

POTENCIAL DE PRODUCCION EN EL NORTE DE MEXICO DE VARIEDADES DE NOPAL
(Opuntia spp) TOLERANTES AL FRIO.

Fernando Borrego-Escalante 1
Ma. Margarita Murillo-Soto 1
V'ctor Manuel Parga-Torres 2

RESUMEN

Las condiciones agroecológicas de las zonas áridas del norte de México, limitan severamente las prácticas agrícolas con cultivos básicos, por lo que se debe dar especial énfasis en la cosecha racional de especies útiles de las zonas áridas y domesticación y mejoramiento genético de las mismas para su explotación intensiva. Desde 1980 en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista. Saltillo, Coah. se ha implementado una línea de investigación en mejoramiento genético de nopal. que a la fecha ha obtenido 16 genotipos sobresalientes por su potencial de adaptación.

Se han encontrado resultados positivos en éstos 16 genotipos, de acuerdo con el propósito de explotación, 5 para verdura, 4 para fruto, 6 para fruto y verdura y 1 para forraje. El potencial de producción para nopalito varía de 370-180 ton/ha/año y el de fruto, de 12-5 ton/ha/año, resultados que se consideran bajos en comparación con la región central del país, debido a que la precipitación es 2/3 mayor. El análisis bromatológico encontró diferencias entre genotipos en porcentaje de proteína y porcentaje de grasa principalmente. El análisis de correlaciones no encontró diferencias entre genotipos. Se encontró variación en el número cromosómico, de 66-88 cromosomas. Así mismo, se reporta la publicación de 1 libro y de 1 recetario para fomentar el consumo de nopal todo el año.

-
- 1 Maestros Investigadores de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
 - 2 Investigador Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga (CESIA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

I INTRODUCCION

Las zonas áridas y semiáridas del norte de México, abarcan una superficie de 2/5 partes del país, comprendiendo parte de los estados de Coahuila, Durango, Chihuahua, Zacatecas, Nuevo León y Tamaulipas, donde la agricultura de temporal es altamente riesgosa, por las condiciones agroecológicas que condicionan la aridez y la agricultura de riego es muy costosa, por las altas evapotranspiraciones que hacen necesario un mayor costo en mantenimiento y profundización de pozos de extracción de agua con el abatimiento constante de los mantos acuíferos de 1 metro por año.

Una de las alternativas de explotación agroforestal, es la cosecha racional, regenerativa y conservativa de los recursos vegetales propios de las zonas áridas, como la lechuguilla (Agave lecheguilla), de donde se extraen fibras para cordelería, la candelilla (Euphorbia antisiphyllica) de donde se extrae cera, el nopal (Opuntia spp) de donde se obtienen fruto, verdura y forraje, la palma china (Yuca filifera) de donde se aprovecha el fruto para forraje y compuestos medicinales, el mezquite (Prosopis juliflora) de donde se obtiene forraje, madera y detención de desertificación, el guayule (Parthenium argentatum) de donde se extrae hule, el orégano (Lippia berlandieri) de donde se aprovechan sus hojas para condimento y perfumería; y en general, otras especies útiles como maguey (Agave atrovirens), sotol (Dasilirio spp), costilla de vaca (Atriplex spp), calabacilla loca (Cucurbita foetidissima), Cocha (Kochia scoparia), etc., etc.

Sin embargo, para dar satisfacción a las necesidades de la población en aumento, se hace necesario la explotación intensiva, por su introducción, adaptación y domesticación. De estas especies útiles ya descritas y otras especies con alto potencial agroindustrial, como la jojoba (Simonondsia chinensis), papita guera (Solanum cardiophyllum), amaranto (Amaranthus spp), sábila (Aloe vera).

Específicamente en nopal, se ha tratado de impulsar su plantación extensiva en el norte de México, trayendo planta de viveros establecidos en el Centro del País (Aguascalientes, Zacatecas y Guanajuato) y que al sufrir los primeros embates del invierno (heladas tempranas y tardías, muy severas, hasta -16°C), temperaturas extremosas en verano (hasta 44°C) y escasa y errática precipitación pluvial (250-350 mm), se pierden por su falta de adaptación. Dada la importancia económica de esta planta y la necesidad de impulsar su explotación intensiva, la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" desde 1980, ha establecido una línea de investigación en mejoramiento genético de nopal, con el fin de obtener selecciones y variedades de alto potencial de producción, adaptadas genéticamente a las condiciones extremosas del Norte de México.

II HIPOTESIS

1) Es posible que partiendo de una variabilidad genética amplia, se encuentre respuesta adaptativa y de sobrevivencia a las condiciones climatológicas del Norte de México.

2) Es posible que algunas de las especies de nopal de alto potencial de producción, respondan adecuadamente a la explotación intensiva.

III OBJETIVOS

1) Generales

- a) Formación de un Banco de Germoplasma de nopal que permita identificar genotipos y colectas con alto potencial de adaptación y producción.
- b) Identificar la mejor forma de evaluación de los genotipos sobresalientes, bajo condiciones de campo y laboratorio.

2) Específicos

- a) Colecta de germoplasma superior en diferentes estados del País.
- b) Establecimiento y selección inicial del germoplasma por su tolerancia a factores adversos.
- c) Evaluación y multiplicación de los genotipos sobresalientes en diferentes campos experimentales de zonas áridas de la U A A A N y otras instituciones en investigación cooperativa.
- d) Cuantificar los componentes químicos (bromatológicos) de los genotipos sobresalientes y su utilización en la selección de material élite.
- e) Propagación y difusión de material vegetativo de genotipos

sobresalientes, así como información que fomente el consumo y plantación de nopal en el Norte de México.

