAGINA
3.3.2.2. Control de enfermedades	21
3.3.2.3. Control de malezas	22
3.3.3. Fertilización	22
3.3.4. Poda	22
3.3.5. Cosecha	23
3.4. Etapa de crecimiento	23
3.5. Etapa productiva	24
3.6. Aspecto estadístico	24
3.6.1. Hipótesis y supuestos	24
3.6.2. Tratamientos	25
3.6.3. Diseño experimental	25
3.6.4. Variables en estudio	26
3.6.4.1. Indices de crecimiento	27
3.6.4.2. Indices de producción	27
3.6.4.3. Indices del fruto	27
3.6.5. Registro de datos	28
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSION	45
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RESUMEN	49
VIII. BIBLIOGRAFIA	52
APENDICE	58

INDICE DE CUADROS

PAGINA

1. Análisis de varianza para la variable cre
cimiento 1980 y 1981 y cosecha de 1982. 37
2. Diferencia de medias para las variables -
de crecimiento y daños por plagas y enfer-
medades a las plantas. 38
3. Análisis de varianza de las variables de -
aspecto productivo de la cosecha de 1983. 39
4. Diferencia de medias para los tratamientos
de las variables del aspecto productivo de-
la cosecha de 1983. 40
5. Análisis de varianza para las variables es-
tudiadas en el fruto. 41
6. Diferencia de medias de los tratamientos pa
ra las variables estudiadas en el fruto. 42
- A-1 Características climatológicas de la locali-
dad donde se realiza el trabajo. 59

A-2	Resultados analíticos del suelo donde se efectúa el trabajo.	60
A-3	Superficie cultivada, producción y valor de la producción de tuna por estados. (datos 1980*).	61

*DGEA - SARH.



BIBLIOTECA CENTRAL

INDICE DE FIGURAS Y MAPAS

Figura	PAGINA
A-1 Rendimiento de los cultivares COPENA y selección local Acanelada (Cosechas de 1982 y 1983).	62
A-2 Distribución de la precipitación y temperatura media mensual en el Aguacate, - Puebla.	62
Mapa	
A-1 Localización de el Estado de Puebla, Cordillera del Tentzo y El Aguacate.	63

I. INTRODUCCION

El nopal (*Opuntia* spp) es una planta muy abundante y se localiza en la mayoría de las regiones ecológicas existentes en la República Mexicana, ésto da una idea del potencial de adaptación de esta planta.

A pesar del papel tan importante que desempeña en la protección de los suelos contra la erosión, como de la múltiple utilización que recibe ya sea como verdura, forraje, fruta fresca o para la industrialización poca ha sido la importancia que se le ha dado y las investigaciones realizadas sobre esta planta se consideran mínimas.

Para los agricultores con tierras de riego quizá el cultivo del nopal no sea importancia al existir otros cultivos más remunerativos, no así para los agricultores cuya única fuente de agua para sus tierras es la lluvia y muy en especial para los que habitan en zonas áridas y semiáridas que cubren aproximadamente el 40% del territorio nacional (De Alba, 1976; Lástra, 1978).

Los estudios realizados sobre el nopal, la mayoría se han hecho en las dos últimas décadas, ésto da una idea del atraso que en materia de investigación se tiene sobre-

esta planta, que en la actualidad ha despertado gran interés y se le está impulsando significativamente en diversos estados del país. Sin embargo, ya existe una tecnología de explotación definida para el cultivo del nopal según el propósito, ya sea obtener fruto, forraje o con fin hortícola.

En la Cordillera del Tentzo, Pue., los cultivos básicos como maíz y frijol no prosperan o no rinden satisfactoriamente debido a las características del suelo, que están muy erosionados y son delgados, calizos, tepetatosos, pobres en materia orgánica y con fuertes pendientes, ante esto el nopal constituye una alternativa que vendría a incrementar considerablemente el ingreso económico de los agricultores.

La nueva evaluación de cultivares mejorados de nopal tunero en la región, ha provocado que se cultiven selecciones locales cuyos rendimientos además de ser reducidos producen frutos de calidad deficiente.

Bajo este contexto, se inició este trabajo de investigación con el objeto de evaluar el grado de adaptación de nueve cultivares mejorados de nopal tunero y una selección local en los aspectos de crecimiento y producción en la --

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución del nopal

Varios son los autores que coinciden en que el nopal es autóctono de América Latina sin precisar el lugar exacto de su origen.

Bravo (1937) reporta que la familia de las cactáceas, a la cual pertenece el nopal se encuentran distribuidas en el continente americano, desde Canadá hasta Argentina.

México por sus condiciones ecológicas tan diversas alberga la mayor cantidad de géneros lo cual lo ubica como centro de diseminación de las cactáceas (Barrientos, 1981b).

El primer manuscrito en que se hace alusión al nopal es el Código Barberini escrito en México en 1552 por Martín de la Cruz y Juan Badiano, en el cual les dibuja un nopal y se describe con el nombre de Tlatonochtli (Bravo, 1937).

De América se distribuyó al mundo entero. Su introducción en algunos países ha sido muy favorable, como es-

el caso de España (Domínguez, 1936), e Italia (Foesten -- 1846; Labouret, 1853; Diguet, 1928) citados por Bravo -- (1978) mientras que en otros como Australia ha invadido -- grandes zonas creando la necesidad de combatirlo Biológica -- mente (Barrientos, 1972). En Estados Unidos por su prolife -- ración en algunas áreas es considerado como una maleza más y combatida como tal (Anónimo, 1981).

Al nopal, como vegetación se le incluye dentro del matorral crasicaule (Rzedowski, 1966; Marroquín, 1964 y -- Flores, et al., 1971) que se caracteriza por la presencia -- de grandes cactáceas, abarcando nopaleras y cactáceas de -- tallos cilíndricos.

En México este tipo de vegetación corresponde a las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país, cubriendo una superficie de 129,793.5 Km² (Flores et al., 1971)

Borja (1963), reporta que en los estados de San -- Luis Potosí, Zacatecas y Durango existen las nopaleras de -- mayor importancia basándose en las densidades de plantas -- que existen en forma silvestre (600 plantas por hectárea.

Valdés (1979) indica que *Opuntia streptacantha* y *O. leucotricha* cubren superficies aproximadas de 3.8 y 4.5 mi

llones de hectáreas en los estados de Zacatecas, San Luis-Potosí, Durango, Guanajuato y Aguascalientes.

Colín (1976), informa la existencia de 30 millones de hectáreas con nopal con una densidad promedio de 200 -- plantas/ha, en México en forma silvestre.

La abundancia de el nopal bajo diversas condiciones es evidente; Barrientos (1981b) reporta que en México se adapta a diversas texturas y composiciones de suelo pero - desarrolla mejor en suelos calcáreos, arenosos, de profundidad media, con pH alcalino, altitud que varía entre 800- y 2500 m, temperaturas anuales entre 18 y 25°C y aunque resiste la sequía también prospera en zonas con moderada precipitación.

Blanco (1966) por su parte informa que el nopal en México se adapta a diversas condiciones climáticas, con -- temperaturas que varían de 11.2 a 27.1°C, altitud desde 0 hasta 2675 m y precipitaciones entre 116.7 y 1805 mm. anuales.

2.2. Clasificación toxonómica del nopal

El nopal es una planta xerófila, resistente a la se

quía, sus tejidos son carnosos, espesos y jugosos (Brom,- 1970; Bravo, 1978).

Pertenece a la familia de las cactáceas y dentro de ésta a la tribu opuntias. El género *Opuntia* está compuesto por dos subgéneros, uno cuyas plantas son de tallo cilíndrico y se clasifican como *Platyopuntia* al cual pertenecen los verdaderos nopales cuyos frutos son conocidos como tunas cuando tienen sabor dulce y como xoconoztles cuando -- tienen sabor ácido (Barrientos, 1981b).

La planta de nopal está provista de espinas y pueden ser rastreras o arborescentes, cuando es arbustiva alcanza diámetros hasta de 3 m y altura de 5 m. Los tallos son aplanados, cuando la planta crece las articulaciones inferiores se vuelven gruesas y cilíndricas (Lastra, 1978). Los tallos cuando jóvenes tienen hojas las cuales son de forma cónica, estas caen conforme va creciendo el tallo.

