

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

F273

PROGRAMA DE GRADUADOS.

FECHA DE ADQUISICION	
NUM. DE INVENTARIO	00495-7
PROCEBERCIA	UAAAN
NUM. DE CLASIFICACION	S 623
PRECIO	.634
DIST:	1984

C.2

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES FAMILIAS
DE SUELOS REPRESENTATIVAS DE LAS PRINCIPALES
ZONAS AGRICOLAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA".

POR

ARTURO GALLEGOS DEL TEJO.

T E S I S

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

PRESENTADA COMO PREQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD SUELOS E IRRIGACION.



T00495
CID UAAAN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO., ABRIL DE 1984

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

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías y a los Ingenieros M.C. Rómmel de Garza Garza y L. Miguel Lasso Mendoza, por sus consejos, apoyo y disponibilidad que tuvieron en la realización y mejor presentación de esta investigación.

Al Ing. Luis Alberto Martínez . Delegado Regional de la Subdirección de Agrología en Chihuahua, Chih., por la inapreciable ayuda prestada para facilitar la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

Ala Srta. Margarita Castillo Glz. Por su espontanea y valiosa colaboración en la realización de los análisis de laboratorio.

Ala Srta. María Lilia García Dávila, excelente amiga, por su desinteresada ayuda en la realización del trabajo mecanográfico.

Al Dr. Jesús Torralba Elguezabal, por el último y definitivo estímulo.

Ala Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por todas las facilidades prestadas para mi formación y realización de esta investigación.

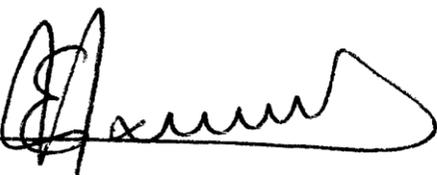
TESIS ELABORADA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H.
JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN SUELOS
E IRRIGACION.

COMITE PARTICULAR.



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

ASESOR PRINCIPAL:



DR. EDUARDO A. NARRO FARIAS

ASESOR:



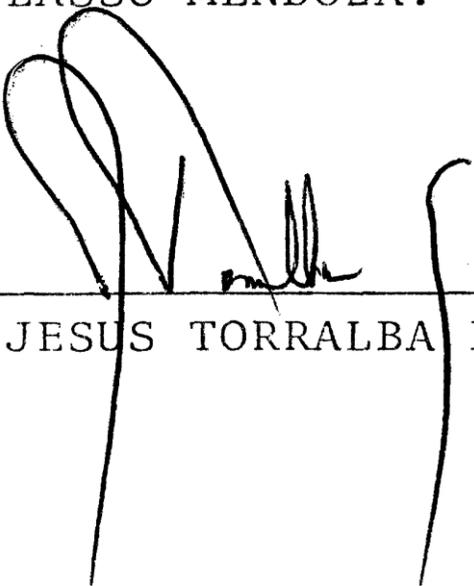
ING. M.C. ROMMEL DE LA GARZA GARZA.

ASESOR:



ING. M.C. LUIS MIGUEL LASSO MENDOZA.

SUBDIRECTOR ASUNTOS DE POSTGRADO:



DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO., ABRIL DE 1984.

DEDICATORIA .

mis padres: ALEJANDRINO GALLEGOS CAMPOS y SOCORRO DEL TEJO DE GALLEGOS, Cuyo constante ejemplo de trabajo, honradez y firmeza moral forzaron mi caracter y quienes a base de esfuerzo, dedicación y apoyo durante toda mi vida han logrado hacer de mi un hombre de provecho.

mis hermanos: IRENE

LOURDES

ALEJANDRINA

RICARDO.

A quienes guardo un profundo cariño.

mi esposa: ARACELI VASQUEZ, quien constantemente me motiva a seguir superandome.

mis hijos: YELMA MARGARITA

ARTURO

ALEJANDRO HOMERO.

A quienes deseo tengan en su vida las oportunidades que a mi se me han brindado.

C O N T E N I D O:

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS.	iiii
I. INTRODUCCION	1
II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	4
2.1. Localización.	4
2.2. Geología	4
2.3. Orografía	7
2.4. Hidrología	8
2.5. Clima	12
2.6. Cultivos	15
III. REVISION DE LITERATURA	16
IV. MATERIALES Y METODOS.	34
4.1. Descripción de Perfiles en el Campo.	34
4.2. Análisis de Laboratorio	35
4.3. Información Adicional	36
4.4. Clasificación de Suelos	37
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	39
5.1. Series de Suelos Seleccionados en cada Distrito de Riego.	39
5.2. Información climatológica de cada Distrito de Riego	39
5.3. Características de las series de Suelos seleccionados en cada zona Agrícola.	41

	Pág.
5.3.1. Distrito de Riego No. 05 Delicias.	42
1.a. Serie Bachimba	42
1.b. Serie Delicias	46
1.c. Serie González	48
5.3.2. Distrito de Riego No 9 Valle de Juárez	51
2.a. Serie Juárez	51
2.b. Serie Caseta	54
2.c. Serie Porvenir	57
5.3.3. Distrito de Riego No. 83 Río Papigochic.	59
3.a. Serie Vega.	61
3.b. Serie Caravantes	63
5.3.4. Distrito de Riego No. 42 San Buenaventura.	65
4.a. Serie Buenaventura.	67
4.b. Serie San José.	69
5.3.5. Distrito de Riego No.90, Bajo Río Conchos.	71
5.a. Serie Conchos.	73
5.4. Clasificación de los Suelos	74
VI. CONCLUSIONES	77
VII. RESUMEN	82
VIII. BIBLIOGRAFIA	84
IX. APENDICE.	92

INDICE DE CUADROS.

CUADRO No.		Pág.
1	Superficie ocupada por las Series de Suelos Seleccionados en cada Distrito de Riego.	40
2	Clasificación de los Suelos estudiados en cada Distrito de Riego.	75
3	Datos Climatológicos del Distrito de Riego 05, Delicias, Lat. N 28°11', Long. W 105° 30', Altitud 1165 msnm	93
4	Datos Climatológicos del Distrito de Riego 09, Ciudad Juárez, Chih, Latitud N. 31°44', Longitud W 106° 29', Altitud 1135 msnm.	95
5	Datos Climatológicos del Distrito de Riego 83, Papigochic, Chih. Latitud 28°30', Longitud W 108°31', Altitud 2020 msnm.	97
6	Datos Climatológicos del Distrito de Riego 42, San Buenaventura y Casas Grandes, Latitud N. 29° 51', Longitud W 107°29', Altitud 1574 msnm.	99
7	Datos Climatológicos del Distrito de Riego 90, Bajo Río Conchos, Chih., Latitud N.29° 34'. Longitud W 104°24', Altitud 788 msnm	101
8	Propiedades Físicas de los perfiles modales de cada serie seleccionada en el presente estudio	103
9.	Propiedades químicas de los perfiles modales de cada serie seleccionada en el presente estudio.	106

INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Localización de los Distritos de Riego del Estado de Chihuahua.	5
Distrito de Riego 05, Ciudad Delicias, Chih.	43
Distrito de Riego 09, Ciudad Juárez, Chih.	52
Distrito de Riego 83, Río Papigochic, Chih.	60
Distrito de Riego 42, Buenaventura, Chih.	66
Distrito de Riego 90, Bajo Río Conchos, Chih.	72
Climograma de Gausen para el Distrito de Riego 05, Ciudad Delicias, Chih.	94
Climograma de Gausen para el Distrito de Riego 09, ciudad Juárez, Chih.	96
Climograma de Gausen para el Distrito de riego 83, Río Papigochic, Chih.	98
Climograma de Gausen para el Distrito de Riego 42, Buenaventura, Chih.	100
Climograma de Gausen para el Distrito de Riego 90, Bajo Río Conchos, Chih.	102

I. INTRODUCCION.

La República Mexicana, con una extensión de 195.8 millones de hectáreas tiene aproximadamente un 86 % de su territorio que podría considerarse como montañoso, lo cual, aunado a su situación geográfica ocasiona que en México se cuente virtualmente con todos los tipos de climas del mundo y por ende, el mosaico de suelos que presenta el país es de lo mas variado.

Las particularidades climáticas de nuestro territorio y la riqueza natural de sus suelos fueron factores fundamentales en el establecimiento de comunidades en la época precolonial.

Así, a la llegada de los Españoles, las zonas pobladas más importantes estaban localizadas en la región montañosa de Chiapas y la Península de Yucatán (Zona Maya), en la parte Central de México, el Imperio Azteca ocupaba desde el Norte de Oaxaca hasta el Estado de Hidalgo y por último, la zona Tarasca que ocupaba lo que hoy se conoce como El Bajío, principalmente los Estados de Jalisco y Michoacán. Todas estas concentraciones humanas se dedicaban principalmente a la agricultura y desarrollaron civilizaciones con clases sociales altamente diferenciadas.

En las grandes llanuras semidesérticas del Norte de México por el contrario, las razas indígenas (Chichimecas) eran nómadas que se dedicaban a la caza y no formaban núcleos de población importantes. Estas regiones empezaron a poblarse hasta el siglo XVII y parte del XVIII, principalmente en torno a yaci

entras minerales y no adquirió importancia hasta mediados de este siglo (a partir de 1940) con los progresos asociados a la apertura de grandes extensiones de tierra a la irrigación.

Así, mientras que en 1960, el Norte de México contenía 35.3 % de la superficie total laborable del país, en 1970 presentaba ya el 38.3 %, sobrepasando el 40 % en 1980.

El incremento en la superficie bajo riego ha sido aun más impresionante pues de menos de 400,000 hectáreas que existían en la década de 1950, actualmente se cuenta con más de 750,000 has. lo que constituye casi el 75% de la superficie irrigada del país.

El área de influencia mediata e inmediata de la UAAAN comprende principalmente el Norte Centro denominado también tiplano Norte, que incluye los Estados de Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y parte de Nuevo León y San Luis Potosí, cuyo límite natural tiene al Oeste la Sierra Madre Occidental, al Este la Sierra Madre Oriental, al SurEste la Red Encajonada formada por los Ríos Verde y Santa María (afluentes del Río Pánuco) y al NorOeste los bloques fallados del Río Santiago Lerma.

Las zonas agrícolas más importantes de esta extensa región se encuentran enclavadas en el Estado de Chihuahua (con excepción de la Comarca Lagunera), el cual debido a su gran diversidad cuenta con una gran diversidad climática, edáfica y fitogeotacional por lo que el potencial productivo es muy variable.

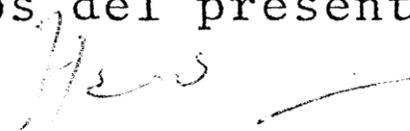
Esta variabilidad en la producción se observa incluso en zonas que por tener suelos con características muy similares sería de esperarse mayor homogeneidad en su comportamiento. Entre las posibles causas de esta variabilidad podría citarse:

- a). Una inadecuada selección de variedades o fechas de siembra.
- b). Mala rotación de cultivos.
- c). Deficientes métodos de labranza,
- d). Impedimentos físicos en el subsuelo.
- e). Condiciones químicas del Solum adversas al crecimiento de las plantas.
- f). Fertilización deficiente o inadecuada.
- g). Inadecuado control de plagas, enfermedades o malas hierbas.

La evaluación de cada uno de estos factores así como el estudio integral del suelo tanto en sus características morfológicas como en sus propiedades físicas, químicas y mineralógicas de las familias de suelos más representativas de las principales zonas agrícolas del Estado permitirá establecer con exactitud las causas de esta variabilidad en el comportamiento de los suelos y de esta manera se lograra mejorar la productividad de las zonas problemáticas mediante:

- a). La identificación de las causas ^{causas} y el diseño de los métodos adecuados para su control.
- b). Extrapolación de experiencias de otras áreas con las mismas características edáficas y climáticas.

Estos son en forma concreta los objetivos del presente trabajo.



II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

2.1. LOCALIZACION.

Todas las familias de suelos considerados en el presente trabajo forman parte de Distritos de Riego enclavados dentro del Estado de Chihuahua, Localizados en el Altiplano Septentrional, al cual se considera como una continuación de las grandes planicies del Oeste de los Estados Unidos. Al Norte. El Estado se encuentra limitado al Norte por el Río Bravo, frontera con Estados Unidos, al Sur colinda con el Estado de Durango, al Este con el Estado de Coahuila y al Oeste con los Estados de Sonora y Sinaloa.

(FIGURA No. 1).

2.2. GEOLOGIA.

Los primeros indicios del Altiplano Norte se presentaron en forma de Islas durante el período cámbrico de la Era Paleozoica, durante los períodos Siluricos y Devónico se presentó una continua emersión y a fines del segundo período apareció el antiguo Macizo Continental, el cual tras otro ciclo de lenta inmersión ocasionó que todos el altiplano fuera cubierto por las aguas, finalmente al término de esta Era, el altiplano permanecio largos períodos sobre las aguas sufriendo una erosión continua por lo que perdio los sedimentos que recibio en sus cortas inmersiones y los materiales antiguos que aun conservaba.

En el período Jurásico de la Era Mesozoica, el área continental se redujo, conectándose el Golfo con el Pací

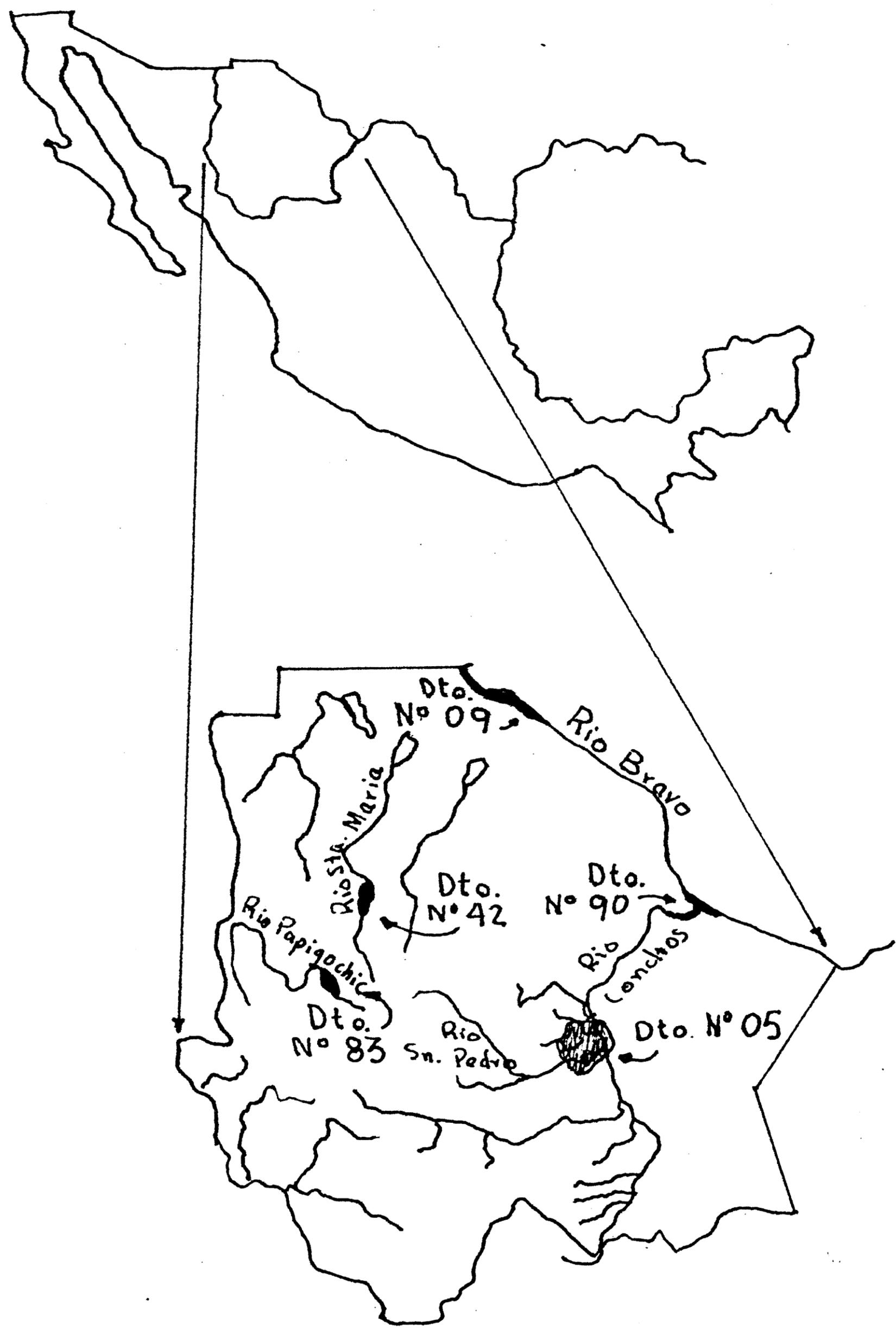


FIGURA 1. LOCALIZACION DE LOS DISTRITOS DE RIEGO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

fico dejando un corredor llamado Canal del Balsas que se extendió hacia el Norte separando el Altiplano Norte de la vertiente del Pacífico. Durante el período Cretácico se presentó una emersión de plegamientos que se manifiestan en la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental.