IV REVISION DE LITERATURA

Los nopales han sido una fuente de ingresos extra para los habitantes de las zonas áridas y semiáridas donde se pueden explotar sus diferentes especies, puesto que los frutos se emplean en forma directa por su consumo en fresco, o bien, para la elaboración de bebidas: Colonche y aguardiente, dulces: Mermelada, queso, miel y melcochas, así como tuna cristalizada y pasas de tuna (Pimienta, 1982, López, 1981). Los brotes tiernos o nopalitas, son usados para consumo humano como verdura, encurtidos o salsas (Burgos, 1983). Sus pencas son utilizadas como recurso forrajero en los agostaderos del Norte del País, donde en épocas de sequía, los pastos y en general las partes utilizadas de la vegetación, prácticamente desaparecen (Flores, 1981). Independientemente de los usos antes mencionados, los nopales tienen un alto potencial para ser industrializados como colorantes, caucho sintético, pigmentos, alcohol, harina proteínica, anticorrosivos y papel (CODAGEM, 1979). Actualmente, también se utiliza como antidiabético y contra la obesidad (Borrego, 1986).

A pesar de que desde épocas precolombinas, los habitantes del altiplano central de México utilizaban el nopal para su alimentación (Bravo, 1978), es hasta 1960 aproximadamente, en que el mejoramiento genético y su estudio agronómico se sistematiza y se implementa con bases científicas.

cas, permitiendo obtener variedades con alto potencial de rendimiento (Barrientos, 1965) para utilizarse como fruto, verdura o forraje. En otras regiones del país, se ha impulsado su plantación extensiva, puesto que es una alternativa viable para los habitantes de las zonas rurales (Barrientos, 1981). En el Norte de México, desde 1980 se han implementado acciones tendientes a obtener variedades mejoradas genéticamente en la U A A A N (Borrego, 1986), con resultados variables dada la gran diversidad genética del nopal, así como el consumo localizado de nopalitas en épocas de cuaresma únicamente.

V MATERIALES Y METODOS

a) Banco de Germoplasma de Nopal (exploración y colección). México es el Centro primario de origen de este género, y las regiones de máxima variabilidad se encuentran en la región centro (San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo y Estado de México). Sin embargo, desde épocas prehispánicas se ha visto sujeto a selección y conservación en huertos, extensivos y familiares, por lo que la colecta de material genético se realiza a nivel de población natural, plantaciones particulares, huertos caseros y por intercambio interinstitucional, ya sea en forma vegetativa o de semilla. El criterio utilizado para realizar las colectas fue el de seleccionar las plantas individuales con mayor apariencia fenotípica (vigor, altura, rendimiento, tamaño y calidad del fruto, de brote, tolerancia a plagas y enfermedades). Se multiplica o germina en invernadero y se establece en Buenavista, Saltillo, Coah.

para la evaluación y discriminación inicial contra factores adversos, como bajas temperaturas, sequía, plagas, enfermedades, etc. Los genotipos se evalúan a alta densidad por varios años, puesto que la frecuencia e intensidad de heladas y precipitación es variable. Los individuos tolerantes y que presentan precocidad, número y tamaño de brotes altos, se propagan para pruebas intermedias en campos experimentales de la U A A A N (Ocampo, Coah. y Noria de Guadalupe, Zac.).

b) Evaluaciones agronómicas de nopal, considerando la escasa y errática precipitación pluvial, se establecieron experimentos en 3 campos experimentales de la U A A A N (Buenavista y Ocampo, Coah. y Noria de Guadalupe, Zac.), considerando los factores de estudio de a) especies (4 niveles: O. ficus-indica, O. megacantha, O. engelmannii y O. rastre-ra, testigo); b) densidad de plantación (3 niveles: 3900, 1900 y 625 plantas/ha, testigo) y c) tipo de plantación (4 niveles: bordos, picos, macrocajetes y cepa individual, testigo). Por otro lado, en Buenavista, se evaluaron a alta densidad 40,000 plantas/ha y por 3 años, los genotipos sobresalientes del Banco de Germoplasma de Nopal, en terrazas a nivel.

c) Estudio Bromatológico y de apoyo en nopal. A los genotipos sobresalientes de las especies O. ficus-indica (penca alargada y penca redonda) O. crassa, O. megacantha y O. amyclaea, se le determinaron 9 características bromatológicas de la penca y se realizaron las correlaciones fenotípicas entre pares de caracteres de interés. Así mismo, se les determinó el número cromosómico y el potencial de reproducción sexual,

mediante emasculaciones e hibridaciones.

d) Transferencia de tecnología. En Buenavista, Coah., se tiene establecido a 40,000 plantas/ha, un vivero fundador de los genotipos sobresalientes, para repartirse a otras instituciones y agricultores solicitantes. Para la difusión de tecnología, se realizó búsqueda exhaustiva de bibliografía y utilización de nopal, en bibliotecas y con investigadores de Centros de Investigación y Universidades del País y del extranjero.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

En mayo de 1980 se inició la exploración y colección de genotipos sobresalientes, que mostraron sobrevivencia a heladas y sequía, ataques de patógeno, vigor, número de frutos, etc. Tratándose de plantaciones agronómicas, se colectaron aquellas que cuentan con antecedentes de buena producción y calidad de fruto (tuna) y brote tierno (nopalito). En el Cuadro No.1 se presenta el origen del material genético inicial en la U A A A N.

Cuadro No.1 Estados del país, sitios y No. de muestras para el Banco de Germoplasma de Nopal.

Estado	Sitios	Muestras
Coahuila	32	152
San Luis Potosí	19	133
Zacatecas	18	115
Durango	7	22
Aguascalientes	1	4
Vivero U A A A N (1979)	1	24
Total	78	450

Dada la importancia que para un programa de mejoramiento genético a largo plazo con posibilidades de éxito y que no agote la variabilidad genética, representa el germoplasma inicial (Barrientos, 1965), se considera que en la U A A A N existe una amplia variabilidad, puesto que se han encontrado variaciones en los resultados de selección, principalmente debido a que se realiza bajo condiciones de campo a alta densidad y por varios años en que las condiciones climatológicas (precipitación, cantidad y distribución; heladas, intensidad, frecuencia y aparición), varían también. En el Cuadro No.2 se presentan 16 genotipos sobresalientes de nopal en la U A A A N y algunas características agronómicas y citológicas que son necesarias a considerar en las selecciones de nopal por su tolerancia al frío y la sequía (Narváez 1984, Flores, 1986).