Las flores son hermafroditas solitarias con colores diversos como son: blancas, verdosas, amarillentas, anaranjadas y rojas (Barrientos, 1981b), estas dan lugar al fruto el cual es una baya globosa de forma cilíndrica con colores que varían desde verde hasta amarillo y rojo (Lastra, 1978).

La raíz es larga y fibrosa (Villarreal, 1978), muy densa y desarrolla a poca profundidad.

2.3. Importancia económica del nopal

El nopal a pesar de ser una planta que tiene mucho arraigo en el país, su cultivo en forma ordenada es muy bajo en comparación con otros cultivos. Las plantaciones grandes con fines comerciales son escasas, la mayoría son de reducido tamaño ocupando superficies pequeñas cuya producción es de autoconsumo.

El hecho de que el nopal tanto tunero, forrajero como hortícola se cultive en baja escala le resta importancia, sin embargo es de reconocerse el interés que en la actualidad ha despertado, ésto se pone de manifiesto por la gran demanda que existe de material vegetativo, la carencia de éste en grandes cantidades ha limitado el establecimiento de plantaciones comerciales.

Probablemente en los próximos años el nopal de ser una planta que ha sido reelegada, casi del desconocimiento en cuanto a su cultivo se refiere pase a ocupar un lugar significativo dentro del ámbito agrícola, esto es posible si tomamos en cuenta el interés que ha despertado, el impul

so que se está dando y que el 40% de la superficie nacional está cubierta por zonas áridas (De Alba, 1976; Lastra, 1978).

Colín (1976) indica que en nuestro país existen -- aproximadamente 30 millones de hectáreas susceptibles de -- aprovecharse para la siembra de nopal y cuyas característi -- cas son adversas para la mayoría de los cultivos, con ésto, -- no se quiere decir que el nopal sea la única alternativa -- para estas zonas, pero sí una de las más viables y que ma -- yores perspectivas ofrece.

En la República Mexicana, entre los principales es -- tados productores figuran Zacatecas e Hidalgo los cuales -- ocupan más del 60% de la superficie sembrada como de la -- producción (Cuadro A-3). Aunque en este Cuadro no figura -- el estado de Puebla, cabe mencionar que ya se cultivaba -- aquí nopal tunero. Cruz (1982) reporta la existencia de -- 400 has. en 1979 con un rendimiento medio de 8.2 ton/ha y -- en 11 millones de pesos el valor de la producción, resul -- tando superado por Zacatecas, Hidalgo, San Luis Potosí y -- Guanajuato.

La utilización del nopal como verdura en el consu -- mo humano es común, sin embargo su cultivo con fines co --

merciales es muy bajo, se considera a Milpa Alta, D.F. como la principal zona productora de este nopal con una producción semanal de 1500 toneladas (Sánchez, 1980; Barrientos, 1981b).

Es común también la utilización del nopal como forraje, sin embargo la ausencia de plantaciones con este propósito no permite tener datos al respecto, y los existentes se derivan de resultados experimentales.

2.4. Utilización del nopal

La utilización del nopal data de mucho tiempo, tradicionalmente se ha venido utilizado sus brotes tiernos como verdura en la alimentación humana, como forraje cuando éstos han alcanzado un tamaño adecuado y sus fibras no sean muy leñosas y como fruta fresca.

En la actualidad ha cobrado importancia en la industria para la obtención de múltiples productos a partir del fruto, estableciendo plantaciones también con propósitos especiales (obtención de cochinilla).

Básicamente podemos englobar al nopal para su utilización en cuatro rubros: nopal para fruta, para forraje, -

para verdura y para usos especiales, en la actualidad ya -
existen diversos cultivares según el propósito, pudiendo -
utilizarse algunos con dos o más propósitos.

2.4.1. Nopal hortícola o para verdura

Las especies que normalmente se usan para la producción
de verdura son *Opuntia ficus indica* y *O. undulata* (Ba
rrientos, 1981b; Becerra, 1969), también las especies y --
cultivares utilizadas para la producción de fruta pueden -
ser utilizadas con este fin en el período de noviembre a -
marzo, es decir después de la cosecha, para ellos se reco-
mienda dar una fertilización nitrogenada para propiciar --
una mayor brotación.

Los cultivares más conocidos son los siguientes: CO
PENA V-1, Italiana, Chapingo 1 y Chapingo 2, Torres (1983)*
y a Milpa Alta, D.F., se le considera como la principal zo
na productora de nopal hortícola.

Este nopal produce todo el año, mediante forzamiento
en túneles de plástico en pleno invierno, Grajeda (1977)
ha logrado producciones de 27 kg/m² con cortes cada 15 --
días, en plantaciones superintensivas (55 pencas/m²) con -
pencas de seis meses de edad, con el cultivar COPENA V-1.

*Comunicación personal.

2.4.2. Nopal para forraje

En las zonas áridas y semiáridas del país, la vegetación prácticamente desaparece una vez pasada la temporada de lluvias. En estos lugares el forraje escasea en época de sequía y el nopal es aprovechado en la alimentación del ganado previa eliminación de las espinas, mediante un tratamiento de quemado.

Las especies que más aceptación tienen como forraje son *Opuntia ficus indica* y *O. robusta* (Barrientos, 1969a) - este mismo en (1981a) reporta rendimientos de forraje verde de 400 ton/ha/año con una densidad de 40,000 plantas/ha haciendo dos cortes al año a partir del tercer semestre de establecida la plantación, con el cultivar COPENA F-1.

García (1973) estudió diferentes niveles de fertilización y riego reportando como óptimo 200 kg de nitrógeno y 100 ton. de estiércol por hectárea, sin riego, indicando que no existe ventaja en la aplicación del riego.

Se probó la aceptación por el ganado ovino de diferentes nopales y se encontró una mayor aceptación por COPENA F-1 cuando tenían libre acceso a todas (Valdés y Flores 1967).

El nopal es considerado como un forraje pobre en materia seca (Barrientos, 1981a) con bajo contenido de nutrimentos (De Alba, 1976), pero se considera al nivel de los forrajes toscos en época de escasez, como las pajas, ras - trojos y silos (Barrientos, 1981a).

Siendo el nopal pobre en nutrimentos (Terblanche, - 1971) recomienda mezclarlo con un concentrado proteico.

Sin embargo el nopal es importante por sus elevadas producciones de forraje y sus bajos costos de producción.

2.4.3. Nopal para fruta

La tuna como fruta fresca es muy codiciada, sin embargo no todos los nopales producen tuna de calidad, (Ba - rrientos, 1969b) reporta a las especies *Opuntia amyclaea* - (tuna blanca), *O. magacantha* (tuna amarilla), *O. strepta - cantha* (tuna cardona) y *O. ficus indica* (memelo) como productoras de fruto de calidad.

La tuna producida en las diferentes regiones del -- país son en su mayoría selecciones criollas adaptadas a de terminadas áreas.

Como resultado de un programa de mejoramiento genético el Colegio de Postgraduados y la Escuela Nacional de Agricultura obtuvieron algunos cultivares que llamaron COPENA y se han distribuido en diferentes estados de la República con la finalidad de probar su adaptación en diversas condiciones ecológicas.

Algunos de estos cultivares han mostrado una adaptación excelente como es el caso de COPENA T=2, COPENA T-3 y COPENA T-5 con rendimientos entre 16 y 17 ton/ha de fruta en el Valle de Valsequillo, Pueb. (Cruz y García, 1981). - Un año después Cruz recomienda estos mismos cultivares para el área de Tecamachalco, Tehuacán, Tecali de Herrera, - Tepeaca y Amozoc todos en el Estado de Puebla con rendimiento de 20 tn/ha.

García (1978*) en lotes experimentales en Tecamachalco, Pue. reporta rendimientos de 22 ton/ha para los cultivares COPENA T-1 y COPENA T-2, en tanto que Cruz (1977) reporta rendimientos de 30 ton/ha en la misma localidad para los mismos cultivares.