Durante el período terciario de la Era Cenozoica se presentó una intensa actividad orogénica que al fracturar la corteza dejó paso a los magmas interiores que salieron al exterior modificando la superficie terrestre y definiendo el relieve actual, por efecto de estos procesos quedó formada entre otras la Sierra Madre Occidental.

Durante el período cuaternario de la misma Era, se presentó una intensa actividad volcánica que ocasionó la acumulación de grandes cantidades de rocas extrusivas que elevaron el relieve y permitieron la formación de montañas y serranías, así como la posterior erosión que al degradar la montaña relleno algunas depresiones.

Con excepción de la Sierra Madre Occidental y algunas sierras de menor magnitud tales como la Sierra del Nido, y la Sierra de las Tunas, en los que predominan las rocas Igneas y materiales derivados del interperismo de estas, el resto del Estado esta formado por rocas sedimentarias principalmente de tipo Calcáreo (Calizas). En las zonas donde predominan rocas Igneas los principales tipos son andesitas, riolitas y basaltos.

2.3. OROGRAFIA.

El estado podría dividirse en tres porciones aproximadamente del mismo tamaño, cuyos límites corresponden a las principales vías de comunicación existentes.

La parte correspondiente a la Sierra Madre Occidental o Sierra Tarahumara localizada al Oeste del Estado sería limitada por la carretera Parral-Casas Grandes. En esta vasta región se encuentran las sierras mas altas con altitudes hasta de 32000 msnm en Madera, Babicora y Gómez Farías y es también donde nacen los ríos que abastecen a las regiones agrícolas mas importantes tanto de Chihuahua como de los Estados de Sonora y Sinaloa.

Entre la carretera Parral-Casas Grandes y la carretera Jiménez-Ciudad Juárez se localizan las grandes llanuras de Chihuahua, las cuales son divididas por serranías con dirección general Norte - Sur tales como la Sierra del Nido y Sierra de las Tunas ya mencionadas así - como la Sierra de Bachiniva, Sierra de Miñaca, Sierra de Santa Rosalía y otras.

Es en esta región donde se encuentran enclavadas las principales zonas agrícolas del Estado tales como el Distrito de Riego de Delicias, el Distrito de Riego de Guerrero, el Distrito de Riego de Casas Grandes y otras unidades de riego de menor importancia, las zonas agrícolas de temporal localizadas en esta región son también muy

importantes, ya que por ejemplo la Baja Babicora es la principal productora de avena a nivel nacional. Finalmente al Este de la Carretera Jiménez-Ciudad Juárez hasta alcanzar los límites del Estado se extiende el desierto, donde existen tan solo dos zonas agrícolas de importancia que son El Valle de Juárez, y el Valle de Ojinaga irrigados con aguas provenientes en su mayoría del Río Bravo.

2.4. HIDROLOGIA.

En el Estado predominan las corrientes de tipo -arreicas y endorreicas, las primeras de poca importancia se encuentran localizadas en el Noreste (porción más -árida) del Estado.

Entre las segundas se pueden citar los sistemas Río Casas Grandes - Laguna de Guzmán, Río El Carmen - Laguna de Patos y Río de Santa María - Laguna Santa María.

Entre las cuencas mas -importantes del estado merecen citarse las siguientes:

- a). Cuenca de la Laguna de Guzmán - El Río Casas Grandes que la drena, se forma en la vertiente oriental de la sierra Tarahumara, nace con el nombre de Río San Miguel y se dirige hacia el Norte, recibiendo las más importantes afluentes por la izquierda, después de la afluencia del Río Piedras Negras, pasa por Ca

sas Grandes donde cambia de nombre para adoptar el de esta población, recibe el río Janos, el San Pedro, y por último el Arroyo del Salto del Ojo. Desagua en la Laguna de Guzmán, vaso lacustre en avanzado proceso de desecación natural, por lo que esta rodeado de un anillo de depósitos salinos. La Cuenca tiene una extensión de $16,600 \text{ Km}^2$ y el escurrimiento general se estima en 294 millones de m^3 . Aguas arriba de Nuevo Casas Grandes, la corriente es desviada totalmente en las secas lagunas de Dublan y de Fierro, por lo que el cauce en esa época no lleva caudal importante, excepto pequeños afloramientos de aguas freáticas que son bombeadas al pasar por la Colonia Dublan.

En el año de 1967 se finalizó la construcción de la Presa Laguna Colorada que almacena alrededor de 12 millones de m^3 y permite regar en toda la zona de Casas Grandes una superficie superior a las 10 000 has.

Cuenca de la Laguna de Santa María, entre la Sierra de Choreachic y San José, se generará la corriente inter montaña que lleva este último nombre y que se dirige al Norte recibiendo numerosos afluentes de poca importancia, a partir de su paso por Namiquipa recibe el nombre de Río Santa María, labra un Cañón en la Sierra del Tecolote siguiendo una dirección Norte y forma en su curso inferior abundantes meandros, bifurcaciones e incluso infiltraciones que disminuyen

su cauce, para finalmente desaguar en la Laguna de Santa María a una altitud de 1172 msnm.

Este vaso muestra una decrepitud avanzada, la cuenca de captación es de 10680 Km^2 y genera 175 millones de m^3 anuales. Debido a los aprovechamientos de los poblados de sus riberas, los volúmenes que recibe la Laguna son cada vez más reducidos. En el año de 1950 fue terminada la construcción de la presa del Tintero sobre el cauce de este río con una capacidad de almacenamiento de 8.1 millones de m^3 lo que permite regar una superficie aproximada de 7 000 has.

Además de estas cuencas es importante citar los ríos y arroyos en cuyos cauces han sido construidos obras de almacenamiento y derivación con fines de riego, lo cual ha propiciado en gran medida el gran desarrollo económico que se ha presentado en esta región en forma ininterrumpida durante las últimas décadas, entre estas obras deben citarse:

a). La Presa de la Boquilla, terminada en 1916 sobre el cauce del Río Conchos con una capacidad de almacenamiento de 2823 millones de m^3 , la cual junto con la Presa Francisco I. Madero (Las Virgenes) finalizada en 1949 sobre el Río San Pedro, afluente del Río Conchos (el cual a su vez es afluente del Río Bravo) con una capacidad de 425 millones de m^3 irrigan una

superficie aproximada de 70 000 has. la cual sera incrementada en otras 70 000 has. al concluirse las obras de ampliación (revestimiento de canales y aumento en la altura de la Presa Las Virgenes) que actualmente se encuentran en etapa avanzada de construcción.

- b). Presa Las Lajas. Terminada en 1964 sobre el Río del Carmen, tiene una capacidad de almacenamiento de 90 millones de m^3 , lo que permite irrigar una superficie aproximada de 6 500 has. en el Valle de Flores Magón.
- c). Presa Abraham González. Finalizada en 1961, retiene las aguas del Río Papigochic y tiene una capacidad de 70 millones de m^3 que permiten irrigar más de 4 000 has. en la región de Guerrero, Chihuahua
- d). Presa Luis L. León (El Granero). Se terminó en 1968 sobre el cauce del Río Conchos, tiene una capacidad de 850 millones de m^3 e irriga una superficie aproximada de 7 000 has. en las Valles cercanos a Ojinaga.
- Es necesario mencionar que además de estas áreas irrigadas existen otras zonas agrícolas de importancia en el Estado como:
- a). El Valle de Juárez con una superficie de 17 000 has. aproximadamente que son irrigadas por aguas derivadas del Río Bravo.

b). El Valle de Jiménez con una superficie de más de 5 000 has. irrigadas en parte mediante bombeo de las aguas freáticas provenientes del Río Florido y del agua almacenada por la Presa Talamantes agua arriba del mismo río.

Otras regiones que obtienen el agua necesaria mediante el bombeo de pozos profundos y que están adquiriendo cada vez más importancia son:

Villa Ahumada, Janos. El Sauz y Villa Aldama.

2.5. CLIMA.

En términos generales se puede decir que en el Estado predominan los climas áridos y semiáridos, de acuerdo a la clasificación de Köppen las claves para los climas más importantes de la región serían:

- a). BW- Clima seco con vegetación de desierto y lluvias en verano, seco en invierno la variante caliente de este clima (T_m 18°C a más) cubre la parte oriental del Estado (de Ojinaga a Jiménez). La variante fría de este clima (T_m menor de 18°C) se localiza en la porción Noroeste del Estado que colinda con los Estados Unidos (Janos, Casas Grandes).
- b). BWX'. Corresponde a las condiciones más intensas de aridez con ausencia casi total de vegetación, se encuentra representado por el Desierto de Samalayuca.

- c). BS. Caracterizado por una precipitación menor a 500 mm anuales, se encuentra localizado en la parte Central del Estado, principalmente Chihuahua, Delicias, Camargo.
- d). CW. La temperatura media del mes mas cálido excede los 18 °C y la del mes más frío es superior a los 0°C. Su precipitación es mayor de 580 mm anuales y se presenta en verano, se localiza en los Valles - intermontañosos de la Sierra Madre Occidental tales como el de Papigochic Namiquipa y Balleza.

Debido a la gran diversidad climática existente en el Estado, los suelos comprendidos en los diferentes Distritos de Riego considerados en el presente estudio presentan características muy contrastantes, así, en el Distrito de Riego de Guerrero, Chihuahua predominan los suelos aluviales de textura arenosa con buen contenido de materia orgánica, en el valle de Juárez predominan los suelos de migajón con bajo contenido de M.O. y alta conductividad eléctrica, mientras que en Buenaventura y Casas Grandes se encuentran suelos profundos bien desarrollados de textura franca y buen contenido de M.O., los suelos del Valle de Ojinaga son de características parecidas a los encontrados en el Valle de Juárez, si bien el proceso de ensalitramiento es menos intenso que en el Valle de Juárez. Los suelos localizados en el Distrito de Riego de Delicias, presentan gran variabilidad en -

2.6. CULTIVOS.

En el distrito No. 05 de Delicias es donde existe mayor diversidad de cultivos siendo las mas importantes las gramineas (trigo, maíz, sorgo), las leguminosas (soya, cacahuate, alfalfa y frijol) en menor extensión hortalizas como cebolla, tomate, repollo etc., los frutales tales como nogal, vid y durazno son también de importancia económica.

En el Distrito de Riego de Guerrero la mayor superficie (mas de 95 %) esta ocupada por huertas de manzano, aunque algunos agricultores acostumbran sembrar en las cañales gramineas tales como trigo y avena. En las zonas agrícolas de Casas Grandes y Buenaventura existen también importantes extensiones ocupadas por huertos de frutales principalmente durazno y en menor extensión ciruela y cerezo, sin embargo la mayor superficie es utilizada en la producción de gramineas como maíz, sorgo y en menor extensión trigo y avena.

Los Distritos de Riego del Valle de Juárez y Valle de Ojinaga producen principalmente algodón y en menor extensión maíz y trigo existiendo algunos huertos de nogales importantes desde el punto de vista económico.

II. REVISION DE LITERATURA.

Los primeros estudios de suelos realizados en México fueron motivados por la necesidad de planificar racionalmente la explotación de las tierras abiertas al cultivo por la construcción de las grandes obras de riego a principios del presente siglo.

La realización de estos estudios estuvo a cargo de la extinta Comisión Nacional de Irrigación, la que influenciada por los grandes avances que a partir de 1860 había tenido la Ciencia del Suelo en Europa y Estados Unidos, invitó a especialistas Americanos para que entrenaran a técnicos mexicanos para la ejecución de levantamientos agrológicos en las zonas en que se planeaba construir obras de riego.

La metodología usada para la elaboración de estos estudios esta basada hasta la fecha en el sistema desarrollado por el "U.S. BUREAU of RECLAMATION". El cual fue elaborado para orientar la planificación de la construcción y desarrollo de proyectos de riego (Fireman 1979). El criterio de clasificación esta basado en cuatro factores para cada situación particular: Pronóstico, correlación económica, arabilidad e irrigabilidad y varían con las condiciones físicas prevalecientes dentro del área del proyecto. De esta manera, las clases de tierra expresan el rango local de tierras para fines de riego, y no ⁴ pueda implícita una comparación con suelos de otros proyectos, por lo que no es posible extrapolar --

experiencias de una región a otra basandose en este sistema de clasificación.

Aun cuando teoricamente para la realización de este tipo de estudios se deben de considerar datos tales como: - Características físicas y químicas del suelo, clima, prácticas de manejo, condiciones de drenaje, salinidad, alcalinidad, requerimiento de riego, nivelación de la tierra y otras modificaciones del perfil, costo de producción de los cultivos, calidad del agua, riesgos de inundación, erosión del suelo, rendimiento de los cultivos y costo de estos en el mercado, etc. Ante la importancia práctica para la cuantificación de todos estos parámetros por el alto costo y tiempo invertido en ello, generalmente los criterios utilizados para hacer la subdivisión de clases o series de suelos son: Profundidad del Solum, topografía, pedregosidad y la determinación de algunas características físicas y químicas del suelo tales como: Textura, pH, conductividad eléctrica del extracto de saturación, materia orgánica y densidad aparente. Además, las muestras se hacen con barrena a diferentes estratos, comúnmente 0-30, 30-60 y 60-90 abriéndose una mínima cantidad de pozos agrológicos para el estudio detallado del perfil.

Esto realmente no es criticable pues se ha comprobado que con el conocimiento de características tales como: Textura, estructura, contenido de materia orgánica, pH y capacidad de intercambio catiónico, es posible predecir con cierta precisión el comportamiento de los suelos bajo diferentes sistemas

de manejo. De hecho los primeros intentos por clasificar los suelos utilizaban tan solo la textura y el color del suelo - como características diferenciales, tal es el caso de las clasificaciones de suelos realizadas por los Aztecas, Pyrepechas y los Mayas, esta última aun en uso incluso por los mismos técnicos de la SARH que trabajan en la Península de Yucatán.