Estos genotipos sobresalientes, se encuentran establecidos en un lote de policruza en Buenavista, Saltillo, Coah., y constituye la base para el programa de mejoramiento a largo plazo, propagación a agricultores solicitantes y la base para estudios agronómicos futuros. En el aspecto forrajero, se tiene una colección de diferentes especies, principalmente O. rastrera, O. stenopetala, O. engelmannii y O. phaeacantha, hecha por colaboración del Ing. José Angel de la Cruz Campa y COPLAMAR (1985). Sin embargo, la variedad AN-F1 presenta mejores características agronómicas que los materiales antes mencionados, y se va a empezar su propagación intensiva. Del material representado en el Cuadro 2, se puede observar la variación existente en el material genético fundamental. El AN-V5, AN-V3 y AN-TV6 provienen de variedades de alto potencial de exportación de fruto y que en las condiciones del Norte de México esta

CUADRO No.2. DESCRIPCION DE ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE 16 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A A N.
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

No.	GENOTIPO	NOMBRE CIENTIFICO	PROPOSITO	COLOR FRUTO	FORMA PENCA	No. CROMOSOMICO
1	AN-V1	<i>Opuntia ficus-indica</i>	VERDURA	BLANCO	ALARGADA	88
2	AN-V2	<i>Opuntia crassa</i>	VERDURA	AMARILLO	CIRCULAR	77
3	AN-V3	<i>Opuntia crassa</i>	VERDURA	ROJO	OVALADA	77
4	AN-V4	<i>Opuntia crassa</i>	VERDURA	ROJO	CIRCULAR	88
5	AN-V5	<i>Opuntia megacantha</i>	VERDURA	AMARILLO	ALARGADA	88
6	AN-T1	<i>Opuntia megacantha</i>	FRUTO	AMARILLO	ALARGADA	66
7	AN-T2	<i>Opuntia megacantha</i>	FRUTO	BLANCO	OVALADA	88
8	AN-T3	<i>Opuntia megacantha</i>	FRUTO	BLANCO	OVALADA	88
9	AN-T4	<i>Opuntia megacantha</i>	FRUTO	BLANCO	OVALADA	66
10	AN-TV1	<i>Opuntia amyclaea</i>	FRUTO-VERDURA	BLANCO	ALARGADA	88
11	AN-TV2	<i>Opuntia amyclaea</i>	FRUTO-VERDURA	BLANCO	ALARGADA	88
12	AN-TV3	<i>Opuntia amyclaea</i>	FRUTO-VERDURA	BLANCO	ALARGADA	88
13	AN-TV4	<i>Opuntia amyclaea</i>	FRUTO-VERDURA	BLANCO	ALARGADA	88
14	AN-TV5	<i>Opuntia crassa</i>	FRUTO-VERDURA	ROJO	CIRCULAR	88
15	AN-TV6	<i>Opuntia megacantha</i>	FRUTO-VERDURA	ROJO	ELIPTICO	66
16	AN-F1	<i>Opuntia megacantha</i> x <i>O. ficus-indica</i>	FRUTO-VERDURA	----	ALARGADA	88

capacidad no se ha manifestado, puesto que la diferenciación floral no se ha completado, dando gran cantidad de brotes alargados y aplanados, de cutícula más o menos delgada, lo que los hace excelentes para verdu-
ra.

El AN-V1 proviene de una selección contra frío, hecha en una plan-
tación del poniente de Saltillo, y que en 1984 sobrevivió a heladas se-
veras de -14°C y -12°C , presenta gran capacidad de brotación y recupe-
ración, aunque su fruto es de poco tamaño y es susceptible a la grana o
cochinilla.

Por último, el AN-TV1, AN-TV2 y AN-TV3 provienen de la semilla, a
partir de una cosecha masal de los mejores genotipos de 16 variedades
seleccionadas contra el frío en 1962, hechas por el Dr. Lorenzo Martínez
Medina, a -16°C , presentan buena capacidad de recuperación y crecimiento,
aunque su fruto no resiste mucho el empaque y traslado por varios días.

En el Cuadro No.3 se presentan las características bromatológicas
de los genotipos sobresalientes de nopal. Resalta el alto contenido de
humedad de las muestras, todas arriba del 90% y el porcentaje de extracto
libre de nitrógeno, que son los carbohidratos en general, diferentes a
la celulosa y todos arriba del 35%. Sin embargo, hay que hacer mención
de que éste porcentaje es en base seca, puesto que la materia seca en
estos genotipos, varía del 3.69 % al 8.42 % máximo. Una de las caracte-
rísticas más importantes es el contenido proteínico y de fibra cruda,
pues representa la fuente principal de energía, además del E.L.N.

CUADRO No.3. CARACTERISTICAS BROMATOLOGICAS DE 16 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A N. 1990.
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