* Comunicación personal

La fuerte demanda de tuna en el mercado nacional como internacional, exige el establecimiento ordenado de nuevas plantaciones. La industrialización de la fruta es una perspectiva más, de la pulpa obtiene, jugo, miel, mermelada, queso, jarabe, bebidas alcohólicas y de las semillas - aceite (Barrientos, 1981b).

Colín (1976), después de haber comparado el aceite de semilla de tuna con el de cártamo y soya indica que son semillares y lo reporta como apto para el consumo humano, de la molienda de la semilla para la extracción de aceite se obtiene una pasta que ha sido utilizada en la alimentación del ganado con gran aceptación.

Por su parte Escamilla (1977), de la cáscara de la tuna ha logrado extraer pectinas, de este breve resumen se concluye que esta fruta en la industrialización se utiliza el 100%.

2.4.4. Nopal para usos especiales

El nopal también es utilizado como huésped en la -- producción de cochinilla o grana, la cual es utilizado como colorante en la industria textil, alimentaria, y farmacéutica (Piña, 1979).

Este producto proviene de los cuerpos secs del insecto (*Dactilopius coccus*) cual es muy prolífico en nopal, principalmente en las especies *Opuntia tormentosa* y *O. ficus indica* (Barrientos, 1981b).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Sitio experimental

3.1.1. Localización geográfica

Este trabajo se está realizando en la Cordillera del Tentzo, Pue., en una comunidad llamada el Aguacate, correspondiente al municipio de Puebla. La localización de la Cordillera del Tentzo y El Aguacate se aprecian en el Mapa A-1.

3.1.2. Clima

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano.

Los datos climatológicos de la región se muestran en el Cuadro A-1.

3.1.3. Suelos

La región cuenta con suelos del tipo Ranker (U); -- (Warner, 1974), siendo delgados, calizos, tepetatosos, pobres en materia orgánica y con fuertes pendientes. Los resultados de los análisis del suelo de donde se realizó el

trabajo se aprecian en el Cuadro A-2.

3.2. Material vegetal

El material vegetal utilizado son los cultivares y selección de nopal tunero que a continuación se mencionan:

COPENA T - 1
COPENA T - 5
COPENA T -12
COPENA T -13
COPENA T -14
COPENA T -15
COPENA T -16
COPENA T -17
COPENA T -18
Local Acanelada

Los cultivares COPENA se obtuvieron en Chapingo, -- Méx., procedieron de plantas de vivero de un año de edad - obtenidas en almácigo a partir de fracciones de cladodios. La selección local Acanelada se obtuvo podando cladodios sanos de 6 a 12 meses de edad, de palntas de un huerto ubi cado en La Libertad Tecola, poblado dentro de la Cordillera del Tentzo, aledaño al lugar donde se realiza el traba-

jo.

El manejo que recibió el material, previo a la plantación, fue de acuerdo a la procedencia del mismo. Los cladios de la selección Acanelada fueron cortados 15 días -- antes de la plantación y se pusieron bajo sombra, en la -- parte del corte, se les aplicó pasta bordelesa para evitar pudriciones posteriores a la plantación.

Los cultivares COPENA como fueron plantas ya enrai--zadas no recibieron ningún tratamiento y se procedió a -- plantar de inmediato.

3.3. Manejo del huerto

3.3.1. Plantación

El huerto se estableció en un terreno, propiedad -- del señor Angel Rodríguez, dicho terreno tiene una pendiente del 21%. En abril y mayo de 1979 se procedió a la apertura de cepas las cuales fueron de las siguientes dimensiones: 1 m de ancho, 1 m de largo y 0.5 m de profundidad, a éstas se les agregó en el fondo una capa de estiércol bovino con una descompuerto, de aproximadamente 10 cm. poste -- riormente se llenaron con una capa de tepetate estiércol --

en partes iguales. Una vez cubiertas las cepas se les aplicó Volatón 2.5% polvo en dosis de 50 g/m² (cepa) para prevenir el ataque de gallina ciega (*Phillophaga rugosa*).

La plantación se realizó en junio de 1979, estableciendo cada planta en una terraza individual, con una separación de 3 y 4 m entre plantas y filas respectivamente; dando una densidad de plantación de 833 plantas por hectárea.

3.3.2. Control fitosanitario

Aunque el nopal no es un cultivo muy exigente, requiere de algunos cuidados para obtener cantidad y calidad en la producción.

3.3.2.1. Plagas

A continuación se enlistan las plagas que se han presentado así como los productos y dosis que se han empleado para su control.

Hormiga arriera (*Atta spp*)

Para controlarla se aplicó Fitoklor o Volatón 2.5%

polvo en dosis de 50 g. por planta aplicado alrededor de la misma.

Gusano blando del nopal (*Lannifera cyclades* Druce)

Se hicieron aplicaciones de Folidol LC-50 utilizando 150 cc en 100 l de agua, cuando la larva ya había atacado tejidos leñosos, se extrajo manualmente con el auxilio de navajas puntiagudas y se aplicó pasta bordelesa en las partes afectadas.

Picudo de las espinas (*Culindro copturus biradiatus*, Cnamp).

Cochinilla o grana (*Dactulcpius coccus*).

Estas plagas fueron controladas con Folidol LC-50 y Metasystox R-50 en dosis de 150 cc y 100 cc respectivamente en 100 l de agua.

3.3.2.2. Enfermedades

Hasta el momento no se han presentado, pero se han realizado aplicaciones de Cupravit como medida preventiva en dosis de 400 g en 100 l de agua.

3.3.2.3. Malezas

Para controlar las malas hierbas se realizan escardas manuales alrededor de las plantas y entre las filas se corta con guadaña, estas labores se hacen cada año en los meses de julio y septiembre dejando los residuos en el campo.

3.3.3. Fertilización

Se fertiliza con fórmula 100-00-00 utilizando como fuente Urea y Sulfato de Amonio aportando cada uno el 50% de nitrógeno.

El fertilizante se aplica al voleo dentro de la zona de goteo en una superficie de 1 m^2 , aplicando la mitad en junio y el resto en agosto de cada año.

3.3.4. Poda

La poda se realiza en el mes de enero de cada año, durante 1981 y 1982 se realizaron podas de formación y en 1983 se realizó la primer apoda de fructificación, eliminando los cladodios juntos, cruzados, bajos y aquellos que se presentan daños por plagas y malformaciones.

Para esta práctica se utilizan serrotes y machetes, los cladodios podados son sacados del huerto para evitar enfermedades y su brotación dentro de él.

3.3.5. Cosecha

Se han realizado dos cosechas, la primera fue durante los meses junio y julio de 1982 realizando seis cortes a intervalos de 10 días.

La segunda cosecha se realizó en los meses de junio y julio de 1983 realizando cuatro cortes con el mismo intervalo que la primavera cosecha.

La cosecha se efectuó cuando el fruto empezó a cambiar su color verde y al presionarlo estuvo semiduro.

Para esto se utilizaron guantes de cuero, cogiendo al fruto de la parte media, se procedió a girar primero en un sentido y después al otro hasta que éste se desprende por completo.

3.4. Etapa de crecimiento

Esta primera etapa inició desde la plantación hasta

el año de 1981, que fue el período durante el cual las -- plantas tuvieron su desarrollo vegetativo y se evaluó en -- dos ocasiones, es decir cada año, la primera en 1980 y la -- segunda en 1981.

3.5. Etapa productiva

La segunda etapa corresponde a la evaluación de la -- producción la cual está proyectada para cuatro años, sin -- embargo esta Tesis abarca la información obtenida hasta -- 1983, dentro de la cual se contemplan dos cosechas.

3.6. Aspecto estadístico

3.6.1. Hipótesis y supuestos

Las hipótesis planteadas son:

Ho: Los cultivos de nopal tunero utilizados se adaptan -- a las condiciones de la Cordillera del Tentzo, Pue.

Ha: Cuando menos uno de los cultivares COPENA superará -- en rendimiento a la selección local.

Los supuestos de que se parte son:

El manejo del huerto es el adecuado.

Las características edáficas son homogéneas.