Sin embargo para la predicción exacta de la factibilidad económica de un proyecto de riego es necesario un estudio completo no solo de las características edáficas sino - también de los posibles cultivos a explotar y la fluctuación de los precios de éstos en el mercado.

Debido al gran número de sistemas de evaluación de suelos desarrollados en diferentes países así como el grado de conocimientos obtenidos de la realización del estudio, es necesario tener una clara visión de lo que se pretende obtener para la selección del método más adecuado.

✓ Kingebiel (1966) menciona que el levantamiento de suelos debe considerarse como una inversión que se amortice y reporte beneficios al cabo de un año de uso, por lo que la calidad de un mapa debe establecerse por su habilidad en brindar información a todos los posibles usuarios que trabajan en o con el suelo tales como agrónomos, ingenieros civiles, y forestales, administradores, economistas, etc., Por ejemplo, el costo de pavimentación de una carretera puede variar hasta

en un 50 % de acuerdo a las características del horizonte B y el costo de movimiento de tierras para la construcción de una carretera puede variar hasta en un 700% y comunmente de 200 - 300 % de acuerdo al tipo de paisaje, Debido a que la unidad de mapeo más común en todos los sistemas de estudios de suelos es el Polipedón (Buol Et al 1973). Ningún mapa de suelos predice con completa exactitud las condiciones del suelo en un sitio dado, para muchos propósitos, sin embargo las predicciones pueden ser lo suficientemente precisas como pa-
ra ahorrar el costo de análisis, Para otros propositos el -
examen, muestreo y análisis del sitio sera necesario, pero al menos el mapa de suelo identifica áreas que justifican el costo de exámenes adicionales.

Para asegurar la utilidad de un mapa de suelos se debe seleccionar un número suficiente de puntos de muestreo en el área de estudio. Las condiciones del suelo en estos puntos son entonces predecidas por medio del mapa de suelos, la le-
yenda del mismo y la memoria acompañante (el informe del es-
tudio). Las condiciones del suelo son evaluadas por examen de campo. La fracción de las predicciones que prueben ser correctas dentro de límites aceptables serían una medida de utili-
dad del mapa.

En la práctica, el mapa de suelo y la leyenda son usadas para predecir la clase de perfil en un sitio dado, las condiciones del suelo que pueden esperarse para esa clase, son predecidas en base a experiencias propias (de cada usuario).

La eficacia de estas dos predicciones depende de varios factores, principalmente:

- a). Nivel de clasificación del perfil. La memoria contiene información pedológica y agronómica acerca del suelo es estudiado categorizado en clases de perfil. Entre más -- exactamente se defina cada clase de perfil más información podrá ser recordada acerca del mismo. (Jeyasselan Matthews 1956). Por lo que el propósito del levantamiento de suelos debe determinar el nivel (fase, tipo, series, familias, etc.) al cual las clases de perfiles serán de finidos (Coulter 1964).
- b). La lista de clases de perfiles. El especialista en suelos divide la secuencia natural de los suelos (Catena o Continuum) en una lista de clases de perfil al nivel - decidido. Esta lista es el índice para información detallada sobre los atributos del suelo y también provee un vocabulario para describir los suelos en cada unidad de mapeo. La lista debe estar completa de tal manera que no exista suelo que no pueda ser colocado en alguna de las clases de perfiles definidos.
- c). Clases de Unidades de Mapeo. Las unidades de mapeo son colecciones de áreas. Bajo condiciones ideales una unidad de mapeo delinea áreas ocupadas por una clase de - perfil solamente, por lo que la información recopilada de un perfil es aplicable igualmente a toda la unidad -

de mapeo correspondiente. Sin embargo, las restricciones de la escala del mapa, la complejidad del suelo y del paisaje y el costo generalmente hacen imposible definir las unidades de mapeo con tanta precisión por lo que lo más común es definir unidades de mapeo compuestas tales como asociaciones de suelos, sistemas de tierras, etc., cada uno conteniendo dos o más clases de perfiles. La diferencia entre las asociaciones de suelos y los sistemas de tierras estriba en que los primeros son definidos para proveer información solo acerca de los suelos, mientras los últimos proveen información acerca de la vegetación, relieve e hidrología.

- d). Elección de las unidades de mapeo. La habilidad para dividir la secuencia de suelos presente en un paisaje dado, en unidades de mapeo, varía de un especialista a otro. Mucha de la información sobre las características del suelo esta cateogrizada por clases de perfiles aun cuando el mapa de suelos sea de unidades compuestas, si esto ocurre, no sera posible predecir las condiciones del suelo en un sitio dado sin predecir primero la clase de perfil existente en ese punto,

Procedimiento de muestreo. Las predicciones de las clases de perfil en los diferentes sitios seran incorrectas si las observaciones originales de las clases de perfil en las unidades de mapeo fueron erroneas o insuficientes,

Estos serían errores de ejecución en un levantamiento, la predicción de las condiciones de un suelo puede no ser mejor que el procedimiento de muestreo utilizado. En el estado de Chihuahua los únicos estudios realizados hasta la fecha en las diferentes zonas agrícolas consideradas en el presente estudio tenían como objetivo primordial el caracterizar los suelos en base a su factibilidad agrícola, estableciendo para ello ocho categorías o clases de perfil definidos en base a características que limitaban su uso. Las características diferenciales usadas en este sistema (Estudios Agrológicos) como ya se mencionó anteriormente solo permitían su uso para fines locales no quedando implícito su uso para comparación con suelos de otros proyectos. Además muchas propiedades -- tales como: pendiente, pedregosidad, profundidad, etc. fueron modificados al explotarse intensivamente por lo que la validez de los estudios (que generalmente se realizó antes de la apertura de las tierras de riego) es dudosa en el presente.

La Dirección de Geografía (antes DETENAL), que es la encargada de realizar los estudios de suelos a nivel Nacional utiliza el sistema de clasificación de Suelos desarrollado por la FAO para la elaboración del mapa de suelos mundial - con algunas modificaciones para facilitar su uso a nivel Nacional, sin embargo, el grado de precisión alcanzado con este sistema de clasificación es muy bajo por lo que las predicciones realizadas a partir del mapa de suelo y la leyenda ten

dran muy poca utilidad a nivel parcelario. Entre las deficiencias más importantes de este sistema de clasificación - destacan:

- a). Originalmente la FAO diseño este sistema para usarlo a escala de 1:5 000,000 es decir, el proposito original era la regionalización climática de los suelos o características de los sistemas terrestres a gran escala, el hecho de que la Dirección de Geografía lo esté utilizando para elaborar mapas escala 1:50000 conduce a grandes errores de apreciación, por lo que la precisión de dichos estudios es muy baja.
- b). Existe mucho traslape entre las unidades de suelos ya que las características marcadas para cada uno de ellas no las hace mutuamente excluyentes lo que ocasiona que un mismo tipo de suelos facilmente pueda ser considerado como perteneciente a diferentes unidades o subunidades por diferentes especialistas, esto es mas notorio entre las unidades de regosoles, cambisoles, yermosoles, -- xerosoles e incluso castañozems, los cuales tanto a nivel de unidades como subunidades podrían ser confundidos facilmente.
- c). La escala a la cual estan elaborados los mapas de DIGT ENAL no permite su uso a nivel parcelario ya que en cada unidad de mapeo pueden presentarse tipos de suelo con características muy diferentes los cuales por las limi-

taciones de la escala no pueden ser representados individualmente (independientemente de la escala, suelos que ocupan un área menor de 1 cm^2 en el mapa, no son representados (Soil Survey Staff 1951). Actualmente, solo la parte Sur del Estado ha sido cartografiada por DIGTENAL sin embargo, por las razones mencionadas anteriormente, la utilización de los datos recopilados en estos mapas sería muy limitada.

ABZ 25/11

Los campos agrícolas establecidos en Cd. Delicias, Cuauhtemoc, Casas Grandes y Valle de Juárez realizan normalmente muestreo y análisis de los suelos en que establecen sus parcelas experimentales, sin embargo, debido a que para la selección de las parcelas experimentales no se utiliza ningún criterio científico (solo lo que faciliten los agricultores cõpperantes que tengan sus parcelas a los lados de caminos o carreteras de importancia o que sean de fácil -- acceso durante todo el año), la información obtenida del análisis de suelo tendría muy poca relevancia, además las muestras en estos suelos se hacen en espesores de 0-30 cm y -- 30-60 cm y los análisis más comunes son densidad aparente, -- materia orgánica, textura, pH, conductividad eléctrica y % de nitrógeno, fosforo y potasio los cuales aparte de los errores comunes en su determinación, especialmente los tres últimos, son de poca importancia en la caracterización del perfil, por lo que no es posible la extrapolación de experiencias en base solo a esta información.

El mapeo de suelos resultante del levantamiento edáfico, debe mostrar la distribución de los tipos de suelos u otras unidades cartográficas en relación a las características prominentes físicas y culturales de la superficie terrestre (USDA 1965) Simonson(1971) manifiesta que la función de los mapas es mostrar la distribución de las clases de suelos con suficiente precisión como para hacer posible que los conocimientos obtenidos en una localidad acerca de la utilidad y comportamiento de una clase de suelos pueda ser extrapolada a otros cuerpos del mismo suelo ubicados en cualquier otra región o sistema terrestre.

A la fecha, ninguno de los estudios de suelos realizados en el Estado cumple ni siguiera en forma mínima con este proposito. Sin embargo, si fuera posible recopilar toda la información disponible, se podrían realizar deducciones o inferencias acerca del estado actual de los suelos sobre todo en el caso de la información obtenida de los Estudios Agrológicos, pues con esta sería posible la clasificación de los suelos hasta niveles aceptables (Grandes Grupos o Sub-grupos de la 7a. aproximación).

Si el objetivo es solo tener un archivo de suelos en base a su comportamiento para fines agrícolas, no es necesario invertir grandes cantidades en el estudio ya que existen sistemas técnicos (difieren de los sistemas taxonómicos o naturales en que estan diseñados para cumplir propósitos específicos, cuya utilización es sumamente económica. Así, Philipson

✓ y Drosdoff (1972) mencionan que para caracterizar adecuadamente los suelos de las zonas tropicales pueden utilizarse propiedades tales como retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, pH y estructura principalmente, de todas ellas la que resulta mas onerosa determinar la es la CIC ya que implica la utilización de aparatos complicados tales como el Digestor Kjeldahl, bomba de succión aparte de los diferentes reactivos (Agronomy 9, 1965). Sin embargo, en suelos normales sin predominancia de tipos específicos de arcillas (montmorillonita, Kaolinita, etc) se puede calcular en forma muy aproximada esta propiedad mediante la fórmula $CIC = \% \text{ materia orgánica } (2) + \% \text{ de Arcilla } (0.5)$, (Millar Et al. 1975)

Arkley (1971). Indica que los parámetros más adecuados para la caracterización adecuada de los suelos son: pH, color, textura, moteamiento, diferenciación del perfil y espesor del solum.

✓ Generalmente las fronteras entre los diferentes tipos de suelos corresponden a posiciones fisiográficas, tales como pie de monte, terrazas aluviales, abanicos aluviales, que ocasionan variaciones en contenidos de humedad durante largos períodos de tiempo lo que se manifiesta en el grado de eluvación o de acumulación de carbonatos de calcio (en zonas áridas) resultando fronteras entre Haplargids típicos y Paleargids Petrocálcicos (Gile, 1975) ✓

Las fronteras entre los suelos pueden ser ocasionadas también por variaciones recientes en el contenido de humedad. Los escurrimientos en Abanicos Aluviales y Pie de Montes al llegar a los valles o partes bajas del paisaje favorecen el desarrollo vegetativo las que incluso pueden inducir a errores en la fotointerpretación como manifiesta Martínez (1963) quien reporta que en el estudio agrológico del Valle del Carmen, Chihuahua, se observaban en las fotografías manchas negras sobre fondo gris claro con textura fotográfica aborregada que erróneamente se interpretó como dunas y que resultaron ser pequeños bajíos sobre terrenos calizos donde se acumula humedad permitiendo un mayor crecimiento vegetativo que en este caso fue de mezquite (*Prosopis juliflora*) mezclado con gobernadora (*Larrea tridentata*).

Estas características de los suelos localizados en zonas áridas fue reconocida por Gilde et al, (1965), quien afirma que las diferencias entre los suelos de estas zonas pueden deberse a factores tales como: edad, material parental, grado de disección del paisaje, humedad del suelo y actividad biótica.

✓ Western (1972), contrariamente a lo expresado por Gile afirma que en zonas áridas el mínimo desarrollo alcanzado por el perfil (debido a condiciones ambientales imperantes) tiene poca influencia en la evaluación de la utilidad del suelo ya que la más ligera variación en la actividad deposicional durante la acumulación de suelos generalmente ha

causado cambios muy significativos en el perfil. Muchos suelos de zonas áridas son de naturaleza sedimentaria o deposicional y han sido o están siendo formados por uno o más de los siguientes procesos:

1. Deposición de ríos perennes provenientes de zonas más húmedas.
2. Deposición de arroyos intermitente.
3. Depósitos lacustres resultantes del desecamiento de lagos o de sistemas de drenaje arreicos.
4. Acumulación de materiales coluviales o aluviones locales presentes en la base de pendientes o pie de montes.
5. Deposición eólica incluyendo dunas depositadas de limo (loess) o sedimentos arcillosos .

Estas relaciones entre la Geomorfología y el tipo de suelos no es exclusiva tan solo de zonas áridas pues en Oregon Parsons y Herriman (1976) encontraron una estrecha relación entre los tipos de suelos y la posición que ocupan en el paisaje.

Sin embargo, debido a los grandes fluctuaciones climáticas existentes en las zonas áridas (temperatura y humedad del suelo) el interperismo pedoquímico es mínimo, existiendo además pedoturbación (Boul y Yesilsoy, 1964) lo que ocasiona destrucción de algunas características micromorfológicas tales como los argilanes (Nettleton Et al 1969) por lo que el grado de expresión de los horizontes es menor que en zonas templadas o húmedas.

El hecho de que la mayoría de los sistemas de clasificación de suelos ya sean técnicas o taxonómicas consideran prácticamente las mismas propiedades edáficas como características diferenciales en las categorías más altas es debido a la cantidad de inferencias que pueden hacerse a partir de ellas y a la gran cantidad de características accesorias que poseen.

Así, a partir de las propiedades físicas tales como estructura y textura se puede predecir:

- a). La capacidad de retención de humedad en base a la fórmula $CC = \% \text{ de arcilla } (0.6) + \% \text{ limo } (0.25) + \% \text{ arena } (0.02)$ desarrollada por Bodman y Mahmud, (1932).
- b). El grado de desarrollo del perfil en base a la variación existente entre un horizonte y otro, concretamente entre el horizonte A_2 y B_2 (Soil Survey Staff, 1975).
- c). La erosión potencial ya sea eólica o hídrica pues según Dregne (1976), esta aumenta al aumentar el contenido de arena y disminuye a medida que se incrementa el contenido de limo, los suelos con 20 - 30 % de arcilla expansibles son los menos erosionables, la cantidad de agregados estables en agua mayores de 0.84 mm de diámetro está altamente relacionada con la resistencia a la erosión eólica (Chepil, 1953). Woodroff (1972) propone que la distancia entre las cortinas rompevientos en suelos de textura migajón arcillo-limoso puede ser hasta de 130 m

mientras que en suelos arenosos la distancia debe ser de 6 - 8 m máximo.