No.	GENOTIPO	% HUMEDAD PARCIAL	% MAT. SECA PARC.	% COMP. VOLATILES	% MAT. SECA TOT.	% CENIZAS	% PROTEINA	% EXT. ETEREO	% FIBRA CRUDA	% EXT. LIBRE NITR.
1	AN-V1	95.31	4.69	3.32	96.68	27.22	8.13	3.46	4.53	53.34
2	AN-V2	94.20	5.80	3.28	96.72	27.57	10.67	2.64	6.10	49.74
3	AN-V3	91.89	8.11	6.85	93.15	27.64	11.06	3.72	7.25	43.48
4	AN-V4	94.00	6.00	2.23	97.77	28.07	9.97	5.09	8.50	46.14
5	AN-V5	93.62	6.38	4.99	95.01	26.02	15.13	7.80	8.09	37.97
6	AN-T1	90.83	9.17	3.36	96.64	25.50	8.35	10.61	3.06	49.12
7	AN-T2	92.82	7.18	3.30	96.70	30.77	9.75	6.80	6.29	43.09
8	AN-T3	92.00	8.00	3.14	96.86	23.38	7.96	4.94	5.48	55.10
9	AN-T4	92.48	7.52	9.50	90.50	29.14	9.44	2.22	5.30	44.40
10	AN-TV1	93.31	3.69	5.95	94.05	30.65	9.49	3.72	6.34	43.85
11	AN-TV2	93.16	6.84	11.70	88.30	27.37	9.88	7.78	5.62	37.65
12	AN-TV3	93.25	6.75	4.19	95.81	32.21	9.58	4.35	5.92	43.75
13	AN-TV4	93.11	6.89	2.14	97.86	33.63	8.86	4.60	4.86	45.91
14	AN-TV5	91.68	8.32	8.45	91.55	24.86	8.18	5.98	6.29	46.24
15	AN-TV6	93.25	6.75	3.82	96.18	27.38	8.79	5.09	5.01	49.91
16	AN-F1	91.58	8.42	6.64	93.36	24.53	7.17	5.13	9.44	47.09

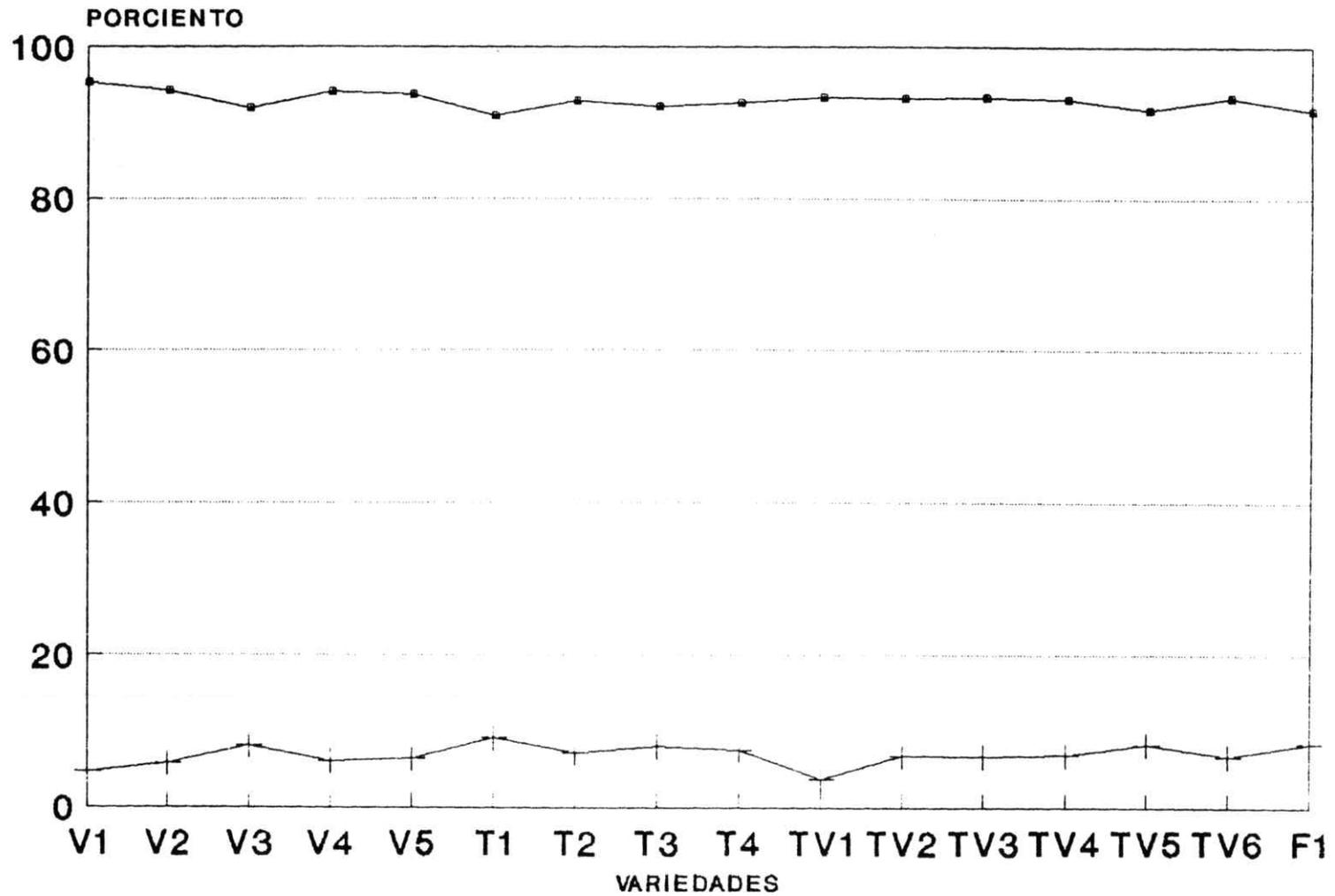
Considerando las 3 características, el AN-V5 presenta buena capacidad alimenticia, tanto para humanos como para rumiantes, pues el genotipo que presenta mayor contenido de proteínas. En general, los resultados aquí encontrados concuerdan con los reportados por Bravo (1978), CONAZA (1981), Borrego (1986), CODAGEM (1981) y Flores et. al. (1988).