3.6.2. Tratamientos

Los tratamientos son 10 constituidos por los cultivares y selección que a continuación se mencionan:

- 1.- Cultivar COPENA T - 1
- 2.- Cultivar COPENA T - 5
- 3.- Cultivar COPENA T - 12
- 4.- Cultivar COPENA T - 13
- 5.- Cultivar COPENA T - 14
- 6.- Cultivar COPENA T - 15
- 7.- Cultivar COPENA T - 16
- 8.- Cultivar COPENA T - 17
- 9.- Cultivar COPENA T - 18
- 10.- Selección local Acanelada

La selección local Acanelada funge como tratamiento de referencia.

3.6.3. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado es bloques al azar con cuatro repeticiones, de acuerdo al siguiente modelo es

estadístico:

$$Y_{ij} = M + B_i + T_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = variable

M = efecto general

B_i = al efecto del bloque

T_j = al efecto del tratamiento

E_{ij} = error experimental

El tamaño de la parcela es de tres plantas y a su vez cada una de ellas constituye la unidad de muestreo.

Para efectos del análisis estadístico se promediaron las unidades de muestreo.

En base a los análisis de varianza se efectúan comparaciones de medias para cada una de las variables estudiadas, para ello se utilizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan (PRMD) con un nivel de probabilidad de 5.

3.6.4. Variables en estudio

Las variables de estudio se agruparon en tres rubros:

3.6.4.1. Indices de crecimiento

- Crecimiento (desarrollo vegetativo)
- Daños por plagas y enfermedades a las plantas.

3.6.4.2. Indices de producción

- Número de frutos
- Rendimiento de fruto (kg)
- Peso promedio del fruto (g)
- Número de frutos rajados
- Número de frutos dañados por plagas
- Número de frutos caído

3.6.4.3. Indices del fruto

- Peso del fruto (g)
- Peso de la pulpa* (g)
- Peso de la cáscara (g)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Número de semillas normales
- Peso de las semillas normales (g)
- Número de semillas abortivas
- Peso de las semillas abortivas (g)
- Número total de semillas



BIBLIOTECA CENTRAL

- % de sólidos solubles (*Bx)
- Potencial de iones hidrógeno (pH)
- Acidez titulable
- * Incluye semillas normales y abortivas

3.6.5. Registro de datos

Para las variables agrupadas en índices de crecimiento fueron estimadas visualmente bajo una escala previamente establecida.

Las variables agrupadas en índices de producción se determinaron en campo a excepción de peso promedio del fruto que se estimó en gabinete, número de frutos, número de frutos rajados, número de frutos dañados por plagas y número de frutos caídos se determinaron cuantitativamente, para determinar el rendimiento de fruto se utilizó una báscula de plataforma "Torino" modelo XU-30 con capacidad de 0-130 kg.

Las variables contempladas en índices de frutos se determinaron en gabinete y laboratorio.

El procedimiento para determinar el peso y grosor de la cáscara, número y peso de semillas tanto normales co

mo abortivas, % de sólidos solubles y pH, se realizó de la siguiente manera:

Se seleccionó al azar un fruto sano de cada planta- el cual se pesó en una balanza granataria "Esther" modelo- 07932 con capacidad de 0-2610 g, posteriormente se despren- dió la cáscara de la pulpa y se pesaron por separado el -- grosor de la cáscara se determinó con un vernier midiendo- en la parte central de la cáscara, a la pulpa de éstos fru- tos se procedió a extraerles el jugo exprimiéndolas con -- una franela y separando posteriormente la fibra de las se- millas, estas semillas fueron introducidas en un recipien- te con agua para diferenciar las semillas normales de las- abortivas, éstas últimas quedan suspendidas en la superfi- cie del agua ya que son semillas vanas y su peso es míni - mo, en tanto que las primeras se decantan rápidamente por- ser más pesadas.

Una vez diferenciadas las semillas se procedió a se- carlas con una franela para posteriormente contarlas y pe- sarlas en la balanza granataria.

Las variables % de sólidos solubles, pH y acidez ti- tutable se determinaron en el laboratorio de fritucultura- del Centro de Fruticultura del Colegio de Postgraduados, - utilizando para ello otro fruto sano de cada planta, el --

procedimiento de determinación de cada una de las variables a continuación se menciona:

El porcentaje de sólidos solubles (°Bx) se determinaron mediante el uso de un refractómetro de mano "American Optical" modelo 10431 con escala 0-50 °Bx y el resultado se expresó en % de sólidos solubles del jugo.

Por su parte, el potencial de iones hidrógeno (pH) se determinó utilizando un potenciómetro "Corning" modelo-125 y los resultados se expresan como valores de pH.

En cuanto a la acidez titulable se refiere esto se determinó en base a los métodos analíticos de la A.O.A.C. - (1980) en donde se realizan titulación de hidróxido de sodio (NaOH) en solución 0.1N y fenolftaleína como indicador, utilizando una alicuota que se tomó de un infiltrado obtenido de una mezcla de 20 g de pulpa y 100 ml de agua destilada, los resultados se expresan en % de ácido cítrico utilizando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{G \times N \times 0.064 \times 100 \times V}{AB}$$

AB

en donde:

G = Mililitros de NaOH usado en la titulación.

N = Normalidad del NaOH

0.064 = Miliequivalente de ácido cítrico

V = Volumen total de la mezcla (mililitros de agua +
peso de la muestra

A = Peso de la muestra en g

B = alicuota de filtrado en ml

EN 1982 no se determinó la variable número de frutos caídos en virtud de que no se presentó, tampoco se evaluaron las variables de índices de fruto porque las plantas estaban pasando por su etapa de juvenilidad motivo por lo cual no todas las plantas produjeron frutos haciendo imposible su determinación.

IV. RESULTADOS

La primera etapa correspondiente a la evaluación del crecimiento de las plantas se realizó en 1980 y 1981; el análisis de varianza de esta fase se muestra en el Cuadro 1, en el se aprecia que en la variable crecimiento de las plantas, en ambos años los tratamientos no resultaron significativamente diferentes en cambio en la variable daños por plagas y enfermedades a las plantas fue significativamente diferente a un nivel de probabilidad del 5% de cometer error tipo I para determinar cual tratamiento fue el mejor se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan (PRM D) para cada una de las variables con un nivel de probabilidad del 5%, en el Cuadro 2 se aprecia que en daños por plagas y enfermedades a las plantas la local Acanelada tiene el valor mayor, siendo estadísticamente igual a la COPENA T-5, en cambio la COPENA T-13 tiene el menor valor, siendo estadísticamente igual a las demás a excepción de las anteriormente citadas.

En este mismo cuadro en la variable crecimiento tanto en 1980 como en 1981 los tratamientos no mostraron ser estadísticamente diferentes.

Volviendo al Cuadro 1, en este se muestra también el

análisis de varianza de la primera cosecha correspondiente a 1982, en él es posible apreciar que en las variables número de frutos, rendimiento de fruto, peso promedio del -- fruto, número de frutos rajados y número de frutos dañados por plagas no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados del análisis de varianza de la segunda cosecha, efectuada en 1983 se muestran en el Cuadro 3, - observándose que las variables numero de frutos y número - de frutos rajados resultaron significativamente diferentes a un nivel de probabilidad de 1% y en rendimiento de fruto se obtuvieron diferencias significativas al 5% de probabilidad de cometer error tipo I, en cambio para peso promedio del fruto, número de frutos dañados por plagas y número de frutos caídos no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Con la finalidad de mostrar la diferencia de medidas entre los tratamientos para las diferentes variables - se diseñó el Cuadro 4, apreciándose que en número de frutos COPENA T-5 fue superior siendo estadísticamente diferente a COPENA T-13, COPENA T-15 y local Acanelada, ésta - última fue la inferior pero estadísticamente igual a COPENA T-13, COPENA T-15 y COPENA T-16, en rendimiento de fru-

to, COPENA T-14, fue la que superó a las demás aunque resultó estadísticamente igual a COPENA T-1, COPENA T-5, COPENA T-12 y COPENA T-17, contrastando con la local Acanelada que fue inferior, siendo estadísticamente diferente a COPENA T-1, COPENA T-5, COPENA T-14 y COPENA T-17.