- d). El grado de erosión presente en el suelo considerando que las estructuras más angulares corresponden a los horizontes inferiores del perfil, el hecho de encontrar estructuras piramidales o cúbicas firmes en las capas superiores o en la superficie, sería una evidencia de que todo el horizonte A. a parte de él se ha perdido por erosión.
- e). Acumulación de compuestos de sodio. La defloculación de las arcillas debido a saturación del complejo coloidal con sodio intercambiable causa la defloculación de estas formándose estructuras columnares por lo que la presencia de ellas en cualquier punto del perfil indicaría procesos de solodización en el suelo. (Soil Survey Staff, 1960)..

En base al color del suelo pueden inferirse propiedades tales como:

- a) Contenido de materia orgánica.
- b). Condiciones de reducción o fluctuaciones del manto freático.
- c). Acumulación o presencia de materiales tales como: Oxidos de fierro, carbonatos o sulfatos de Ca u Oxidos de Mn.

Las inferencias a partir de las propiedades químicas pueden ser incluso de mayor importancia así, conociendo la CIC podría inferirse acerca de:

- a). La Fertilidad del Suelo, considerando que la absorción de nutrientes por las plantas obedecen a mecanismos de intercambio entre los pelos radiculares y la solución del suelo o entre aquellos y los coloides organominerales, entre mayor sea la CIC de un suelo mayor será la reserva de nutrientes disponibles para las plantas pues más difícilmente serán lixiviados.

- b). El tipo de arcilla predominante en el suelo mediante la comparación del valor del CIC obtenido del análisis de laboratorio por el método del acetato de amonio o cualquier otro y el obtenido por la fórmula propuesta por Millar y Turk (mencionada con anterioridad), así, si es mayor la CIC obtenida por la fórmula del tipo de arcillas predominantes serán: Kaolinitas o haloisitas (tipo 1:1), si por el contrario, la CIC obtenida por análisis de laboratorio es mayor que la obtenida por la fórmula el tipo de arcillas predominantes serían la montmorillonita o vermiculita (tipo 2:1) y si la CIC es aproximadamente igual por los dos métodos entonces indicaría que ninguno de los diferentes tipos de arcilla predomina o bien las arcillas existentes son cloritas o ilitas (Birkeland, 1974).

Mediante el conocimiento del pH podría inferirse acerca de propiedades tales como:

- a). Grado de lixiviación del perfil ya que el pH está determinado por la proporción relativa de los iones comúnmente presentes en el suelo (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , H^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , y OH^-) entre más bajo sea el pH, menor será la concentración de iones básicos y por ende mayor será el grado de lixiviación, contrariamente, entre más alto sea el pH la concentración de iones básicos será mayor y el grado de lixiviación será menor.
- b). La fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes ya que los cationes básicos son importantes para el desarrollo de las plantas por lo que entre mayor sea su contenido en la solución del suelo o en los sitios de intercambio mayor será la fertilidad del mismo, por otro lado, la mayoría de los nutrientes esenciales para los cultivos son disponibles en pH de 6.5.-7.5 por los que valores mayores o menores de este rango indicarían baja disponibilidad de nutrientes (Tisdale y Nelson).
- c). Presencia de altas cantidades de sodio intercambiable ya que según Dregne (1976) en suelos ácidos o alcalinos el pH se incrementa cuando la dilución del suelo se incrementa y decrece cuando la salinidad del suelo se incrementa. La diferencia entre el pH de una pasta saturada

y una dilución 1:5 tiende a ser mayor en suelos sódicos que en no sódicos por lo que una diferencia de una unidad o más de pH entre las dos lecturas indicaría que el suelo tiene más de 15 % de sodio intercambiable.

Para el presente estudio se seleccionaron las características mencionadas anteriormente como base para la comparación entre los suelos representativos de las diferentes zonas agrícolas consideradas y sería recomendable que los análisis a realizar en el futuro tanto en estas zonas como en cualquier parte del país consideraran estas propiedades, además de otras igualmente importantes que no fueron mencionadas en esta discusión por ser más sencillo, el sacar conclusiones acerca de las condiciones del suelo a partir de su conocimiento, entre estas destacan:

La pendiente, pedregosidad, profundidad efectiva, densidad aparente, conductividad eléctrica del extracto de saturación etc.,

7. MATERIALES Y METODOS.

El primer paso para la realización del presente trabajo consistió en recopilar toda la información sobre trabajos previos realizados en las zonas agrícolas seleccionadas, posteriormente en base a los estudios agrológicos realizados por la SARH y de recorridos de campo durante los meses de abril, mayo, julio de 1982 y julio de 1983 se localizaron los perfiles modales para cada serie de suelos escogidas llevándose a cabo la excavación de pozos agrológicos, descripción del perfil y muestreo de cada horizonte identificado durante el mes de noviembre de 1983, los análisis de laboratorio fueron realizados de enero a marzo de 1984.

4.1. DESCRIPCION DE LOS PERFILES EN EL CAMPO.

Esta labor se realizó según la metodología recomendada en el Soil Survey Manual (1965), que comprende los siguientes puntos:

a). Forma de Terreno, relieve y drenaje, considerandose:

- 1.- Gradiente, longitud y forma de la pendiente y su disposición.
- 2.- Descripción breve de la forma del terreno.
- 3.- Tipo de drenaje interno y superficial.
- 4.- Evidencias de inundación.

b). Material originario (cuando se localizó el horizonte

c) considerando:

- 1.- Textura, color y consistencia del material parental.
 - 2.- Tipo de material parental.
 - 3.- Modo de origen.
- c). El perfil del suelo, en cada pozo agrológico se tomaron los siguientes datos:
- 1.- Espesor y tipo de cada uno de los horizontes, presentes en el perfil.
 - 2.- Textura al tacto de cada horizonte
 - 3.- Estructura (tipo, clase, grado) y color según tabla de Munsell en cada horizonte presente.
 - 4.- Porosidad y efervescencia al HCl
 - 5.- Presencia de concreciones y otras formas especiales.
 - 6.- Tipo de residuos orgánicos y abundancia de raíces.
- d). Pedregosidad, erosión o truncamiento y uso actual del suelo.

4.2. ANALISIS DE LABORATORIO.

En cada pozo agrológico se recopilaron muestras de suelo para el análisis de las propiedades físico-químicas y mineralógicas de cada horizonte los cuales comprendieron los siguientes puntos:

a). Propiedades físicas.

- 1.- Textura, determinada por el hidrómetro de Bouyoucos.

- 2.- Capacidad de retención de humedad, por el método de la olla de presión.
- 3.- Densidad Aparente, por el método de la parafina.
- 4.- Conductividad Eléctrica, lectura en mmhos/cm del extracto de saturación.

b). Propiedades químicas.

- 1.- Carbón orgánico, por el método de Digestión con Dicromato de potasio y titulación con FeSO_4 .
- 2.- Nitrógeno. Por el método de digestión Kjeldahl.
- 3.- Carbonatos totales, por tratamiento con HCl y titulación con hidróxido de sodio.
- 4.- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Por el método de saturación con acetato de amonio y digestión Kjeldahl.
- 5.- Total de bases intercambiables. Por el método de extracción con acetato de amonio
- 6.- Aniones solubles. Los carbonatos y bicarbonatos por titulación ácida del extracto de saturación
Los cloruros y sulfatos por titulación con Mohr y EDTA del extracto de saturación respectivamente.
- 7.- pH. Lectura en mezcla 1;2 con agua destilada.
- 8.- Fósforo asimilable. Por el método de Olsen (Extracción con NaHCO_3).

4.3. INFORMACION ADICIONAL.

Para cada zona de riego seleccionada se recopiló información sobre:

- a). Climatología. Se consideraron los siguientes puntos:

- 1.- Precipitación pluvial anual y distribución mensual.
- 2.- Temperatura media anual y media mensual.
- 3.- Período libre de heladas.
- 4.- Evapotranspiración potencial
- 5.- Incidencia de Granizo.

b). Métodos actuales de labranza. Considerando los siguientes aspectos.

- 1.- Rotación de cultivos, variedades más comunes y producción media.
- 2.- Preparación de terreno.
- 3.- Dosis de fertilizantes.
- 4.- Ciclo vegetativo. Fechas de siembra, calendario de riego, época de cosecha de los diferentes cultivos.
- 5.- Incidencia de plagas y enfermedades y métodos de control.

4.4. CLASIFICACION DE SUELOS.

Una vez organizada toda la información recopilada se procedió a clasificar cada serie de suelos en base al sistema Taxonómico desarrollado por el USDA (1975) hasta el quinto nivel de categorización (Familia de suelos).; debido a que el sistema de clasificación desarrollado por la FAO es el más comunmente utilizado,

se realizó también la clasificación de los suelos por este sistema definiendo también la capacidad Agrológica para cada suelo considerado en base al sistema desarrollado por el "U.S. Bureau of Reclamation" (Fireman, 1979) Modificado por DIGTENAL.

RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1. SERIES DE SUELOS SELECCIONADOS EN CADA DISTRITO DE RIEGO,

En el cuadro No. 1 aparecen los distritos de riego seleccionados para el presente trabajo así como las series de suelos elegidos en cada uno y la superficie que ocupan.

Puede observarse que para el caso del distrito de riego 05, Delicias con una superficie total de 64427 has. se evaluaron tres series que en conjunto representan el 66 % de la superficie irrigable, en el Valle de Juárez con 24446 has. fueron evaluadas también tres series que representan el 84% de la superficie total del Distrito .

En valle de Buenaventura con 34721 has. de superficie total se seleccionaron dos series que representan en conjunto el 65 % de la superficie total. Finalmente en el Valle de Ojinaga con una superficie total de 18000 has. se selecciono una serie que representa el 46% de la superficie total del valle.

5.2. INFORMACION CLIMATOLOGICA DE CADA DISTRITO DE RIEGO.

En el Apendice I aparecen los datos climáticos correspondientes a cada distrito considerado en el estudio.

DISTRITO	SUP. HUM.	SERIE SUELOS	SUP. HUM.	%	POSICION FISIOGRAFICA OCUPADA
05 DELICIAS	64427	Bachimba	23538	36	Mesetas y partes con pendiente
		Delicias	11170	17	Antiguas terrazas aluviales
		González	8784	13	Depresiones y partes bajas
09 JUAREZ	24446	Juárez	9922	40	Planicies de inundación.
		Caseta	4908	20	Terrazas aluviales altas
		Porvenir	5864	24	Depresiones y partes bajas.
83 RIO PAPIGOCHIC	5384	Vega	2397	44	Planicie de inundación
		Casavantes	1065	20	Terrazas aluviales altas.
42 BUENAVENTURA	34721	Buenaventura	13803	39	Antiguas terrazas aluviales
		San José	7154	26	Terrazas aluviales recientes!
90 BAJO RIO CONCHOS	18000	Conchos	8320	46	Terrazas aluviales recientes

Puede observarse que el clima imperante en las zonas agrícolas de Ojinaga, Juárez y Delicias, Chih. son muy similares, si bien la estación invernal es más fría en el valle de Juárez que en las otras zonas; por lo que respecta a la precipitación pluvial es más favorable en la zona de Delicias Chihuahua (274 mm al año) que en Juárez y Ojinaga (238 mm al año) presentandose la ETP más alta al Valle de Ojinaga con 1657 mm al año y siendo muy similar en la zona de Delicias y Valle de Juárez (1276 mm y 1233 mm respectivamente).

Las dos zonas agrícolas restantes presentan también mucha similaridad entre si, aunque el Valle de Papigochic es más frío (Tm anual 11.6°C), Buenaventura (Tm anual 17.2°C). La precipitación pluvial es también más alta en Guerrero (458 mm al año) que la registrada en Buenaventura (380 mm al año). La ETP presenta la misma variación, correspondiendo a la zona de Guerrero el valor más bajo (912 mm) y la más alta a Buenaventura (1264 mm).

Estas variaciones en los parámetros climáticos considerados ocasiona que el uso de la tierra sea diferente en cada región como se mencionó en el inciso 2.6.

5.3. CARACTERISTICAS DE LAS SERIES DE SUELOS SELECCIONADAS EN CADA ZONA AGRICOLA.

5.3.1. DISTRITO DE RIEGO 05 DELICIAS.

Se localiza entre los paralelos $27^{\circ}52'$ y $28^{\circ}30'$ de latitud Norte y los meridianos $105^{\circ}15'$ y $105^{\circ}42'$ de longitud Oeste, cuenta con una superficie de 64,427 ha. en donde se identificaron 17 series de suelos (SARH, 1962). Si bien esta diferenciación fue hecha en base a posiciones fisiográficas mas que a características edáficas por lo que existe mucha similitud entre varias de ellas.

Ocupa el valle formado por los ríos Conchos y San Pedro aunque solo una pequeña parte de los suelos del distrito (menos del 25%) puede considerarse como de origen aluvial y de estos una fracción menor (menos del 10% de la superficie total del distrito) son suelos recientes (sin evidencia de acción de procesos pedogenéticos). En base a la superficie que ocupan se seleccionaron las siguientes series:

1.a). Serie Bachimba.

1.a.1. Características generales: Ocupa una superficie de 23538 ha. lo que representa un 36 % de la superficie total del distrito.