En los Cuadros No.4 y No.5, se presentan correlaciones, primero entre las diferentes características bromatológicas de los 16 genotipos y segundo, entre los 16 genotipos, através de las 9 características bromatológicas. En el Cuadro 4, se encontraron correlaciones significativas y negativas entre por ciento E.L.N. y por ciento de compuestos volátiles y significativa y positiva y con el mismo valor que la anterior, entre por ciento de E.L.N. y por ciento de materia seca total. Se encontraron correlaciones altamente significativas y negativas entre por ciento de humedad parcial y por ciento de materia seca parcial, por ciento materia seca total y por ciento de comp. volátiles, y por ciento de E.L.N. y por ciento de proteína. Todas las correlaciones son lógicas y concuerdan con Flores y Borrego (1988) a excepción de la última descrita, puesto que no hay una regla generalizada que diga que a mayor por ciento de E.L.N., menor por ciento de proteína. Por lo que respecta al Cuadro 5, se encuentra que todos los genotipos evaluados en sus 9 características bromatológicas, presentan una variación regular y uniforme, que todos cambian más o menos en la misma proporción, al cambiar de característica bromatológica de comparación. Todos los valores son altamente significativos, pues el valor de comparación al .01 de probabilidad y con 7 grados de libertad, es de 0.7977. Lo anterior, es posible observarlo más claramente en las Figuras 2, 3 y 4.

CUADRO No.4. CORRELACIONES ENTRE CARACTERISTICAS BROMATOLOGICAS DE 16 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A A N. 1990.
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

	% HUMEDAD PARCIAL	% MAT. SECA PARCIAL	% COMP. VOLATILES	% MAT. SECA TOTAL	% CENIZAS	% PROTEINA	% EXT. ETEREO	% FIBRA CRUDA	% EXTR. LIBRE NITR.
% HUMEDAD PARCIAL	1.0000	-0.8501 **	-0.2840	0.2838	0.3528	0.3043	-0.4190	-0.0341	0.0187
% MATERIA SECA PARC.		1.0000	0.1881	-0.1881	-0.4207	-0.2406	0.4349	-0.0459	0.0505
% COMP. VOLATILES			1.0000	-0.9999 **	-0.1887	0.0338	0.0134	0.1256	-0.5349 *
% MAT. SECA TOTAL				1.0000	0.1887	-0.0338	-0.0134	-0.1256	0.5349 *
% CENIZAS					1.0000	0.1126	-0.3055	-0.1646	-0.3348
% PROTEINA						1.0000	0.1177	0.3257	-0.6326 **
% EXT. ETEREO							1.0000	-0.1619	-0.2709
% FIBRA CRUDA								1.0000	-0.3620
% EXTRACTO LIBRE NITR.									1.0000

FIG. 2 CONTENIDO DE HUMEDAD Y MATERIA SECA PARCIAL EN 16 VARIEDADES DE NOPAL DE LA U. A. A."A. N." 1990.



BUENAVISTA SALTILLO, COAH. MEXICO.

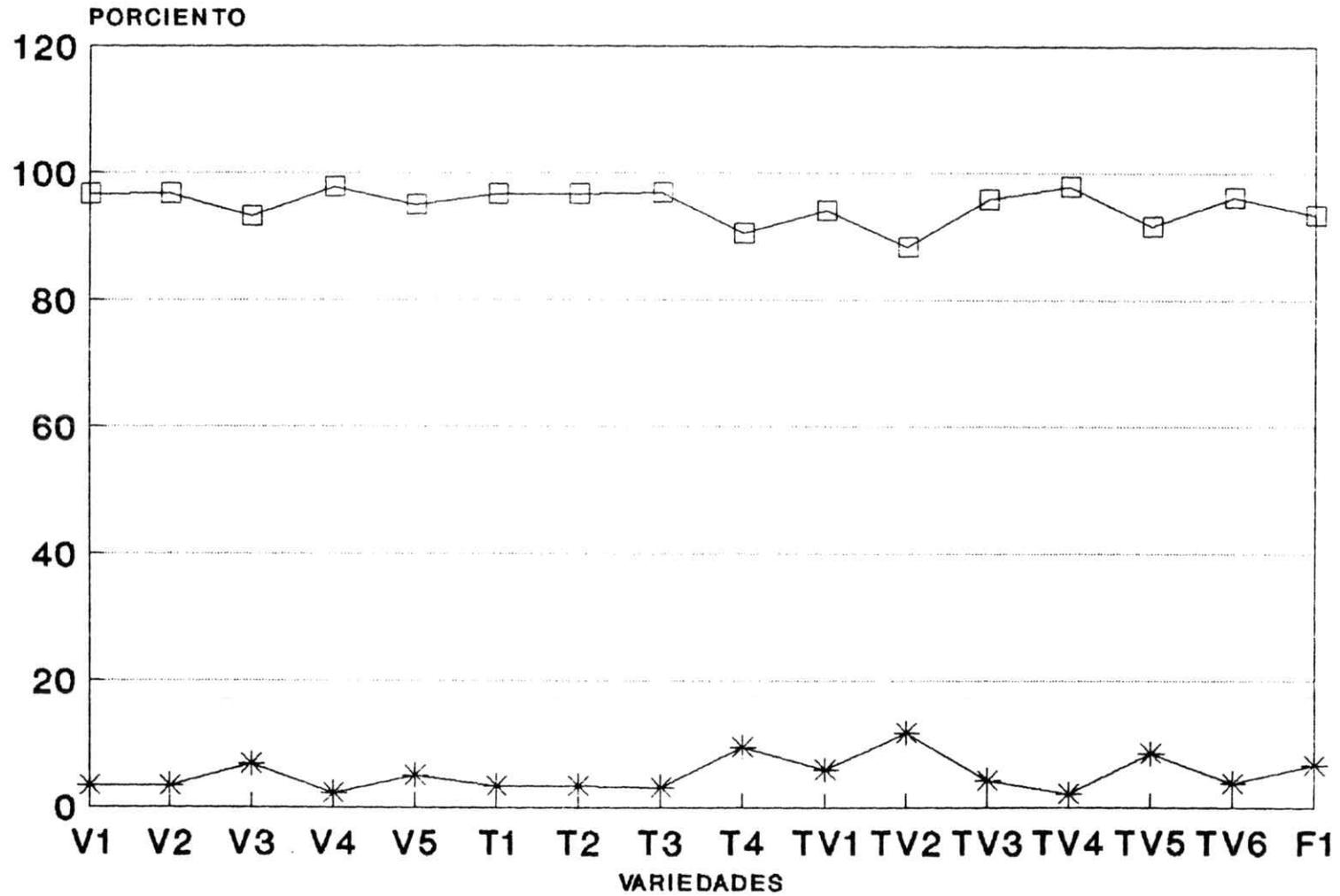
CUADRO No.5. CORRELACIONES ENTRE 16 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A N, CONSIDERANDO 9 CARACTERISTICAS BROMATOLOGICAS. 1990 (**)

BUENAVENTURA, SALTILLO, COAH.