Por otro lado la que tuvo mayor número de frutos rajados fue COPENA T-14, siendo estadísticamente diferente con COPENA T-13, COPENA T-15 y COPENA T-18, la que menor número de frutos rajados tuvo fue la local Acanelada pero igual estadísticamente a COPENA T-13, COPENA T-15 y COPENA T-18. En las variables peso promedio del fruto, número de frutos caídos los tratamientos fueron iguales estadísticamente.

Los resultados del análisis de varianza de las variables estudiadas en el fruto se muestran en el Cuadro 5, en él se observa que número de semillas normales y % de sólidos solubles fueron significativamente diferentes al 5%, en cambio el peso de las semillas normales y pH del fruto fueron diferentes significativamente al 1% de probabilidad de cometer error tipo I. Las variables peso del fruto, peso de la cáscara, grosor de la cáscara, número de semillas abortivas, peso de las semillas abortivas, número total de semillas y peso de la pulpa resultaron no significativas.

Las diferencias de medias de los tratamientos para estas variables se muestran en el Cuadro 6, en él se observa que peso de fruto, grosor de la cáscara y peso de la cáscara no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En el número de semillas normales COPENA T-13 fue la que superó a las demás, sin embargo fue estadísticamente diferente solo a COPENA T-18 y local Acanelada que resultó con la menor cantidad de semillas normales, siendo estadísticamente igual a COPENA T-18.

Respecto al peso de las semillas normales las selecciones COPENA resultaron iguales estadísticamente, la selección local fue la que menor peso tuvo en semillas normales siendo estadísticamente diferente a las demás.

Las variables número de semillas abortivas, peso de las semillas abortivas, número total de semillas, peso de la pulpa y acidez titulable resultaron iguales, es decir, entre los tratamientos no se detectaron diferencias estadísticas. En cambio pH y sólidos solubles resultaron significativamente diferentes al 1% y 5% de probabilidad respectivamente (Cuadro 6). En este mismo cuadro se aprecia que en % de sólidos solubles el mayor contenido lo obtuvo la selección local Acanelada siendo estadísticamente diferente a COPENA T-12, COPENA 13, COPENA T-15 y COPENA T-17, co

rrespondiendo el menor contenido a COPENA T-13.

Continuando con pH del fruto la selección local Acanelada superó a los cultivares COPENA, sin embargo fue estadísticamente igual a los demás tratamientos a excepción de COPENA T-18 y ésta a su vez igual estadísticamente al resto de los tratamientos excepto a COPENA T-17 y COPENA T-12 resultando ésta última con el pH más bajo.

CUADRO 1. Análisis de varianza de la variable crecimiento
1980, 1981 y cosecha de 1982.

V a r i a b l e	Grados de libertad para tra <u>t</u> amientos.	Cuadrado medio para tratamien <u>t</u> o.	Valor de F calculada
Crecimiento (1980) de las plantas	9	0.19	1.35 ns
Crecimiento (1981) de las plantas	9	0.19	1.51 ns
Daños por plagas y enfermedades a las plantas	9	0.57	3.07 *
COSECHA DE 1982			
Número de frutos	9	964.60	1.67 ns
Rendimiento de fruto	9	11.89	1.78 ns
Peso promedio del fruto	9	0.0002	0.55 ns
Número de frutos rajados	9	0.31	1.23 ns
Número de frutos dañados por plagas	9	2.21	1.20 ns

ns = No significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

Cuadro 2. Diferencia de medias para los tratamientos para las variables de crecimiento y daños por plagas y enfermedades a las plantas.

Tratamiento	Crecimiento		Daños por plagas y en fermedades a las plantas
	1980	1981	
COPENA T - 1	1.90 ns	2.00 ns	1.40 bc ¹
COPENA T - 5	1.92 ns	2.22 ns	1.25 bc
COPENA T -12	2.15 ns	2.00 ns	1.60 bc
COPENA T -13	1.85 ns	2.15 ns	1.17 c
COPENA T -14	2.40 ns	2.57 ns	1.47 bc
COPENA T -15	2.32 ns	2.32 ns	1.90 ab
COPENA T -16	2.22 ns	2.37 ns	1.40 bc
COPENA T -17	1.92 ns	2.15 ns	1.32 bc
COPENA T -18	1.82 ns	2.82 ns	1.42 bc
Local Acanelada	1.85 ns	2.00 ns	2.45 a

1 = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

a = 0.05

ns= No significativo.



Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables del aspecto productivo de la cosecha de 1983.

Variable	Grados de libertad para tratamientos.	Cuadrado medio para tratamientos.	Valor de F calculada
Número de frutos	9	11 229.86	3.57 **
Rendimiento de fruto	9	118.30	2.94 *
Peso promedio del fruto	9	187.56	1.38 ns
Número de frutos rajados	9	7.431	3.71 **
Número de frutos dañados por plagas	9	48.61	1.55 ns
Número de frutos caídos	9	1 066.67	1.64 ns

ns = No significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 4. Diferencia de medias para los tratamientos de las variables del aspecto productivo de la cosecha de 1983.

Trat.	Número de Frutos	Rendimiento de fruto (kg)	Peso Promedio del fruto (g)	Número de frutos <u>ra</u> jados.	Número de frutos <u>da</u> ñados.	Número de frutos caídos
COPENA T - 1	162.83 ab ¹	14.47 abc	88.87 ns	26.17 ab	10.42 ns	58.75 ns
COPENA T - 5	203.50 a	16.94 ab	83.24 ns	27.50 ab	15.33 ns	57.58 ns
COPENA T -12	150.17 abc	13.82 abcd	92.02 ns	24.25 ab	10.92 ns	62.83 ns
COPENA T -13	97.25 bcd	9.47 bcd	97.37 ns	18.17 bc	9.33 ns	45.50 ns
COPENA T -14	177.75 ab	22.64 a	127.37 ns	44.08 a	15.75 ns	98.92 ns
COPENA T -15	68.25 cd	6.08 cd	89.08 ns	15.92 bc	6.08 ns	48.00 ns
COPENA T -16	118.17 abcd	11.27 bcd	95.37 ns	26.33 ab	6.50 ns	48.13 ns
COPENA T -17	162.75 ab	16.14 abc	99.17 ns	24.58 ab	8.50 ns	56.92 ns
COPENA T -18	145.75 abc	12.23 bcd	83.91 ns	21.75 abc	7.17 ns	41.08 ns
Local Acanelada	31.08 d	3.95 d	127.09 ns	0.50 c	6.92 ns	49.17 ns

1 = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

a = 0.05

ns = No significativo.

Cuadro 5. Análisis de varianza para las variables estudiadas en el fruto.

Variable	Grados de libertad para tratamientos.	Cuadrado medio para tratamientos.	Valor de F calculada
Peso del fruto	9	141.37	0.65 ns
Número de semillas normales	9	3 226.14	3.05 *
Peso de las semillas normales	9	4.27	4.79 **
Peso de la cáscara	9	38.43	1.35 ns
Grosor de la cáscara	9	0.07	0.24 ns
Número de semillas abortivas	9	105.57	1.64 ns
Peso de las semillas abortivas	9	0.01	2.05 ns
Número total de semillas	9	5 643.31	2.22 ns
Peso de la pulpa	9	123.86	1.15 ns
% de sólidos solubles	9	5.44	2.52 *
pH del fruto	9	0.13	4.14 **
Acidez titulable	9	0.0005	1.21 ns

ns = No significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

CUADRO 6. Diferencia de medias de los tratamientos para las variables estudiadas en el fruto.