Esta integrada por suelos de mesetas formadas insitu sobre materiales --

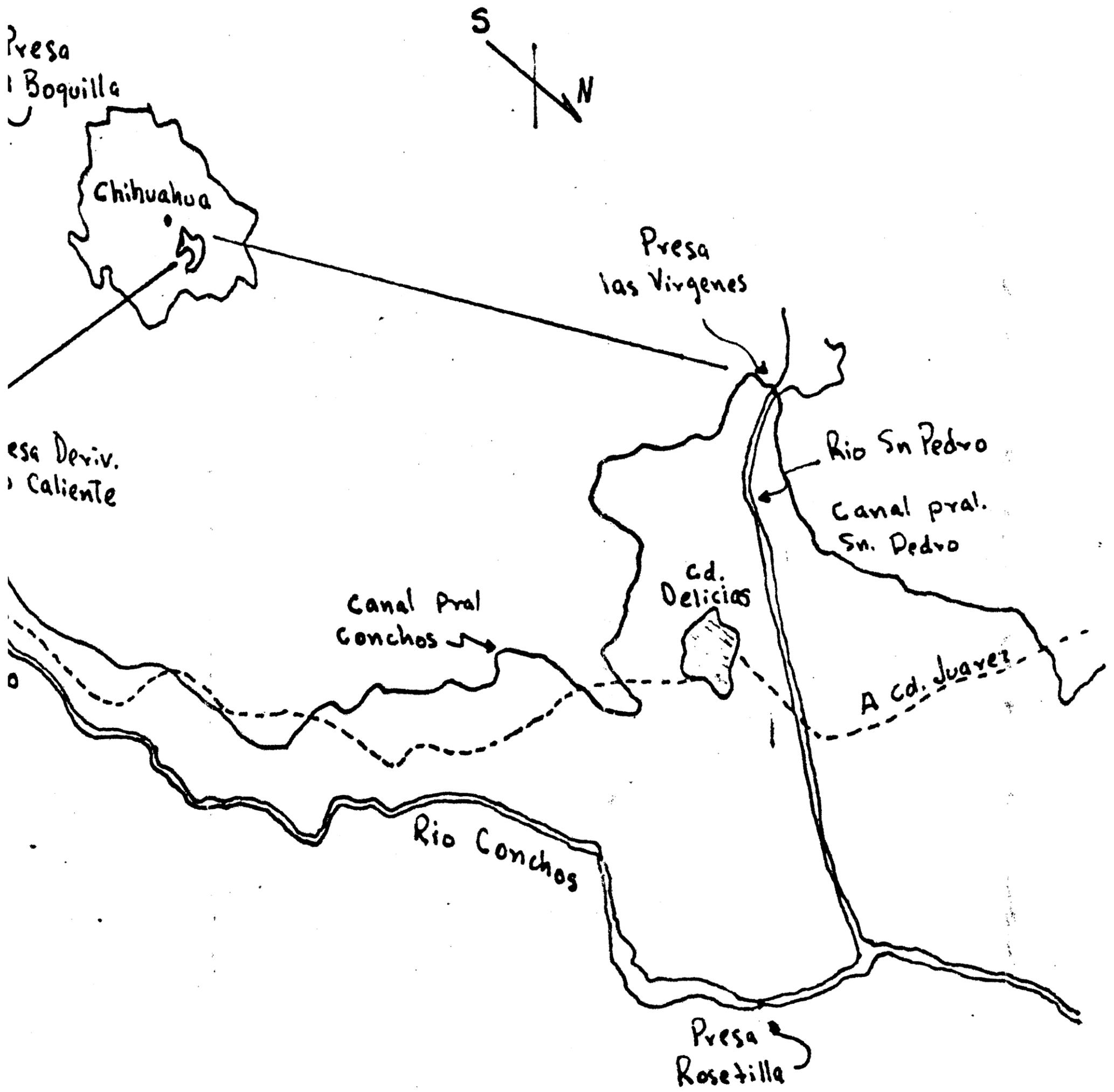


FIGURA 2. DISTRITO DE RIEGO 05, CIUDAD DELICIAS,
 CHIHUAHUA.

calcáreos, ocupando las partes altas de pequeñas colinas que originalmente se encontraban en el valle y que al efectuarse los trabajos de desmonte y nivelación fueron rebajadas hasta convertirlas en mesetas de baja altura, lo que ocasionó que el espesor del suelo disminuyera grandemente por lo que actualmente la profundidad máxima es de 35 cm con afloraciones frecuentes de horizontes pefrocalcicos (Calicha). La pendiente promedio es de 4 a 7 % por lo que prevalece un alto riesgo de erosión.

1.a.2. Características Morfológicas:

Ap-0-25 cm. color café amarillento obscuro ($10YR^{4/4}$), textura migajón arcillo arenoso, estructura granular media proco friable, poros finos -- abundantes, raíces finas y medias escasas con poca evidencia de actividad de microorganismos y fuerte efervescencia al HCl. Posiblemente en el suelo virgen (antes de incorporarlo a la agricultura) esta capa correspondía al horizonte B, habiéndose perdido, por lo tanto una capa de mas de

20 cm de suelo por erosión.

Ccam. - 25 cm en adelante. Color café amarillento claro ($10YR^{6/4}$) textura migajón arcillo-arenoso, estructura masiva, adundancia de poros finos, sin evidencia de microorganismos; mediana cantidad de raíces finas y fuerte efervescencia al HCl.

1.a.3. Características Físico-Químicas.

El poco desarrollo estructural y la pendiente predominante en estos suelos los hace altamente susceptibles a la erosión hídrica, lo que, dado el poco espesor de los mismos representa un grave riesgo, ameritando por lo tanto, prácticas intensivas de conservación .

El alto contenido de carbonatos y el pH alcalino que presentan estos suelos puede ocasionar problemas de absorción de elementos menores y de fijación de fósforo e hierro. La CIC puede considerarse como adecuada así como el contenido de materia orgánica, por lo que, en términos generales podría afirmarse que la ferti

lidad natural de estos suelos es buena de no ser por las serias limitaciones físicas existentes.

1.b). Serie Delicias.

1.b.1. Características Generales: ocupan una superficie de 11170 ha. lo que representa un 17 % de la superficie total del distrito. Comprende suelos moderadamente profundos, de texturas gruesas y con evidencias de procesos pedogenéticos.

El relieve es ligeramente plano, con pendiente de 2-3 % y se localizan en antiguas tierras aluviales.

1.b.2. Características morfológicas.

Ap.- 0-27 cm, color café oscuro (7.5 YR^{3/4}), textura migajón arenoso, estructura granular media suelta, poros finos abundantes; sin evidencia de actividad de microorganismos y escasas raíces finas, la efervescencia al HCl fue baja.

A₂-27-42 cm. color café oscuro (7.5 YR^{3/4}) textura migajón arenosa, estructura subangular media, poco

friable, regular cantidad de poros; no existe actividad de microorganismos, raíces finas escasas; ligera efervescencia al HCl.

B₂₁t-42-53 cm. Color café amarillento obscuro (10YR^{4/4}) textura migajón arcillo arenoso; estructura subangular y granular media poco friable, regular cantidad de poros finos sin evidencia de actividad de microorganismos, raíces finas escasas y regular efervescencia al HCl.

B₂₂tca-53-105 en adelante.- Color café amarillento obscuro (10YR^{4/4}), textura, arcillo arenosa, estructura subangular media, poco friable; poros finos en regular cantidad, sin actividad de microorganismos, venas y concreciones de carbonatos de calcio y fuerte efervescencia al HCl.

1.b.3. Características Físico-Químicas.

La acumulación de arcilla en el horizonte B es evidencia de procesos pedogenéticos, lo que en este caso favorece la fertilidad del suelo ya que evita una lixiviación excesiva, aumenta la retención de humedad y,

químicas adversas. Ocupa una superficie de 8784 has. lo que representa el 13 % de la superficie total del Distrito.

Considerando también la serie Armen dariz, puede decirse que de la superficie total del Distrito, 15898 has.

(24 %), corresponden a suelos con alta fertilidad natural.

1.c.2. Características Morfológicas.

Ap-0-18 cm. Color café oscuro (10YR^{3/3})
textura arcillosa, estructura suban-
gular y granular fina y media, friá-
ble, abundancia de poros finos; po-
ca actividad de microorganismos, ra-
ices medias y finas en cantidad re-
gular y poca efervescencia al HCl.

12
A₂-18-44 cm. Color café oscuro --
(10YR^{3/3}), textura migajón arcilloso-
estructura subangular, muy friáble,
abundancia de poros finos, no hay -
evidencia de actividad de microorga-
nismos, regular cantidad de raíces
finas y medias y ligera efervescencia
al HCl.

B₂₁t-44-90 cm.- Color café amarillento obscuro (10YR^{4/4}), textura arcillosa, estructura subangular, firme, abundancia de poros finos, no se detectó evidencia de actividad de microorganismos, poca cantidad de raíces finas y fuerte efervescencia al HCl.

B₂₂t-90-120. Color café amarillento obscuro (10YR^{4/4}) textura arcillosa, estructura subangular, firme, abundancia de poros finos, no hay evidencia de actividad de microorganismos poca cantidad de raíces finas y medias y fuerte efervescencia al HCl.

1.c.3. Características Físico Químicas.

El alto porcentaje de arcilla presente en estos suelos no ocasiona problemas graves de manejo debido a que la fracción coloidal es dominada por arcillas tipo 2:1:1 o cloritas (Alvídrez, 1983) las que, por no ser expandibles no forman suelos densos o poco permeables, lo que es evitado además por su buen desarrollo estructural debido en parte al alto contenido de materia orgánica lo que junto con la alta CIC y porcentaje de

saturación de bases hace que estos suelos tengan un alto potencial de producción para todo cultivo que se adapte al clima imperante.

5.3.2. DISTRITO DE RIEGO 09, VALLE DE JUAREZ.

Se localiza entre los paralelos $31^{\circ}10'$ y $31^{\circ}45'$ latitud Norte y entre los meridianos $105^{\circ}50'$ y $106^{\circ}23'$ longitud Oeste, ocupa el valle formado por el Río Bravo, teniendo como límites, el Río Bravo al Noreste y al Suroeste una serie de pequeñas colinas que corren en dirección NW-SE, La anchura media del valle es de 5 Km. aproximadamente aunque el promedio es de 2 km. con una longitud de 65 km. hasta el Porvenir, aunque mas adelante de este pueblo se encuentran también áreas irrigadas hasta una distancia de 150 km. de la ciudad Juárez, Chihuahua. Cuenta con una superficie total de 24446 has. divididas en seis series de suelos (Benitez 1970) de las que las series Juárez, Caseta y Porvenir ocupan en conjunto 20694 has. lo que representa el 84 % de la superficie total, razón por la cual fueron seleccionadas en este trabajo.

2.a). Serie Juárez.

2.a.1. Características Generales:

Ocupan una superficie de 9922 has.

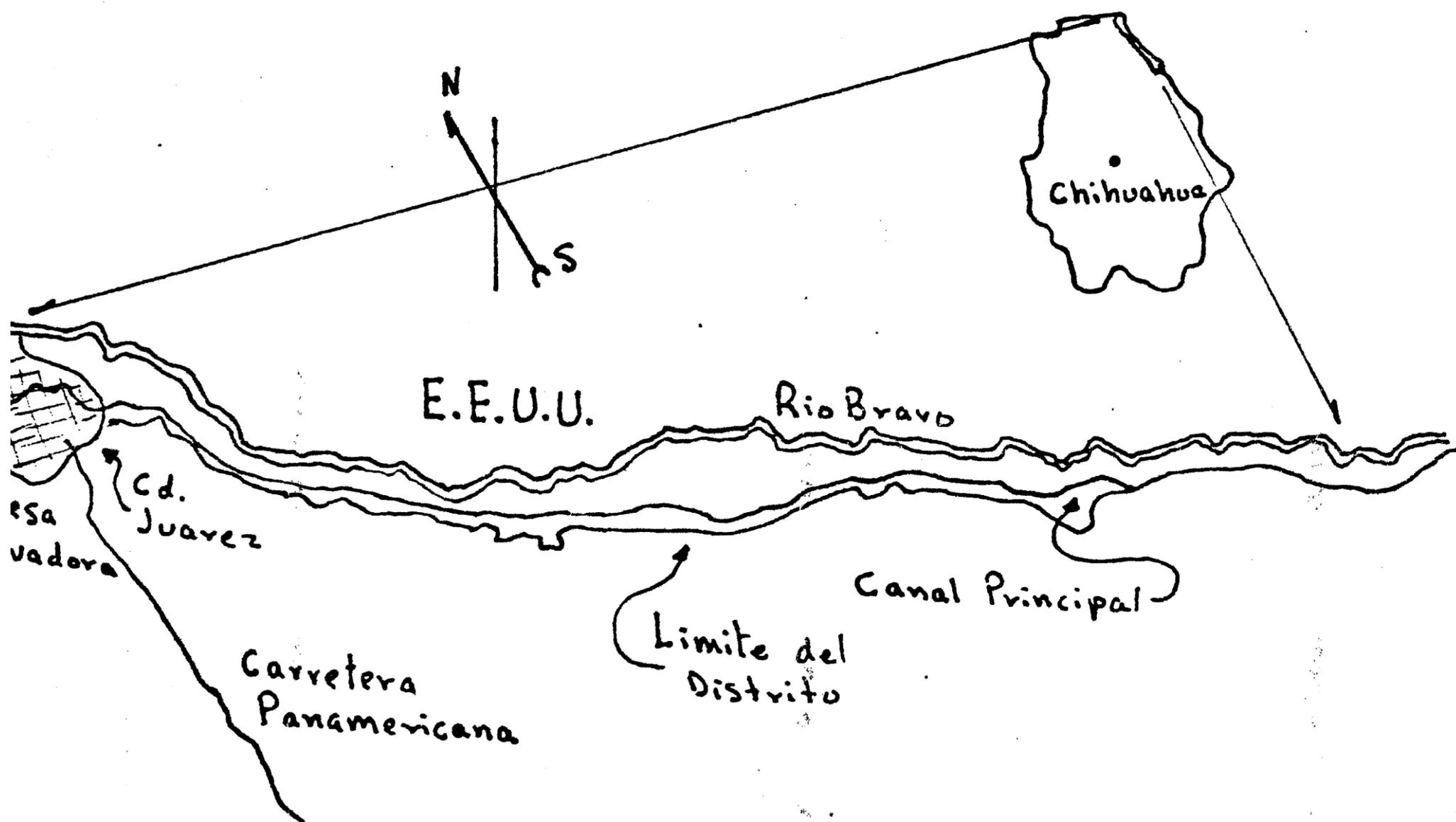


FIGURA. 3. DISTRITO DE RIEGO 09, CD. JUAREZ,
CHIHUAHUA.

lo que representa un 40 % de la superficie total del Distrito, Comprende suelos profundos de origen aluvial, localizados en las planicies de inundacion del río Bravo por lo que no existen evidencias de procesos pedogenéticos, el relieve es ligeramente ondulado y la pendiente de 3-5 %

2.a.2. Características Morfológicas.

Ap-0-20 cm. color café amarillento (10YR^{4/5}); textura migajón arenoso, estructura granular fina, suelta, porosidad regular sin evidencia de actividad de microorganismos, poca cantidad de raíces finas y medias sin efervescencia al HCl.

A₂-20-40 cm. color café amarillento (10YR^{5/5}), textura arenosa, estructura granular, suelta, porosidad regular, sin evidencia de actividad de microorganismos poca cantidad de raíces finas sin efervescencia al HCl.

C₁-40-120, color café amarillento (10YR^{5/4}), textura arenosa, estructura debilmente subángular, suelta, regular cantidad de poros sin señales de actividad de microorganismos;

escasas raíces finas y sin efervescencia al HCl.

2.a.3. Características Físico-Químicas.

El alto contenido de arena y el bajo contenido de materia orgánica causa la poca agregación de estos suelos ocasionando también una baja capacidad de retención de humedad y mínima CIC por lo que son suelos altamente lixiviables y con muy baja fertilidad natural. De hecho, aun cuando son suelos aluviales, se consideran como los menos fértiles de los que integran el Distrito de Riego, aunque las altas dosis de fertilizantes - aplicados corrigen fácilmente esta deficiencia. Originalmente un alto porcentaje de estos suelos estaban afectados por sales, sin embargo, - gracias a las obras de rehabilitación y sobre todo a un manejo más eficiente del agua de riego, este problema ha ido corrigiéndose poco a poco.

2.b). Serie Caseta.

2.b.1. Características Generales.

Ocupan una superficie de 4908 has lo que representa el 20 % de la superficie total del Distrito, se encuentran localizadas en las terrazas aluviales más altas con relieve plano y pendiente de 3-5 %, en general, son de textura media en los primeros 80 cm sobre un horizonte C de textura gruesa, la variación en textura que se observa del horizonte A al horizonte B, es evidencia de procesos pedogenéticos los que de cualquier manera son mínimos por las condiciones climáticas extremas imperantes en la zona (Ver Gráfica de Climograma de Gausson, Apendice 2).

2.b.2. Características Morfológicas.