AN-V1	AN-V2	AN-V3	AN-V4	AN-V5	AN-T1	AN-T2	AN-T3	AN-T4	AN-TV1	AN-TV2	AN-TV3	AN-TV4	AN-TV5	AN-TV6	AN-F1
1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99
0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99

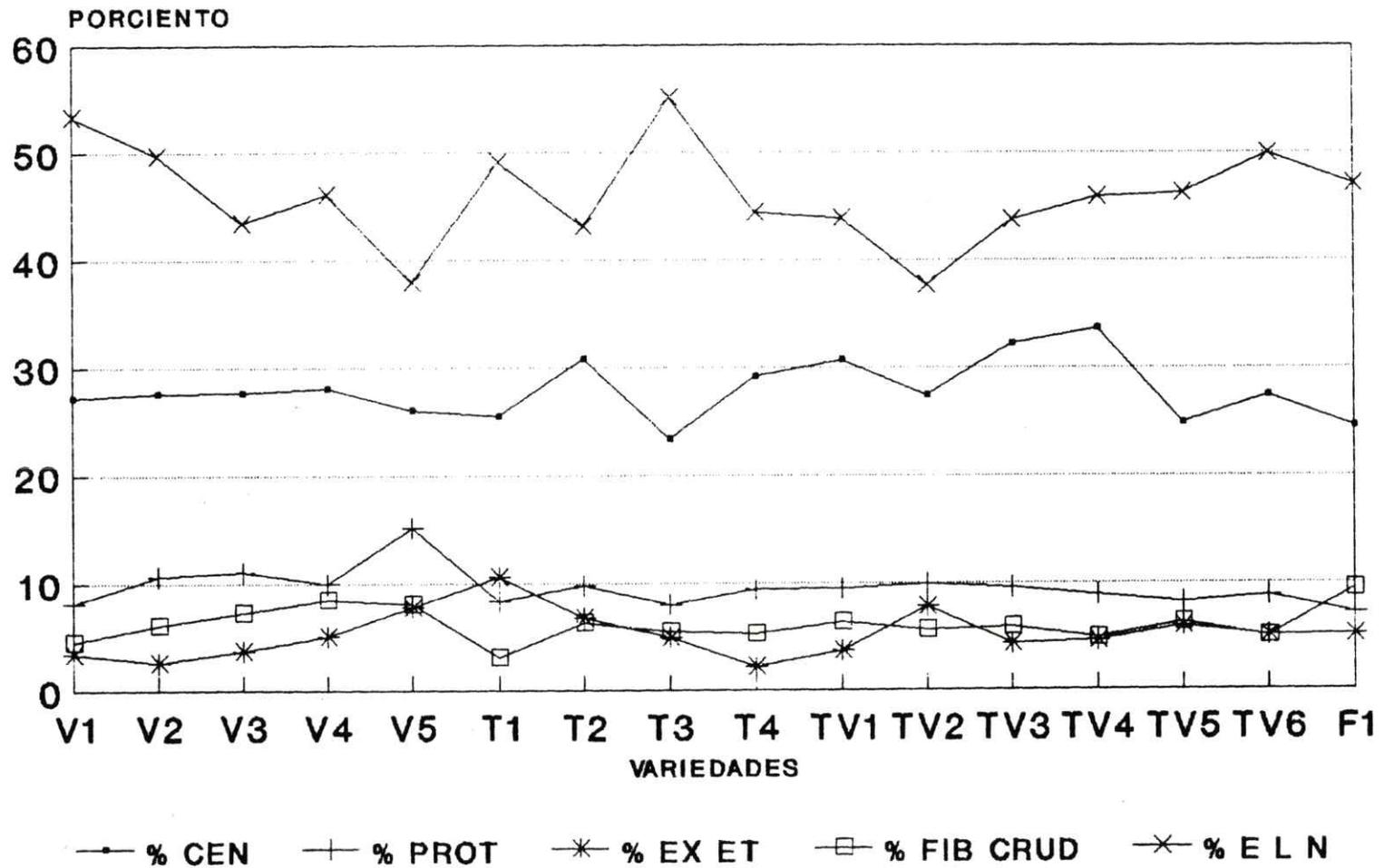
* TODOS LOS VALORES SON **: EL VALOR DE COMPARACION AL .01 DE PROBABILIDAD ES DE 0.7977 CON 7 GRADOS DE LIBERTAD

FIG. 3 CONTENIDO DE COMPUESTOS VOLATILES
Y MATERIA SECA TOTAL EN 16 VARIETADES DE
NOPAL DE LA U. A. A."A. N." 1990.



BUENAVISTA SALTILLO, COAH. MEXICO.

FIG. 4 CONTENIDO DE CENIZAS, PROTEINA, EXTRACTO ETEREO, FIBRA CRUDA Y EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO EN NOPAL. 1990.