Trat.	Peso del fruto (g)	Número de semillas normales	Peso de las semillas normales (g)	Grosor de la cáscara (mm)	Peso de la cáscara (g)
COPENA T - 1	122.22 ns	230.04 ab	6.42 a	4.42 ns	40.91 ns
COPENA T - 5	125.28 ns	251.50 a	6.39 a	4.43 ns	44.23 ns
COPENA T -12	124.73 ns	241.67 ab	6.56 a	4.41 ns	42.17 ns
COPENA T -13	123.32 ns	258.79 a	6.93 a	4.26 ns	40.27 ns
COPENA T -14	116.39 ns	227.04 ab	6.10 ab	4.69 ns	38.80 ns
COPENA T -15	131.84 ns	248.08 ab	6.35 a	4.60 ns	45.55 ns
COPENA T -16	130.38 ns	246.25 ab	7.17 a	4.60 ns	40.92 ns
COPENA T -17	132.02 ns	228.21 ab	6.63 a	4.55 ns	43.14 ns
COPENA T -18	115.74 ns	194.67 bc	6.68 a	4.44 ns	38.34 ns
Local Acanelada	119.58 ns	166.88 c	3.46 b	4.66 ns	48.27 ns

l = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

a = 0.05

ns = No significativo

CUADRO 6. Continuación.

Trat.	Número de semillas abortivas.	Acidez titulable	Número total de semillas.	Peso de la pulpa. (g)	% de sólidos solubles (o Brix)	pH del fruto.	Peso de las semillas abortivas (g)
COPENA T - 1	7.00 ns ¹	0.067 ns	212.04 ns	81.31 ns	14.56 abc	6.12 bcd	0.23ns
COPENA T - 5	7.21 ns	0.067 ns	258.71 ns	81.15 ns	12.62 abc	6.14 bcd	0.11 ns
COPENA T -12	8.00 ns	0.058 ns	317.00 ns	82.56 ns	12.50 c	5.96 d	0.16 ns
COPENA T -13	4.04 ns	0.058 ns	262.75 ns	83.05 ns	12.44 c	6.25 bcd	0.06 ns
COPENA T -14	7.25 ns	0.058 ns	234.29 ns	77.59 ns	14.31 abc	6.17 bcd	0.12 ns
COPENA T -15	21.58 ns	0.086 ns	259.67 ns	86.25 ns	12.69 c	6.22 bcd	0.53 ns
COPENA T -16	8.33 ns	0.058 ns	254.58 ns	89.46 ns	15.37 ab	6.29 bc	0.14 ns
COPENA T -17	4.00 ns	0.077 ns	233.17 ns	88.89 ns	13.06 bc	6.09 cd	0.06 ns
COPENA T -18	3.75 ns	0.077 ns	223.42 ns	77.40 ns	13.87 abc	6.39 ab	0.03 ns
Local Acanelada	6.83 ns	0.086 ns	174.75 ns	71.31 ns	15.69 a	6.61 a	0.14 ns

1 = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales

a = 0.05

ns = No significativo.

CUADRO 6. Continuación.

Trat.	Número de semillas abortivas.	Acidez titulable	Número total de semillas.	Peso de la pulpa (g)	%de sólidos solubles. (o Brix)	pH del fruto.	Peso de las semillas abortivas
COPENA T - 1	7.00 ns ¹	0.067 ns	212.04 ns	81.31 ns	14.56 abc	6.12 bcd	0.23 ns
COPENA T - 5	7.21 ns	0.067 ns	258.71 ns	81.15 ns	13.62 abc	6.14 bcd	0.11 ns
COPENA T -12	8.00 ns	0.058 ns	317.00 ns	82.56 ns	12.50 c	5.96 d	0.16 ns
COPENA T -13	4.04 ns	0.059 ns	262.75 ns	83.05 ns	12.44 c	6.25 bcd	0.06 ns
COPENA T -14	7.25 ns	0.058 ns	234.29 ns	77.59 ns	14.31 abc	6.17 bcd	0.12 ns
COPENA T -15	21.58 ns	0.086 ns	259.67 ns	86.25 ns	12.69 c	6.22 bcd	0.53 ns
COPENA T -16	8.33 ns	0.058 ns	254.58 ns	89.46 ns	15.37 ab	6.29 bc	0.14 ns
COPENA T -17	4.00 ns	0.077 ns	233.17 ns	88.89 ns	13.06 bc	6.09 cd	0.06 ns
COPENA T -18	3.75 ns	0.077 ns	223.42 ns	77.40 ns	13.87 abc	6.39 ab	0.03 ns
Local Acanelada	6.83 ns	0.086 ns	174.75 ns	71.31 ns	15.69 a	6.61 a	0.14 ns

1 = Medias con la misma letra son estadísticamente iguales.

a = 0.05

ns = No significativo.

V. DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos el crecimiento de las plantas no fue afectado bajo las condiciones en que se desarrolló este trabajo puesto que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo en el aspecto productivo que es el más relevante, si se detectaron diferencias entre los tratamientos, siendo este aspecto en donde éstos manifiestan su adaptación a las condiciones imperantes en la Cordillera del Tentzo.

Los rendimientos para los diferentes tratamientos en el primer año productivo fueron muy bajos debido a la juvenilidad de las plantas, en la segunda cosecha estos aumentaron considerablemente, con rendimientos que oscilaron para los cultivares COPENA entre 5 y 18.8 ton/ha (Figura A-1). Sin embargo aunque los rendimientos de la mayoría de los cultivares COPENA T-2, COPENA T-3 y COPENA T-5 obteniendo en el Valle de Valsequillo, Pueb., 16-17 ton/ha. Cruz (1982), reporta para estos mismos cultivares rendimientos de 20 ton/ha y García (1976) en Tecamachalco, Pue., obtuvo rendimientos de 22 ton/ha con los cultivares COPENA T-1 y COPENA T-2 en tanto que Cruz un año después en el mismo lugar y para los mismos cultivares reporta rendimientos de 30 ton/ha.

De lo anterior se deduce que los rendimientos de -- los cultivares varía de una región a otra y de un año a otro y aunque los resultados obtenidos en este trabajo ya son - dignos de tomarse en cuenta en comparación con otros trabajos, no deben tomarse como definitivos, se considera necesario evaluar la cosecha por dos años más, para no caer en contradicciones posteriormente.

Respecto al contenido de sólidos solubles totales, - los rendimientos variaron entre 12.44% y 15.69%, Barrientos (1981a) reporta para COEPNA T-17, 15^oBx y 14^oBx para - COPENA T-19 en tanto que Cruz (1981) para COPENA T-12, CO-PENA T-3 y COPENA T-5 reporta un contenido de sólidos solu- bles totales entre 12 y 14%, comparando lo reportado de éstos autores con los resultados obtenidos en este trabajo, - se observa que existe congruencia entre los cultivares CO-PENA, sin embargo la selección local acanelada supera es - tos contenidos (Cuadro 6).

Barrientos (1981a) reporta para COPENA T-17 y T-19, 59 y 172 semillas abortivas respectivamente, estos datos - son muy elevados en comparación con los encontrados en es- te trabajo, en el cual los tratamientos oscilaron entre -- 6.83 y 21.58 semillas abortivas, esto puede considerarse - como una desventaja en la propagación sexual (por semilla)

debido al tipo de polinización que es alógama y por lo tanto de cada semilla se originarán individuos genéticamente diferentes. Al existir una gran cantidad de semillas normales en el fruto se dificultó la selección de ellas, esto es importante en trabajos de mejoramiento genético por lo cual es deseable un reducido número de semillas normales.

Sin embargo carece de importancia cuando se propaga material cuyo destino sea el establecimiento de huertos, ya que la propagación es asexual, este método es utilizado por su rapidez y facilidad logrando conservar de esta manera las características genéticas de los cultivares.

VI. CONCLUSIONES

1. En crecimiento todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, mostrando un adecuado desarrollo vegetativo.
2. La selección local Acanelada fue la más dañada por plagas en lo que a la planta se refiere.
3. Es factible cultivar nopal tunero en la Cordillera de Tentzo, obteniendo beneficios superiores a los que pueden obtenerse cultivando maíz.
4. Los cultivares COPENA superaron los rendimientos de la selección local Acanelada, los dos años.
5. La selección local Acanelada tuvo menor número de frutos rajados que los cultivares COPENA los dos años.
6. El contenido de sólidos solubles del fruto de los cultivares COPENA fue superado por la selección local Acanelada.
7. El pH del fruto de la selección local Acanelada fue superior al de los cultivares COPENA.