Ap-0-24. color café amarillento (10 YR^{4/4}) textura migajón arcilloso, estructura granular, media, friable, poros finos abundantes, raíces finas, y medias escasas, evidencia de actividad de lombrices por microorganismos en poros medios, poca efervescencia al HCl.

A₂-24-38. Color café amarillento --

(10YR^{4/5}) textura franca, estructura granular y subángular, media, friable poros finos abundantes y escasa presencia de raíces finas, sin evidencia de actividad de microorganismos, poca efervescencia al HCl.

B₂₁t 38-67. Color café amarillento (10YR^{5/4}) textura arcillo arenosa, estructura subángular, media friable poros finos abundantes y escasa presencia de raíces finas, no existen señales de microorganismos, ligera efervescencia al HCl, manchas de sales solubles.

B₂₂t-67-91. Color café claro (10YR^{6/8}) textura, migajón arcillo-arenosa, estructura subángular media friable, poros finos escasas, sin presencia de raíces, sin evidencia de actividad de microorganismos, mediana efervescencia al HCl y presencia de manchas de sales solubles.

C₁-91-#. Color café amarillento -- (10YR^{5/4}) textura arenosa, sin estructura, poros finos abundantes, mediana efervescencia al HCl.

2.b.3. Características Físico-Químicas.

Las propiedades físicas de estos suelos son adecuados para uso agrícola, sin embargo la alta conductividad eléctrica del extracto de saturación podría ocasionar problemas en cultivos susceptibles a condiciones salinas. Sin embargo, el contenido de materia orgánica, el valor de CIC y de pH indican que la fertilidad natural es buena; de hecho pueden ser consideradas como los suelos más productivos del valle.

2.c). Serie Porvenir.

2.c.1. Características Generales.

Estos suelos ocupan una superficie de 5864 ha. que representa el 24% de la superficie del Distrito. Se localiza en la parte baja del paisaje lo que aunado a su textura fina ocasiona problemas de drenaje, existiendo procesos de ensalitramiento que en algunas áreas alcanza dimensiones alarmantes, las variaciones texturales detectadas entre las capas superior e inferior del solum, pueden ser debidas a procesos geológicos más que a procesos pedogenéticos (eluviación-iluviación).

tura ni presencia de raíces, eferve-
scencia al HCl mediana.

2.c.3. Características Físico-Químicas.

El alto contenido de arcillas presente en la capa de 67-110 cm ocasiona problemas de drenaje en estos suelos y dificulta el lavado de las sales solubles por lo que el peligro de ensalitramiento es muy alto. La alta CIC y la alta capacidad de retención de humedad hace suponer que en la fracción arcillosa existen cantidades importantes de arcillas (30-40%). De no ser por el problema de sales y el mal drenaje, estos suelos podrían considerarse como muy fértiles.

5.3.3. DISTRITO DE RIEGO 83 RIO PAPIGOCHIC, GUERRERO, CHIHUAHUA.

Se encuentra localizado entre los paralelos $28^{\circ}24'$ y $28^{\circ}25'$ latitud Norte y los meridianos $106^{\circ}48'$ y $106^{\circ}52'$ de longitud Oeste. ocupa un angosto valle excavado por el río Papigochic que tiene una longitud de 18 Km. y una anchura promedio de 2 Km., la superficie total del valle es de 5384 has. integrada completamente por sue-

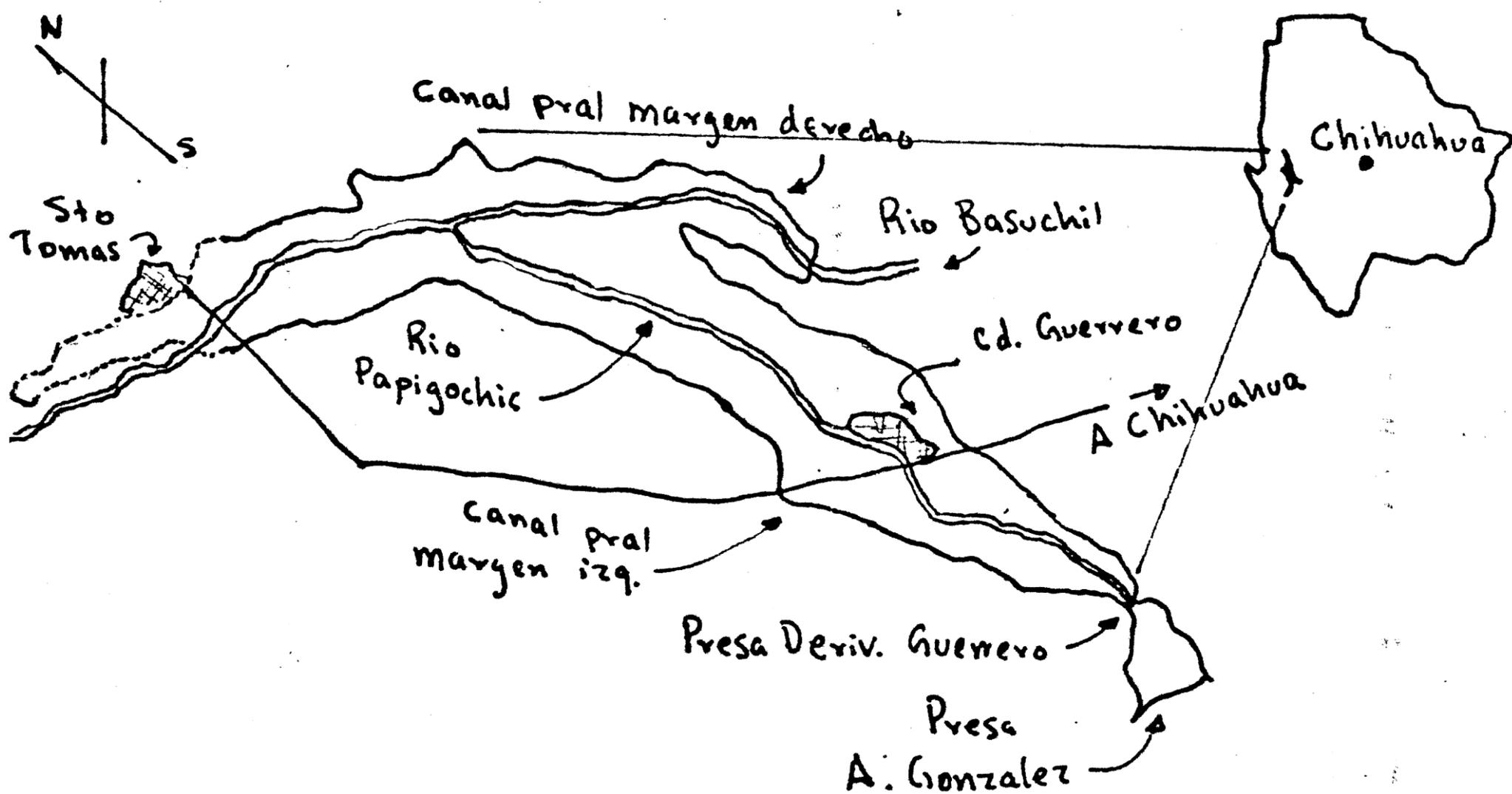


FIGURA. 4 DISTRITO DE RIEGO 83, RIO PAPIGOCHIC,
CHIHUAHUA.

los aluviales los cuales fueron agrupados en cinco series dependiendo de la posición fisiográfica que ocupan (planicies de inundación, terrazas aluviales o pie de monte). Predominan las texturas arenosas y debido al clima imperante esta ocupado en su totalidad por huertos de manzana.

Para su estudio fueron seleccionadas dos series que en conjunto representan el 64 % de la superficie total del Distrito.

3.a). Serie Vega.

3.a.1. Características Generales.

Ocupa una superficie de 2397.6 has. que representa un 44 % del área irrigada. Se localizan en las planicies de inundación y en las terrazas aluviales inferiores del río Papigochic, con relieve ligeramente ondulado y pendiente de 2-4 %. Son suelos profundos de textura arenosa y sin variaciones en el perfil debido a procesos pedogenéticos.

3.a.2. Características Morfológicas.

Ap-0-23. Color café amarillento obscuro ($10YR^{3/2}$) textura migajón arcillo-arenoso, estructura subangular,

media, poco friable, con raíces gruesas abundantes y abundancia de poros tamaño medio, sin reacción al HCl, presenta de 10-20 % de grava fina a media.

A₂-23-40. Color café amarillento obscuro (10YR^{3/3}) textura franca, estructura subángular, media, poco friable raíces medias y gruesas abundantes poros medios abundantes, presenta chorreras de arcilla, sin reacción al HCl.

C₁-40-53 . Color café amarillento obscuro (10YR^{3/4}) textura migajón arenoso, estructura subangular, suelta, raíces finas y medias frecuentes, poros finos y medios abundantes, sin reacción al HCl.

C₂-53-80. Color café rojizo obscuro (5YR^{3/4}) textura migajón arenoso, estructura subangular suelta, raíces medias y gruesas escasas y poros finos escasos sin reacción al HCl.

C₂-80 cm en adelante. Color café rojizo obscuro (5YR^{5/4}) textura migajón arenoso grueso, sin estructura, raíces medias y gruesas escasas y poros finos escasos, sin reacción al HCl.

3.a.3. Características Físico-Químicas.

Aunque la textura del suelo es muy gruesa, lo que ocasionaría la lixiviación de nutrientes, el tipo de clima predominante en la región favorece la acumulación de materia orgánica por lo que la fertilidad natural puede considerarse de media a buena. El pH moderadamente ácido y el bajo contenido de carbonatos indica que no existen problemas de fijación de fósforo y fierro. además el valor de la CIC sobre todo en los primeros 60 cm aunque no es muy alto permite la existencia de una reserva de nutrientes por lo que los problemas de lixiviación son mínimos.

3.b). Serie Casavantes.

Ocupan una superficie de 1065,7 ha., que representa el 20 % del Distrito. Se localiza en las terrazas aluviales más altas y corresponde a suelos de profundidad moderada sobre grava media y gruesa. El relieve predominante es ligeramente ondulado y la pendiente varía de 2-4 %.

3.b.1. Características Morfológicas.

Ap-0-28 cm. Color café oscuro (7.5 YR^{3.5/4}) textura migajón arenoso, estructura granular, media, poco friable con raíces finas y medias escasas y raíces gruesas frecuentes, poros medios y gruesos abundantes, sin reacción al HCl.

C₁-28-50. Color café rojizo oscuro (5YR^{3/4}) textura areno-migajosa con grava media y gruesa ocupando de 10-20 % del volumen, sin estructura, raíces medias y gruesas frecuentes y poros frecuentes de tamaño fino y medio, sin efervescencia al HCl.

C₂-50-80. Color café rojizo oscuro (5YR^{3/4}) Textura arenosa gruesa con un 15-30 % de grava media o gruesa, sin estructura, raíces finas y medias poco frecuentes y escasos poros finos, sin efervescencia al HCl.

3.b.2. Características Físico-Químicas.

La fertilidad natural en estos suelos es menor que la de la serie Vega debido a su textura más gruesa, su menor profundidad y bajo contenido de materia orgánica, lo que ocasiona

una baja CIC, por lo que la lixiviación de nutrientes es mas intensa, agravada por el hecho de que a partir de los 30 cm. de profundidad existe un alto contenido de grava.

5.3.4. DISTRITO DE RIEGO No. 42 SAN BUENAVENTURA Y CASAS GRANDES, CHIHUAHUA.

Aunque estas zonas son irrigadas por -- aguas provenientes de diferentes almacenamientos (La presa El Tintero irriga la zona de Buenaventura y la presa Laguna Colorada la región de casas Grandes), Esta extensa región forma parte de las llanuras de Chihuahua, por lo que las características de los suelos son muy similares. Se encuentra entre los paralelos $29^{\circ}50'$ y $30^{\circ}24'$ latitud Norte y entre los meridianos $107^{\circ}28'$ y $107^{\circ}57'$ longitud Oeste. El relieve es plano y no existen límites naturales. Cuenta con una superficie conjunta de 63,128 ha. correspondiendo - 29 128 a la zona de Casas Grandes y 34 721 a San Buenaventura y si bien la superficie irrigable actualmente es mucho menor (alrededor de 30 000 ha. en total) aunque el proyecto de riego original consideraba toda la superficie mencionada. Para su estudio se seleccionaron dos series que en conjunto representa aproximadamente el 65 % (20957 has) de la superficie total del Distrito.

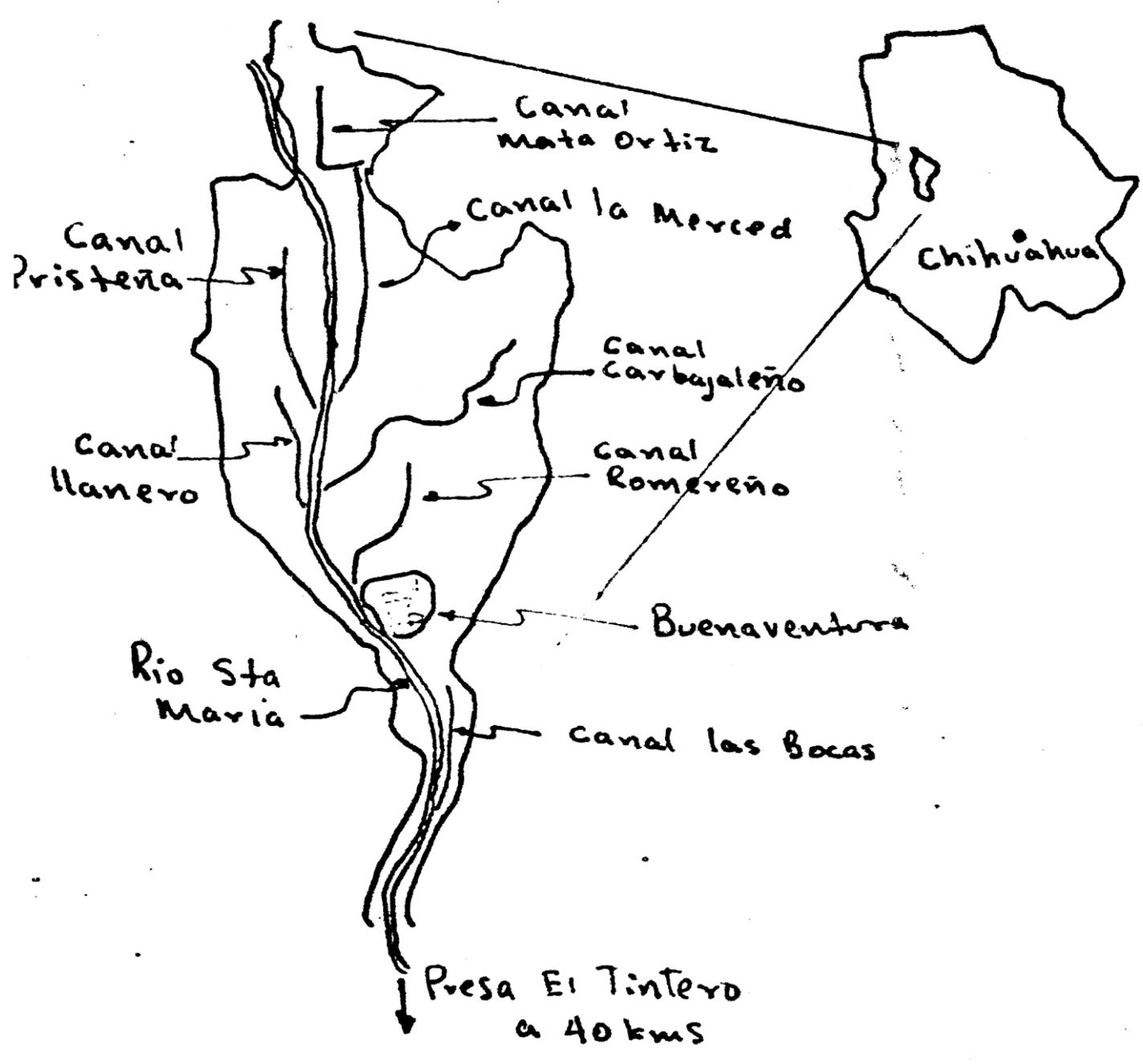


FIGURA 5. DISTRITO DE RIEGO 42, BUENAVENTURA, CHIHUAHUA.