BUENAVISTA SALTILLO COAH. MEXICO

Sin embargo, es necesario considerar que además de la capacidad de sobrevivencia y recuperación a factores adversos y las características bromatológicas descritas, es de fundamental importancia el potencial de producción de nopalitos, frutos y biomasa en general. A este respecto, en los Cuadros No.6 y 7, se presentan resultados parciales a algunos genotipos, puesto que la germinación, crecimiento, diferenciación y fructificación está por completarse y este año empezaron a producir fruta. Al hacer la conversión en su producción de materia seca/ha en ton/ha/año, se observa (Cuadro No.6) que el AN-V1 presenta mayor potencial de producción, con 10.13 ton. Este mayor potencial de producción se mantiene en las características de porcentaje proteína, % extracto etéreo, % fibra cruda y porcentaje de extracto libre de nitrógeno (E.L.N.). Además, hay que considerar que en una hectárea de terreno, se pueden producir 800,000 nopalitos con 250 toneladas de peso al año, bajo las condiciones de evaluación en Buenavista, Saltillo, Coah. Al considerar una localidad con mucha menor precipitación como Noria de Guadalupe, Zac., se tiene una disminución drástica de la producción, como se encontró en el AN-TV1. García (1972) reporta que la producción que puede lograrse con riego, estiércol y fertilizante químico, puede ser de 5-8 ton/ha, cada semana durante todo el año. Sánchez, citado por CODAGEM (1981), reporta que en el Distrito Federal en México, en la Delegación de Milpa Alta en 1980, reportó una producción de 15,000 toneladas semanales de nopal como verdura.

Por lo que respecta a la producción de fruto, en el Cuadro 7 se observa que el AN-TV1 tiene el mayor potencial de producción con 11.859 ton/ha y el de menor porcentaje fue el AN-V1 con 5.300 ton/ha. Estos

CUADRO No.6. POTENCIAL DE PRODUCCION DE BIOMASA EN VERDE Y BASE SECA DE 5 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A A N.
BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. 1990. EVALUADOS A UNA DENSIDAD DE 40,000 PLANTAS/HECTAREA.

GENOTIPO	No. PENCAS PLANTA	PESO PENCAS PLANTA/AÑO (kg)	MATERIA SECA PLANTA/AÑO (kg)	PESO PENCA HA/AÑO (ton)	MATERIA SECA HA/AÑO (ton)	PROTEINA HA/AÑO (ton)	EXTRACTO ETEREO HA/AÑO (ton)	FIBRA CRUDA HA/AÑO (ton)	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO Ha/AÑO (ton)
AN-TV1	27	4.85	0.178	194.0	7.158	0.679	0.266	0.453	3.139
AN-TV6	15	3.16	0.213	126.4	8.532	0.749	0.434	0.427	4.258
AN-V1	22	5.40	0.253	216.0	10.130	0.823	0.350	0.462	5.403
AN-V4	20	2.17	0.130	86.9	5.215	0.519	0.265	0.443	2.406
AN-V6	28	2.61	-----	104.5	-----	-----	-----	-----	-----
AN-TV1 (Noria de Gpe., Zac.)	9	1.27	0.047	-----	1.882	0.179	0.070	0.119	0.825

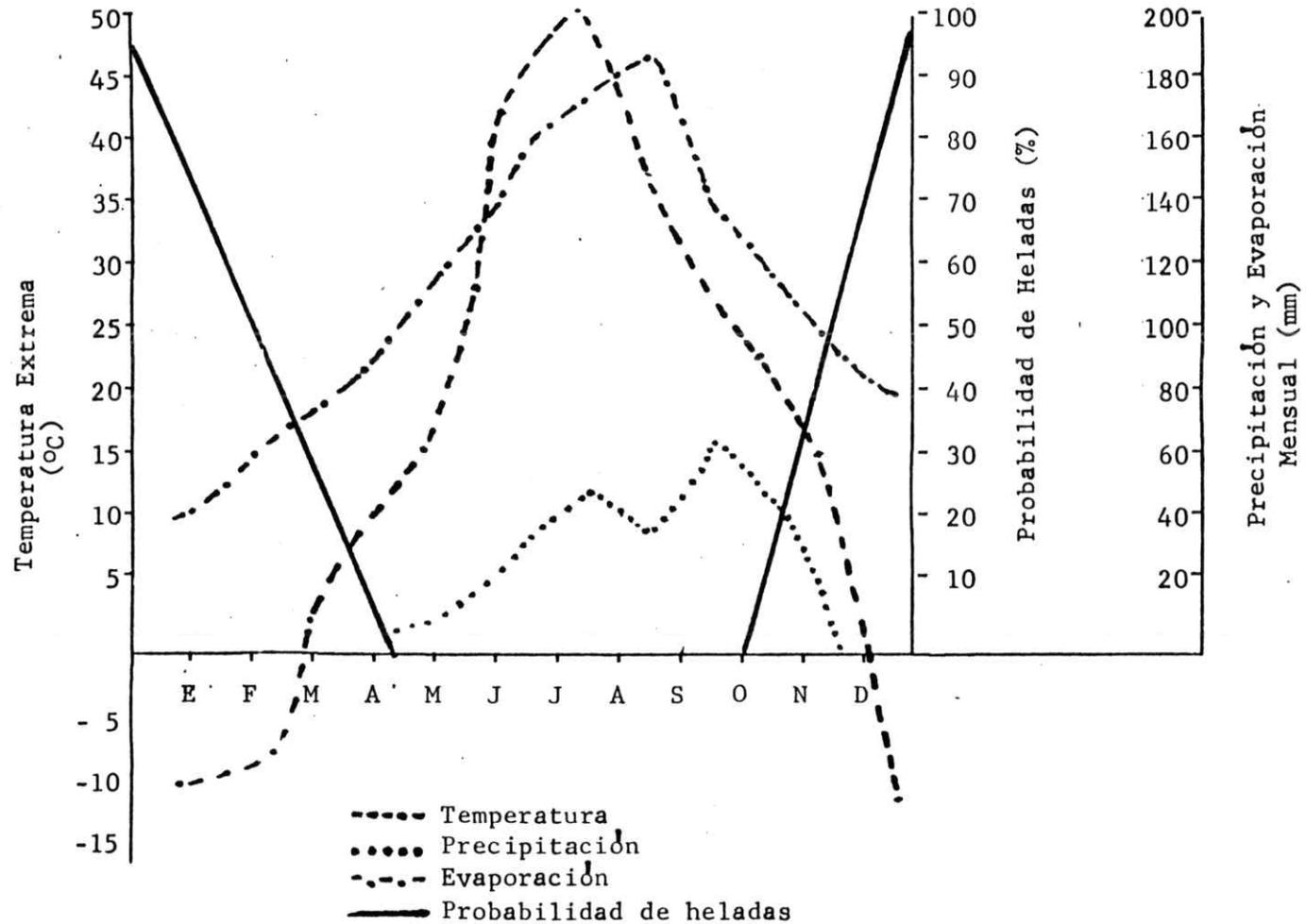
CUADRO No.7. POTENCIAL DE PRODUCCION DE FRUTA Y VERDURA DE 5 GENOTIPOS DE NOPAL DE LA U A A N, BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. 1990.
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