VII. RESUMEN

El nopal es una planta muy abundante en México, se encuentra en la mayoría de las condiciones ecológicas existentes lo cual pone de manifiesto su potencial de adaptación. En la Cordillera del Tentzo, Pue., las características edáficas son adversas para la mayoría de los cultivos, sin embargo el nopal tunero constituye una alternativa para incrementar el ingreso económico de los agricultores de esta región. En este trabajo se evaluaron nueve cultivares mejorados de nopal tunero "COPENA" y la selección local Acanelada, en los aspectos de crecimiento y producción del fruto. Para ellos se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, el tamaño de la parcela fue de tres plantas constituyendo cada una de ellas la unidad de muestreo.

Las variables estudiadas fueron:

Crecimiento, daños por plagas y enfermedades a las plantas, número de frutos, rendimiento de frutos, peso promedio del fruto, número de frutos rajados, número de frutos dañados por plagas, número de frutos caídos, peso del fruto, peso de la pulpa, peso de la cáscara, número de semillas abortivas, peso de las semillas normales, número de se



BIBLIOTECA CENTRAL

de semillas, % de sólidos solubles, pH y acidez titulable del fruto.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- 1.- En crecimiento todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, mostrando un adecuado desarrollo vegetativo.
- 2.- La selección local Acanalada fue la más dañada por plagas en lo que a la planta se refiere.
- 3.- Es factible cultivar nopal tunero en la Cordillera del Tentzo, obteniendo beneficios superiores a los que pueden obtenerse cultivando maíz.
- 4.- Los cultivares COPENA superaron los rendimientos de la selección local Acanalada, los dos años.
- 5.- La selección local Acanalada tuvo menor número de frutos rajados que los cultivares COPENA los dos años.
- 6.- El contenido de sólidos solubles del fruto de los cultivares COPENA fue superado por la selección local Acanalada.

BIBLIOGRAFIA

Anónimo, 1981. Plantas nocivas y como combatirlas. N.A.S.,
1981, Vol. 2. 574 p.

A.O.A.C. 1980, Official Methods of analysis of the associa-
tion of official analytical chemist. 13 th ed --
Washington, D.C. pp. 366-71.

Barrientos, P.F. 1969a. El mejoramiento del nopal (*Opuntia*-
spp) en México. Memorias sobre el simposio inter-
nacional sobre el aumento de la producción de ali-
mentos en zonas áridas. ICASALS.
Publicación No.3. Texas technological College. Lu-
bbock, Texas.

Barrientos, P.F. 1969b. Variedades de nopal (*Opuntia spp*)-
y su utilización en México. Inédito p. 12

Barrientos, P.F. 1972. Rendimiento del nopal (*Opuntia fi-*
cus, *indica*). Var COPENA F-1 a diversas densida -
des. Rama de Genética del Colegio de Postgradua -
dos, Chapingo, México.

- Barrientos, P.F. 1972. Rendimiento del nopal (*Opuntia ficus-indica*) Var. COPENA F-1 a diversas densidades. Rama de Genética del Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Barrientos, P.F. 1981b. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. CODAGEM, SAIMEX. México pp. 1-78.
- Becerra, R.H. A.M. Garfunkel, R.A. González y S.S. Travendán. 1969. Estudio teórico experimental sobre el aprovechamiento del nopal. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. UNAM.
- Blanco. M.G. 1966. El nopal como forraje en zonas áridas.- Aprovechamiento de la tuna. *El campo*. 42 (887):4-16.
- Borja, L.C. 1963. Bosque. Comité Mexicano de zonas áridas. México, D.F.
- Bravo, H.H. 1937. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 1-5.
- Brom, R.F. 1970. El nopal CONAFRUT-SARH.

- Colín, C.B. 1976. Industrialización del nopal y sus productos. Tecnología LANFI.
- Cruz, H.P. 1977. Fritucultura Caducifolia. Campo Agrícola Experimental, Tecamachalco, Puebla. INIA-SARH. México.
- Cruz, H.P. y S.J. García, 1981, Nopal Tunero para el área semidesértica del Valle de Valsequillo, Campo Agrícola Experimental. Tecamachalco, Puebla, INIA-SARH México, 15 p.
- Cruz, H.P. 1982. Guía para cultivar nopal tunero en el estado de Puebla, Campo Agrícola Experimental. Tecamachalco, Puebla. INIA-SARH, México, 26 p.
- Domínguez, C. 1963. Origen e introducao de Palma Forrajera de Nordest, Brasil. Herb. Abstr. 196:1107.
- De Alba, J. 1976. Panorama actual de la Ganadería Mexicana, FIRA, México.
- Escamilla, H. 1977. Proyecto para la Industrialización de la Tuna. Tesis: Facultad de Ciencias Químicas -UNAM.

- Flores, M.G., L.J. Jiménez, S.J. Madrigal., R.F. Moncayo y T.F. Takaki. 1971. Tipos de vegetación de la República Mexicana. SARH. Dirección de Agrología.
- García, V.A. 1973. Manejo de Nopal Forrajero. Rama de Genética. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, México.
- Grajeda, G.J., P.F. Barrientos y A. Muñoz. 1978. Influencia de la poda sobre la producción intensiva de nopal de verdura (*Opuntia spp*) y su relación con la asimilación neta. Tesis de Maestría en Ciencias. Sección de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Lastra, E.J. 1978. Digestibilidad en vivo e in vitro de ensilajes de nopal (*Opuntia ficus indica*). Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura. 31 p.
- Marroquín, S.J., L.G. Borja, C.R. Velázquez y J.A. de la Cruz C. 1964. Estudio Ecológico taxonómico de las Zonas Áridas del Norte de México. Pub. Esp. 1. U.N.I.P. S.A.G., México 166 p.

- Piña, L.I. 1975. Producción de tuna para mesa en el Estado de Oaxaca. Tecnología LANFI. pp. a-15.
- Rzedowsky, J. 1966. La Vegetación de Nueva Galicia. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D.F. - pp. 53-4.
- Sánchez, M.A. 1980. Propuesta del área de Alimentos del -- Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo al Sistema Alimentario Mexicano. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo.
- Terblanche, I.L., A.M. Mulder, y J.W. Rosseum. 1971. The - influence of moisture content on the dry matter intake and digestibility of spineless cactus. Agronomalia 3(2):73-7. South Africa.
- Valdez, G.J. y V.C., Flores, 1967, Aceptación y niveles de consumo de dos especies de nopal, medidas con borregos, Departamento de Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México (Inédito).
- Valadez, V.S., V.A. Valadez y M.S. Chatelain. 1979. Pigmentos de tuna Cardona (Opuntia streptacantha) como posibles colorantes alimenticios. Tesis profesional,-

Universidad La Salle.

Villarreal, A. 1978. El Nopal como Forraje para el Ganado.
I Simposio de Investigación Agrícola en México, E.N.
A. Chapingo, México. pp. 210-20.

Warner, F. 1974. El Proyecto México de la Fundación Alemana para la investigación Científica.

CUADRO A-1. Características climatológicas de la región --
donde se realiza el trabajo.

Característica	Localidad El Aguacate, Pue.
Clima	Templado
Altitud	2000 msnm
Longitud	17949'
Latitud	97948'
Temperatura	
Media anual	17.19C
Del mes más caliente	19.59C
Del mes más frío	14.09C
Precipitación	
Anual	824.2 mm
Del mes más lluvioso	170.8 mm
Del mes menos lluvioso	0.0 mm
Tipo de clima	C(w"1) (w) b (i') g

Fuente: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Enriqueta García. 1973.

CUADRO A-2. Resultados analíticos del suelo del sitio en -
que se realiza el trabajo.

% Arena	51
% Limo	27
% Arcilla	22
Clasificación	
Interpretación	Migajón Arcillo Arenoso
pH	8.3
Clasificación	Moderadamente alcalino
C.E. (1:5) mmhos/cm a 25°C	0.21
% Materia orgánica	0.78
% Nitrógeno	0.05
Fósforo (método de Olsen) ppm	12.5
Potasio m.e./lt.	0.93
Sodio m.e./lt.	0.30
Calcio m.e./lt.	36.25
Magnesio m.e./lt.	2.06

Muestra analizada en el Laboratorio de Fertilidad de suelos
del Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados.