4.a) Serie Buenaventura.

4.a.1. Características Generales:

Son suelos profundos de origen aluvial, con presencia de grava fina, y media en todo el perfil, se localizan en antiguas terrazas aluviales por lo que existen algunas evidencias de procesos pedogenéticos tales como venas y manchas de carbonato de calcio, cho rreadoras de arcillas y originales y diferencias texturales entre el horizonte A y el B. Ocupan una superficie de 13 803 ha, lo que representa el 21 % del área total del Distrito.

4.a.2. Características Morfológicas.

Ap-0-24 cm. Color café rojizo obscuro (5 YR^{3.5/4}) con textura migajón arcilloso-arenosa con un 15 % de grava mediana y gruesa, estructura granular friable, abundancia de raíces finas y medias y de poros medios y gruesos. sin reacción al HCl.

A₂-24-36 cm. Color café rojizo obscuro (5 YR^{3.5/4}) textura migajón arenoso, estructura granular y subangular friable, presencia de 15_20%

de grava media y gruesa con abundancia de raices finas y sin reaccion al HCl.

B₂t-36-58. Color café rojizo obscuro (5 YR^{3/4}) textura migajón arcillo-arenoso con 10-15 % de grava media y gruesa, presencia de chorreaduras de arcilla y argilanes, raices medias y gruesas frecuentes y poros finos y medios abundantes, no hay reaccion al HCl.

C₁-58-85 cm. Color café rojizo (5 YR^{4.5/4}) textura migajón arenosa con grava media a gruesa en un 20-30% del volúmen, sin estructura y raices finas frecuentes, sin efervescencia el HCl.

C₂-85 cm en adelante. Color rojo - amarillento (5 YR^{5/4}) textura migajón arenosa con grava media y gruesa en un 40 % del volumen, estructura subangular poco friable, escasa presencia de raices finas, sin efervescencia el HCl.

4.a.3. Características Físico-Químicas.

A pesar de la presencia de grava en

todo el perfil, su poco tamaño no representa impedimentos físicos para las labores culturales, la presencia de argilanes es evidencia de que la variación en contenido de arcilla es debido a procesos de eluviación - iluviación la que podría ser la causa del ligero aumento en Da en el horizonte B₂t. La fertilidad natural es muy buena ya que tanto la CIC como el valor del pH indican una buena reserva de nutrientes.

4.b). Serie San José.

4.b.1. Características Generales.

Son suelos poco desarrollados localizados en terrazas aluviales recientes, moderadamente profundos, ocupan 7 154 has. que representan el 11 % de la superficie total del Distrito la pendiente es de 3.5 % y el relieve plano.

4.b.2. Características Morfológicas.

Ap-0-28 cm. Color café oscuro -- (7.5 YR^{3.5/4}) textura migajón arcillo-arénosa, estructura granular, -

media, friable con abundancia de raices finas y medias y poros finos frecuentes sin evidencia de actividad de microorganismos y sin reacción al HCl.

A₂-28-50 cm. Color café rojizo oscuro (5 YR^{3/4}) textura migajón arenosa, estructura granular poco friable, raíces finas frecuentes y abundantes poros finos, sin evidencia de actividad de microorganismos y nula efervescencia de HCl.

C₁ -50-80 cm . Color Café rojizo--oscuro (5YR^{3/4}) textura areno-migajosa, sin estructura y poca cantidad de raíces finas, escasos poros finos y sin reacción al HCl.

C₂-80 cm. en adelante. Color café rojizo oscuro (5 YR^{3/4}) textura areno migajosa, sin estructura muy poca cantidad de raíces finas y sin efervescencia al HCl.

4.b.3. Características Físico-Químicas.

Son suelos con baja fertilidad natural y altamente susceptibles a lixiviación por la textura tan gruesa -

que poseen y la poca agregación - existente, aunque la capa arable - tiene condiciones físicas adecuadas. El bajo valor de CIC es indicativo de la poca reserva de nutrientes existente en las capas inferiores.

5.3.5. DISTRITO DE RIEGO No. 90, BAJO RIO CONCHOS, CHIHUAHUA.

Este Distrito se encuentra localizado entre los paralelos $29^{\circ}29'$ y $29^{\circ}32'$ y entre los --meridianos $105^{\circ}24'$ y $105^{\circ}45'$ de longitud oeste, Ocupa el valle formado por los ríos Conchos y -Bravo. Tiene una forma parecida a una T con un largo de 60 Km. (en lo que corresponde al valle del Conchos) por 15 Km. (valle del Bravo), la anchura media es de menos de 2 Km correspondiendo al valle del Río Conchos la parte más angosta con menos de 500 m en promedio, la dirección de este valle es de Oeste -Este Aunque el estudio Agrológico realizado por SARH reporta cinco series de suelos (Martinez 1960) el hecho de que sean casi exclusivamente suelos de origen aluvial da como consecuencia que las características físico-químicas sean muy parecidas por lo que para el presente estudio se consideró una sola serie de suelos como representativa de todo el Distrito, el cual tiene una superficie irrigable de 18000 has.

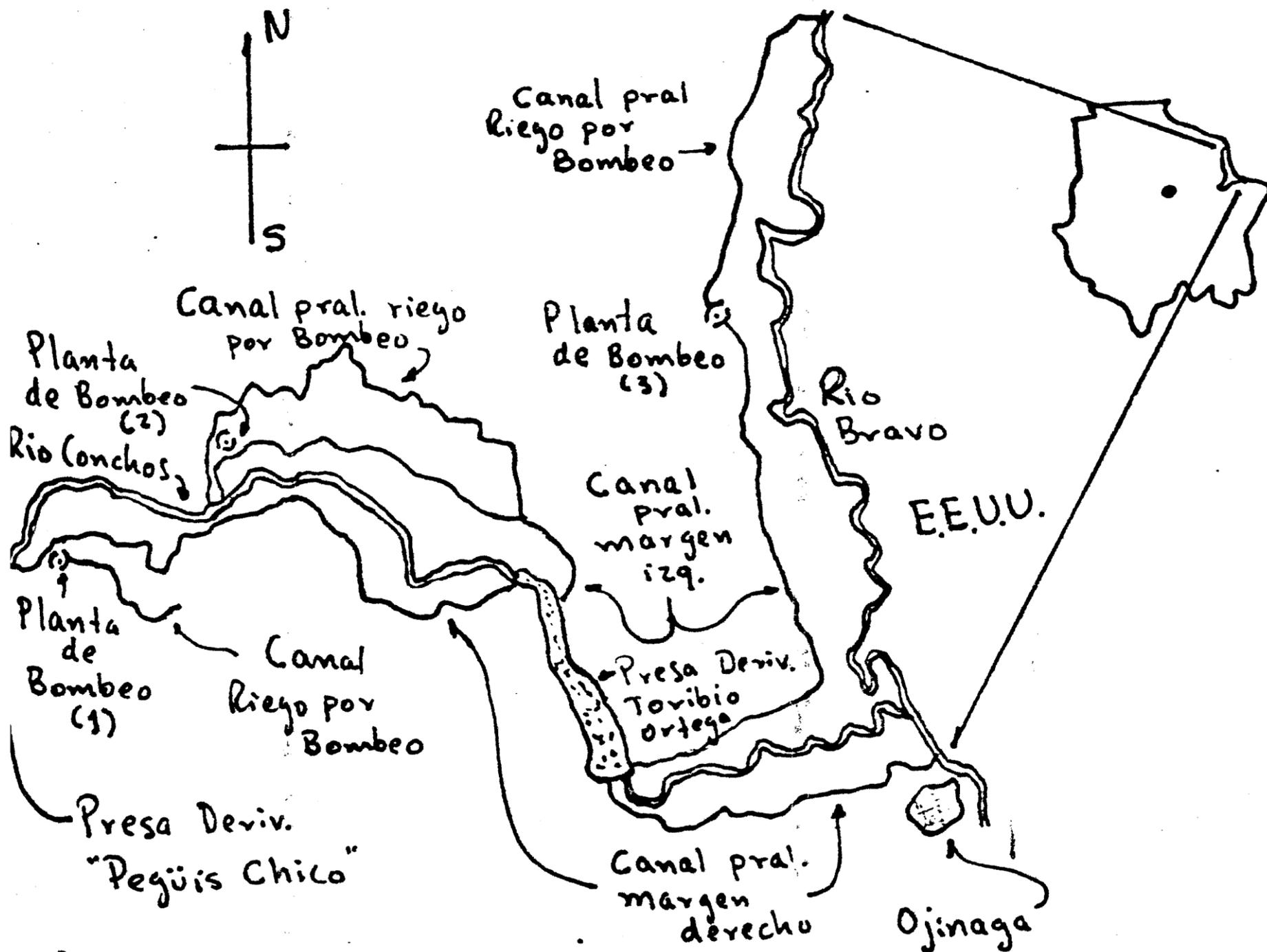


FIGURA 6. DISTRITO DE RIEGO 90 BAJO RIO CONCHOS.

5.a). Serie Conchos.

5.a.1. Características Generales:

Estos suelos ocupan una superficie de 8320 ha., lo que representa un 46 % del área total, aunque las características físico químicas son tan similares a las de los suelos pertenecientes a las cuatro series restantes. El relieve es plano y la pendiente 2.5 %.

5.a.2. Características Morfológicas.

Ap-0-3 Km, Color café amarillento (10 YR ^{5/4}), textura migajón arenosa, estructura subangular poco friable, escasa cantidad de raíces finas y medias y poros medios escasos, con mediana efervescencia al HCl.

A₂-31-77 cm. Color café amarillento (10YR ^{5/6}) textura arena migajosa, estructura subangular, poco friable con escasas raíces finas, sin evidencia de acción de microorganismos y moderada reacción al HCl.

C₁-77-130 cm. Color café amarillento claro (10 YR ^{6/4}) textura arenosa con presencia de grava media en un 20 % del volumen sin estructura moderada

reacción al HCl y escasas raíces fi
nas.

C₂-130 cm. en adelante. Color café amarillento claro (12 YR^{6/4}) textura arenosa y presencia de grava gruesa que representa el 40 % del volumen sin estructura y moderada efervescencia al HCl.

5.a.3. Características Físico-Químicas.

El alto contenido de arena y la poca agregación de estos suelos ocasionada por el bajo contenido de materia orgánica ocasiona que estos suelos sean fácilmente erosionables (Dregne, 1976), la alta velocidad de infiltración característica de este tipo de suelos aunado a la baja CIC provoca la rápida lixiviación de nutrientes razón por la cual la fertilidad natural de estos suelos es muy baja.

5.4. CLASIFICACION DE LOS SUELOS.

En el cuadro No. 9 aparece el nombre o clave a que pertenece cada suelo estudiado según el sistema - Taxonómico Americano (hasta nivel de familias de suelos), el sistema FAO (hasta nivel de clase y fase de suelos) y la clave correspondiente a la clasificación Agrológica.

CUADRO No. 2. CLASIFICACION DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN CADA
DISTRITO DE RIEGO.

DISTRITO DE RIEGO	SERIE NOMBRE	CLASIFICACION USDA	CLASIFICACION FAO	CLASIFICACION AGROLOGICA.
05	Bachimba	Ustorthent Lítico, - carbonático, térmico, inclinado superficial	Litosol eútrico 1b.	4P3TFE/tce/4P3E.
DELICIAS.	Delicias	Haplargid arénico-ustólico mezclado, térmico.	Xerosol Lúvico 1a.	2F/C/Clase/1
	González	Argiustoll arídico, arcilloso, clorítico térmico.	Castañozem Lúvico 3a.	3F2A/cd/clase
09	Juárez	Torripsament típico, térmico, fluventico.	Fluvisol eútrico 1a. Fase Salina	3S/L/Clase 1
JUAREZ	Caseta	Haplargid Ustólico, migajoso, térmico	Yermosol Lúvico 2a.	Clase 1
	Porvenir	Haplargid Mólico, migajoso. térmico	Xerosol Lúvico 2a. Fase Salina.	3S/L/Clase 1
83	Vega	Udifluent mólico, migajoso, mólico	Fluvisol Eútrico 2a.	Clase !
RIO PAPIGOCHIC	Casavantes	Udipsamment Típico, Fluvéntico, méjico	Fluvisol Eútrico 1a.	2I/i/clase 1
42	Buenaventura	Argiustoll údico migajoso, térmico	Castañozem lúvico 3a.	30/p/Clase 1
BUENAVENTURA.	San José	Ustifluent típico migajoso, térmico	Fluvisol eútrico 1a.	30/p/Clase 1
90	Conchos	Torripsament típico fluvéntico, térmico	Fluvisol eútrico 1a.	3F2I/ci/Clase 1
BAJO RIO CONCHOS.				

Aunque la mayoría de los suelos estudiados eran de origen aluvial algunos de ellos no fueron clasificados como fluvents (Sistema Americano 7a. Aproximación) debido a que por definición, este suborden agrupa suelos aluviales cuyo contenido de arena es menor de 60 % en la sección control (primeros 50 cm).

VI. CONCLUSIONES.

En base a la información recopilada para la elaboración del presente trabajo pueden concluirse los siguientes puntos:

1°. Los suelos con mayor fertilidad natural corresponden a la serie Vega del Distrito de Riego No. 83 en Guerrero, Chihuahua, sin embargo debido al clima imperante (Ver cuadro No. 4), solo cultivos de ciclo corto o frutales como el manzano pueden desarrollarse. Los suelos pertenecientes a las series Buenavista (en el Distrito de Riego No. 42), González y Delicias (ambas en el Distrito de riego No 05), seguirán en potencial productivo a la serie Vega. Este orden es hecho en base a sus características físicas. Si bien la serie González agrupa suelos arcillosos, no tienen problemas de drenaje debido a que el tipo de arcilla predominante es clorita (2:1:1), además el alto contenido de materia orgánica favorece la agregación de las partículas, por lo que la estabilidad estructural es muy alta a pesar del intenso laboreo a que son sometidos estos suelos. Los suelos de la serie Buenaventura tienen también una alta fertilidad natural, pero debido a la presencia de grava y piedras pequeñas en el perfil, existe una mayor dificultad mecánica para su explotación; por lo que respecta a la serie Delicias, fueron considerados en cuarto lugar debido al bajo contenido de arcilla y materia orgánica presente en los primeros 40cm, lo que aunado al alto contenido de carbonatos ocasiona por

un lado una alta tasa de lixiviación de nutrientes (sobre todo cationes básicos por la baja CIC) y por otro la fijación de carbonatos e inmovilidad de algunos micronutrientes tales como el fierro y el molibdeno.