GENOTIPO	FRUTA (ton/ha) 625 PTAS/ha	VERDURA (ton/ha) 40,000 PLANTAS/ha (PLANTAS DE 5 AÑOS)
AN-TV1	11.859	200
AN-TV6	9.250	180
AN-V1	5.300	370
AN-V4	7.670	300
AN-V6	8.350	250

resultados son bajos, puesto que la precipitación (cantidad y distribución) son inferiores en 2/3 partes a la región central del País; además, hay que considerar que la temporada de crecimiento por las condiciones climatológicas del Norte de México se acorta (Figura 1), retrasándose la brotación, crecimiento, maduración y acumulación de glúcidos en el fruto. Así mismo, hay que considerar el daño que sufren los bordes de las pencas en heladas severas y el quemado completo de los brotes tiernos de nopalito y tuna, al sobrevivir heladas tardías. Todo lo anterior, reduce el potencial de producción, puesto que en Tecamachalco, Puebla, Barrientos (1981) reporta rendimientos de 22 a 30 ton/ha, en las variedades obtenidas por hibridación en el Colegio de Postgraduados de Chapingo, denominadas COPENA T-1, T-2 y T-3.

Por lo que respecta a la difusión de tecnología por parte de la U A A A N, a la fecha se ha repartido material vegetativo a organismos de Gobierno (La Forestal, F.C.L. y Fideicomiso Candelillero (FIDEHCAN) para establecer 3 y 5 viveros de nopal, respectivamente, de 40,000 plantas c/u y de donde se repartirá a los campesinos de las regiones ixtlera y candelillera, para establecerse en huertos caseros y familiares. Así mismo, se editó una antología de nopal, en donde se vierte toda la información recopilada de nopal, en 15 capítulos y 202 páginas. Además se determinó recopilar y organizar un recetario con 100 recetas de cocina, para fomentar el consumo de nopal todo el año.

FIGURA No.1. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS GENERALES DE LAS ZONAS ARIDAS DEL NORTE DE MEXICO; DATOS DE CAMPOS EXPERIMENTALES DE LA U A A A N DE OCAMPO Y BUENAVISTA, COAH., Y NORIA DE GUADALUPE, ZAC.



VII LITERATURA CITADA

1. Barrientos P.F. 1965. Mejoramiento de diferentes especies del género Opuntia. Memorias del Primer Congreso Nacional de Fitogenética Sociedad Mexicana de Fitogenética. pp 93-99.
2. 1981. El Nopal. Su mejoramiento y utilización en México. Boletín Técnico No.270. CODAGEM. Toluca Edo. de México.
3. Borrego E. F. 1986. Editado por la Dirección de Comunicaciones y Desarrollo, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México. 202 p.
4. 1986. Estudios sobre germinación y análisis bromatológicos en nopal. Memorias del XI Congreso Nacional de Fitogenética. Guadalajara, Jalisco.
5. Bravo H.H. 1973. Las cactáceas de México. Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México UNAM. 755 p.
6. Burgos V.N. 1983. El Nopal. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México.
7. CODAGEM. 1979. Cultivo, explotación y aprovechamiento del Nopal. Folleto Informativo No.158. Toluca, Edo. de México.
8. 1981. Perspectivas de la utilización del nopal y de la tuna. Folleto Informativo No.282. Toluca, Edo. de México.
9. CONAZA. 1981. El Nopal. Publicación Especial No.34. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Chapingo, Edo. de México.
10. De la Cruz C. J. A. 1985. Asesoría Técnica COPLAMAR. Saltillo, Coah., México.
11. Flores R. S., F. Borrego E., V. M. Parga T. y A. Flores H. 1988. Correlaciones fenotípicas en nopal. Revista Fitotecnia de la SOMEFI. Sometida para su publicación.
12. Flores H.A. 1981. Industrialización integral del fruto de Opuntia streptacantha y Opuntia robusta en dos periodos de maduración. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México.
13. 1986. Selección de genotipos de nopal por su tolerancia al frío. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coah., México.

14. García V.A. 1972. Cultivo nopal de verdura. Dirección General de Extensión Agrícola. Chapingo, Edo. de México.
15. López G., J.J., J. Gastó C. y R. Nava C. 1981. Análisis cuantitativo de la arquitectura de Opuntia streptacantha en poblaciones naturales. Monografía Técnica Científica Vol.7 No.3. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
16. Martínez M.L. 1968. Estudios de nopal rastrero forrajero y del nopal frutal Opuntia spp en: Simposio Internacional sobre el aumento a la producción de alimentos en zonas áridas. Resúmenes. ITESM. Monterrey, México.
17. Narvaez A.G. 1984. Selección de genotipos de nopal tolerantes a bajas temperaturas. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
18. Pimienta B.E. 1974. Estudio de las causas que producen engrosamiento de cladodios en nopal Opuntia spp en la zona de Chapingo, Edo. de México.