CUADRO A-3. Superficie cultivada, producción y valor de la producción de tuna por estados (datos de 1980*)

Entidad	Superficie cultivada (has)	Producción (ton)	Valor de la producción
Guanajuato	1 333	14 356	57 424
Hidalgo	3 232	15 514	37 234
Jalisco	45	60	360
Oaxaca	367	1 530	7 650
San Luis Potosí	2 078	7 792	21 816
Sinaloa	268	13	52
Zacatecas	3 500	40 000	160 000

* Dirección General de Economía Agrícola SARH.

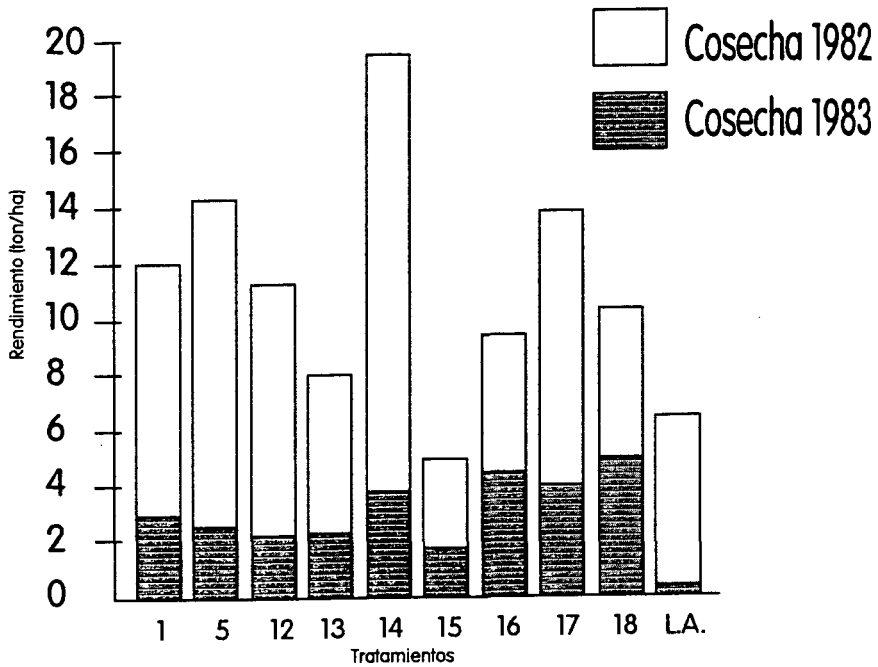


Figura A-1 Rendimiento de los Cultivares COPENA y selección local acanelada (cosechas de 1982 y 1983)

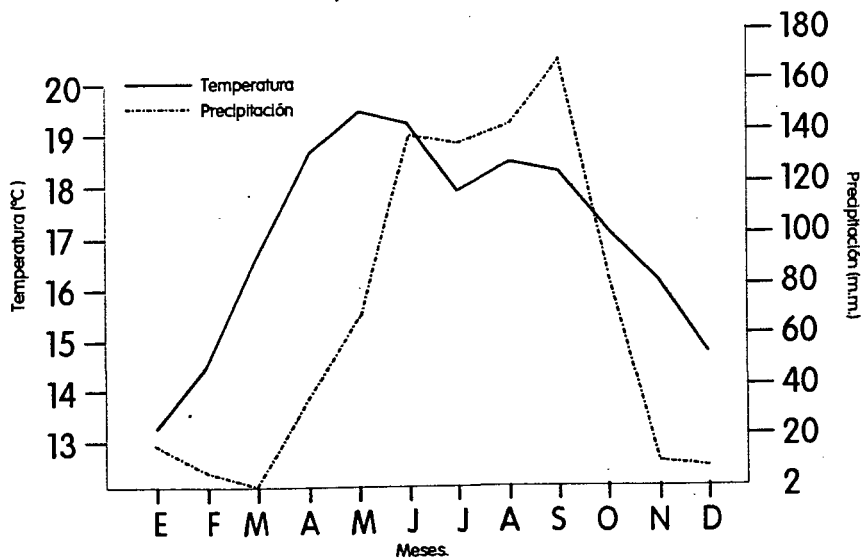
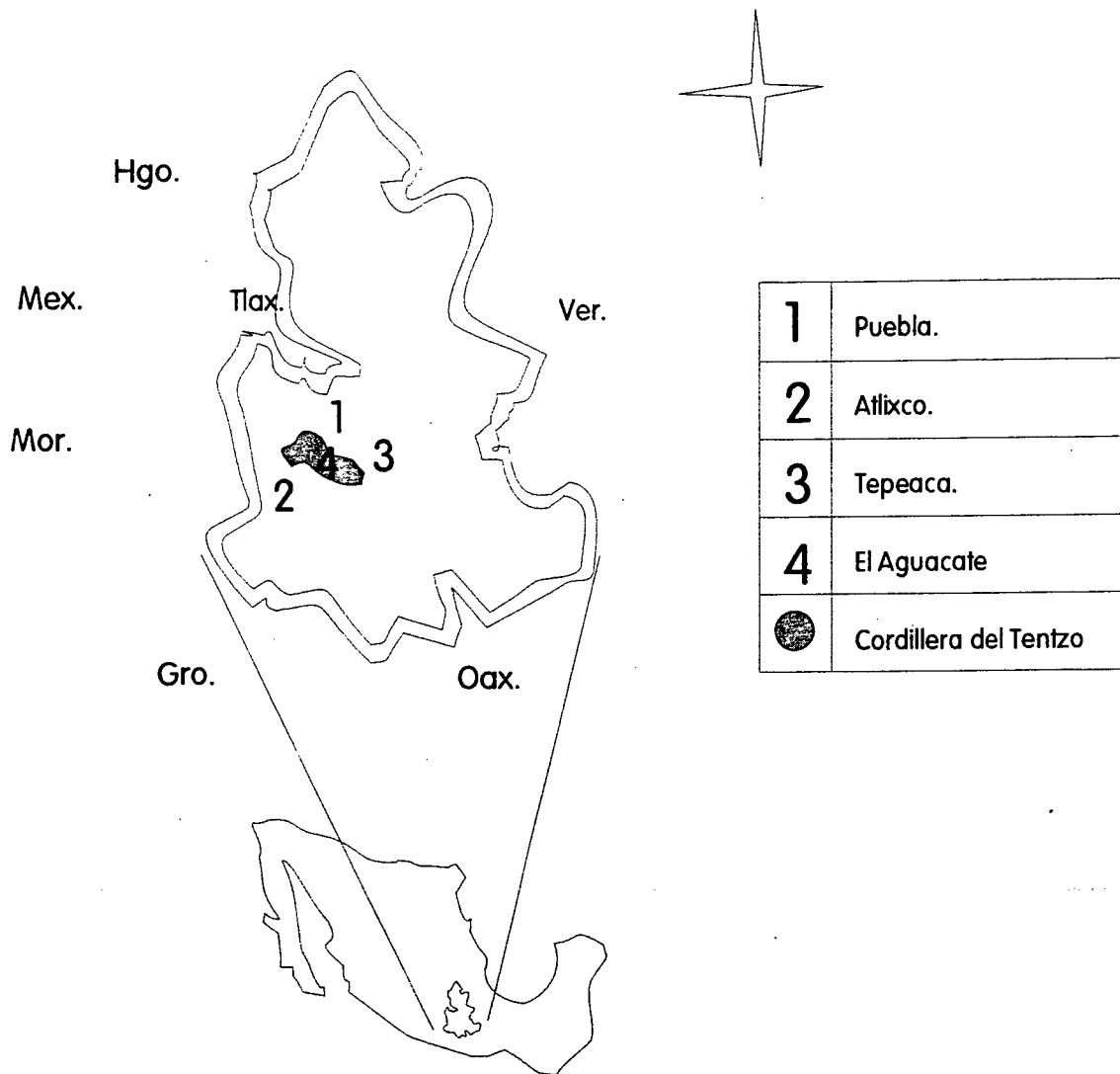


Figura A-2 Distribución de la precipitación y la temperatura media mensual en la Cordillera del Tentzo.



Mapa A-1 Localización de el Estado de Puebla, la cordillera del Tenzo y El Aguacate.