Los suelos pertenecientes a la serie Casavantes (distrito de Riego No. 83) tienen también una buena fertilidad natural aunque el alto contenido de arena ocasiona un bajo valor de CIC, aunque no tan grave por el buen contenido de materia orgánica. Esta situación es similar a la existente en los suelos de la serie San José, con el agravante en este caso, de la existencia de grava y piedras en el perfil.

En los suelos pertenecientes al Distrito de Riego No. 09 se detectaron procesos de ensalitramiento por lo que su fertilidad natural está siendo restringida (principalmente en la serie Porvenir). Los suelos de la serie Conchos tienen también procesos de acumulación de sales, lo que puede ser fácilmente solucionado gracias a la baja capacidad de retención de humedad que poseen estos suelos ocasionado por la textura gruesa. El bajo contenido de materia orgánica y el bajo nivel de agregación de las partículas resultante de este hecho (y a la textura) -- ocasiona un alto potencial de erosión eólica.

Los suelos pertenecientes a la serie Bachimba (Distrito de riego No, 05) son los menos fértiles de todos los con

siderados en el presente estudio debido a su poca profundidad, alto contenido de carbonatos, baja CIC y la pendiente que poseen lo que los hace muy susceptibles a la erosión hídrica.

- 2°. Debido a la dificultad técnica que implica el aplicar láminas y calendarios de riego calculados en base a las características físicas del suelo y al uso consuntivo de cada cultivo, la eficiencia en el uso del agua por las plantas y por lo tanto la productividad agrícola de cada Distrito de Riego estará en función de la variabilidad en propiedades tales como textura, estructura, profundidad efectiva, etc., de los suelos que lo integran. Concretamente, entre mayor sea la diferencia en la capacidad de retención de humedad de los suelos que integren una zona agrícola, mayor será la dificultad para suministrar el agua en el momento y cantidad requerida para cada caso particular.

Este efecto es más grave que el debido a la variación en la fertilidad natural de los suelos, pues generalmente las dosis de fertilizante son excesivas por lo que este factor queda inhibido. Tomando esto en consideración, el Distrito de Riego No, 09 en Ojinaga que está integrado por suelos muy homogéneos (como se mencionó en el capítulo V) aunque de fertilidad muy baja, tendría una mayor eficiencia en el uso del agua por las plantas (no importando la eficiencia de conducción, que para este -

caso es de 60.6 %) en orden descendente seguirían los Distritos de Riego No. 83, 42, 09 y en último lugar el Distrito 05.

- 3°. En los Distritos de Riego ubicados en el Norte del Estado, principalmente el 09 y el 90, es urgente la protección de los suelos con cortinas rompevientos pues el alto contenido de arena existente los hace especialmente susceptibles a este tipo de degradación (Dregne, 1976).

Por lo que respecta a los suelos pertenecientes a la serie Bachimba, es necesario dedicarlos exclusivamente a la producción de cultivos de cobertura completa bajo severas medidas de conservación y mejoramiento ya que su poca profundidad no permite mayores pérdidas por erosión o mal manejo.

- 4°. El problema de ensalitramiento presente en los suelos del Distrito de Riego No. 09 y en menor grado en el 90, es señal de inadecuadas técnicas de riego por lo que es necesario realizar investigaciones en este aspecto.
- 5°. Es conveniente que los análisis de suelos realizados por las diferentes dependencias (INIA, Dirección de Agrología, Facultades de Agronomía, etc.), consideren los mismos parámetros con el objeto de facilitar el estudio futuro de los mismos. Es especialmente necesario que en la evaluación de los cuerpos de suelos se tomen en cuen

ta las características morfológicas tales como: estructura, tipo y espesor de cada horizonte, color, efervescencia, etc., y dentro de las propiedades químicas, se debe considerar la determinación de la CIC y el total de bases intercambiables al mismo nivel de importancia que la determinación del pH, CE, y el contenido de materia orgánica. La determinación de fósforo y nitrógeno (Totales y aprovechables) no tiene ningún valor práctico debido a la gran cantidad de fuentes de error existentes en los métodos actuales y a que, para su interpretación, es necesario hacer pruebas de correlación y calibración.

- 6°. Debido a la gran cantidad de trabajo que representa, - no fue posible extender el estudio a todas las zonas de riego que comprenden la región centro Norte del país, por lo que sería conveniente el considerar la evaluación -- futura de las áreas agrícolas faltantes.
- 7°. La información disponible sobre productividad agrícola de los Distritos de Riego considerados en el presente estudio solo contempla la producción global o la producción media de todo el Distrito sin considerar las series de suelo que los integran, por lo que no fue posible realizar comparaciones en este sentido.

VII. RESUMEN.

En el mes de abril de 1982, se inició un proyecto de investigación cuyo objetivo fundamental fué el evaluar en forma íntegra las series de suelos representativas de las principales zonas agrícolas del Estado de Chihuahua, para lo cual se utilizó como base la información recopilada por el personal de la subdirección de Agrología de la SARH en la elaboración de los estudios agrológicos correspondientes.

Fueron seleccionadas once series de suelos respectivas de cinco Distritos de Riego (Delicias, Guerrero, Buenaventura, Juárez y Ojinaga), que agrupan un total de 146,978 has., la superficie total representada por las once series estudiadas es de 96,925 has., por lo que el presente trabajo es representativo del 64 % de la superficie total irrigada del Estado, (falta considerar las unidades de riego y otras áreas irrigadas por bombeo que dan un total aproximado de 30,000 has.).

Los resultados indican que en general los suelos agrícolas del Estado tienen buena fertilidad natural aunque existen áreas que requieren de prácticas intensivas de Conservación de Suelos tales como las series Bachimba en Delicias, Porvenir en Juárez y en menor grado las series Conchos en Ojinaga y San José en Buenaventura.

Debido a que la mayoría de las series de suelos tenían un mismo origen (aluvial) y el mismo grado de desarrollo, su clasificación en los diferentes sistemas considerados fué muy similar lo que refleja un potencial productivo homogéneo, con excepción de los suelos correspondientes al Distrito de Riego No. 83 en Guerrero, Chih., el que, por sus características climáticas es muy diferente a los restantes Distritos estudiados.

Es necesario realizar un estudio mas detallado de las diferentes zonas agrícolas ya que muchas de las series de suelos reportadas en los Levantamientos Agrológicos, corresponden exactamente a las series de suelos de otras zonas, reportadas con diferentes nombres, por lo que haciendo la corrección correspondiente, se tendría una base para la extrapolación de experiencias de una zona a otra. Tal es el caso de las Series Armendariz y González ambas en el Distrito de Riego 05 de Delicias, cuyas características son muy similares a las series Meoqui en Delicias y Conchos en Ojinaga.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

Allison C.E. et. al., 1980, Suelos Salinos y Sódicos. Ed.
Limusa, México D.F.

Alvidrez V.L., 1983. Estudio Edafológico Detallado de las
Principales Familias de Suelos del Distrito de
Riego 05, Delicias, Chihuahua.
Tesis Licenciatura Especialidad Suelos, UAAAN.

Arkley. J., 1971. Factor Analysis and Numerical Taxonomy
of Soils. SSSAP Vo. 35, pp 312.

BANCOMER, 1975, Economía del Estado de Chihuahua. México
pp 7-12. 19, 25-43.

Bénitez C.E., 1963, Utilización de las Fotografías Aereas
en los estudios Agrológicos del Valle del
Carmen y del Valle de Ojinaga en el Estado de
Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Planeación.
Dirección General de Estudios, Subdirección
de Agrología, México.

Bie. S.W. y P.H.T. Beckett , 1971. Quality Control en Soil
Survey. Introduction. I. The Choice of mapping
Unit. Journal of Soil Sci. Vol. 22 No. 1: 32-49.

Bie. S.W. y PH. Beckett, 1971. Quality Control in Soil Survey II. The Costs of Soil Survey. Journal of Soil Sci. Vol. 22 No. 4: 453-465.

Birkeland P.W., 1974., Pedology, Weathering and Geomorphological Research. Orford Univ. Press. fourth. Printing.

Bisal y J. H. Sieh, 1966., Influence of Moisture on Erodibility of Soil by Wind. Soil Sci. Vol 102 No 3: 143-146.

Black C.A. et. al., 1961. Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Agronomy 9 American Society of Agronomy. Inc Madison, Wisconsin. USA.

Bodman G.B. y Mahmud A.J., 1932. The Use of moisture equivalent in the texture classification of Soils. Soil Sci. Vol. 33: 363-374.

✓ Buol S.W. et al , 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa State Univ. Press. Amers .

Burrough P.A. y P.H.T. Beckett, 1971. The Relation Between Cost. and Utility in Soil Survey, (I-III) Journal of Soil Sci. Vol. 22, No3: 359-394.

- CETENAL. 1976, Carta Climática. Escala 1:50000. Chihuahua, México. Presidencia de la República.
- CETENAL., 1976. Carta Geológica. Escala 1:50000. Chihuahua. México., Presidencia de la República.
- CETENAL, 1976., Carta Topográfica Escala 1;50000. Chihuahua. México. Presidencia de la República.
- CETENAL., 1976, Carta de Navegación Aerea. Escala 1:250,000 Chihuahua. México, Presidencia de la República.
- Cooster. J.K., 1964., Soil Survey and Their Application in Tropical Agriculture. Trop. Agric. Trin 41:185-196.
- Diaz J.J., 1975., Fotointerpretación Aplicada a la Nueva Metodología de clasificación de Suelos para Uso Potencial. Tesis Profesional, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Dregne H.E., 1976. Soils of Arid Regions. Elsevier Scientific Publishing company, N.Y.
- Fireman .M., 1979., Principios y Propósitos de la Clasificación de la Tierra. Anexo 1. SARH. Subsecretaria de Planeación, Dirección de Estudios Subdirección de Agrología . México.

Gallegos A. 1983., Manual de Estudios Agrológicos. UAAAN
México.

✓Gile . L. H., 1975., Causes of Soil Boundaries in and Arid
Regions I. Age and Parent Materials. SSSAP
Vol 39:1-3

Gile L.H. et. al , 1966. Morphological and Genetic .
Sequences of carbonate Accumulation in Desert
Soils Soil Sci 101: 347-360

Gile L.H., y R.B Grossman. 1968 . Morphology of the Argi
llic Horizon in Deserts Soils of Southern New
México. Soil Sci. Vol. 106: 6-15.

Hargreaves G. , 1975., Adecuada Precipitación Pluvial y
Producción de Forraje en México. Manual del
curso de Manejo de Cuencas. Saltillo, Coah.
México.

Hulett G.K. et. al ., 1969. Soil Depth - Vegetation
Relationships on a Shallow Limy Range Site
in Western Kansas. Journal of Range Management
Vol. 22: No. 3: 196-199.

Jackson N.C. , 1958., Soil Chemical Analysis. Prentice
Hall inc. Englewood. Cliffs. N. jersey.

- Jeyaseelan. K.N., y B.C. Matthews , 1956. Chemical Properties of Southern Ontario Soils. Can J. Agric Sci 36: 394-400.
- Linell L. A., 1974., Soil Classification With Particular Reference to The Seventh Approximation. -- Journal of Soil Sci. Vol. 24 No. 4: 412-419.
- Macias Villada M. , 1964., El Estudio de Suelos en México y las Unidades Cartográficas. Tercer Seminario Latino Americano de Irrigación. Tomo III. SARH.
- Maker. H.J. et. al ., 1971., Soil Association and Land Classification for Irrigation. Dona Ana County Agr. Exp. St. Research Report No. 183. New México. State Univ..
- Maker H.H. et. al , 1974., Soils of New México. Agr. Exp. Station. Research Report 285. New México State Univ.
- Martínez L.A., 1963. Experiencias sobre métodos de Foto interpretación en los levantamientos Agro-lógicos de Zonas Aridas. SARH. Subsecretaria de Planeación Dirección General de Estudios. Subdirección de Agrología México.
- Mendoza H.J., 1983., Diagnóstico Climático para la zona de influencia Inmediata de la UAAAN. Agro-

meteorología. UAAAN.

Mitchell C.W., 1974. Soil Classification with particular

Reference to the Seventh approximation.

Journal of Soil Sci. Vol. 24. No.4: 412-419.

Munsell Soil Color Charts., 1975. Macbett Division of

Kollmargen Corporation, Maryland 21218.

Nettleton W. et. al., 1969. Argillic Horizon. Without

clays Skins . SSSAP 33:121-125.

Peña Rodríguez F., 1964., La Fotointerpretación Aerea en

la Génesis y Clasificación de Suelos con fi

nes de Irrigación. Tercer Seminario latino-

americano de Irrigación., TOMO III. S.ARH.

Rusell E.W., 1971., Soil Structure: Its Maintenance and

improvement . Journal of Soil Sci. Vol. 22

No. 2:

SARH., 1962., Plano Agrológico del Distrito de Riego 05

Delicias. Chihuahua.

SARH., 1978. Atlas Geohidrológico. Vol. 1, pp 48-51.

México.

- Sheng T.C., 1974., Proyecto de Clasificación de la Capacidad de la Tierra del Regiones Cálido-Húmedas. SARH., Subsecretaria de Planeación. - Dirección General de Estudios Subdirección de Agrología.
- Simons W.R., 1971., Soil Association maps and propose nomenclature. SSSAP. Vol 35 pp 959-965.
- Soil Survey Staff., 1951., Soil Survey Manual-Agr. Handbook No. 18. Gout Printing office Washington. A.C.
- Soil Survey Staff., 1975., Soil Taxonomy. A. Basic -- System for making and Interpreting Soil Surveys. Agr. Handbook NO. 436. Gout Printing office Washington. A.C..
- Steila Donald., 1976., The Geography of Soils. Formation Distribution and management. Prentice Hall. Inc. N.J..
- Tamayo. J.L. 1962., Atlas Geográfico General de México Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México.

✓Tavares G.M., 1984., Estudio Edafológico Detallado de las Principales Familias de Suelos del Distrito de Riego 41, Valle del Yaqui, Sonora. Tesis Profesional , Especialidad Suelos, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.,

✓Western S., 1972., The Classification of Arid Zone Soils. I. An Aproach to the classification of Arid Zone Soils Using Depositional Features. Journal of Soils Sci. Vol. 23: No. 3: 266-297.

IX. APENDICE.

CUADRO No. 3 DATOS CLIMATOLOGICOS DEL DISTRITO DE RIEGO 05,
 DELICIAS. Lat. N 28°11,. Long. W 105°30'
 Altitud 1165 msnm.

M E S E S	TEMP. °C	PRECIP mm	EVAP. mm	HELADAS DIAS	GRANIZO DIAS.
ENERO	9.2	9.0	19.54	13.2	0
FEBRERO	12.4	3.7	34.97	7.0	0.1
MARZO	15.3	3.0	58.98	2.0	0
ABRIL	19.8	7.3	110.87	1.0	0
MAYO	23.6	7.4	161.84	0	0
JUNIO	27.8	28.4	218.17	0	0
JULIO	26.0	61.0	199.88	0	0
AGOSTO	25.1	65.2	182.08	0	0.1
SEPTIEMBRE	23.1	54.1	137.41	0	0
OCTUBRE	19.0	20.8	87.30	0	0
NOVIEMBRE	12.8	4.7	42.02	3.8	0
DICIEMBRE	9.3	9.6	20.94	15.6	0
TOTAL ANUAL		274.2	1274.00	41.7	0.2

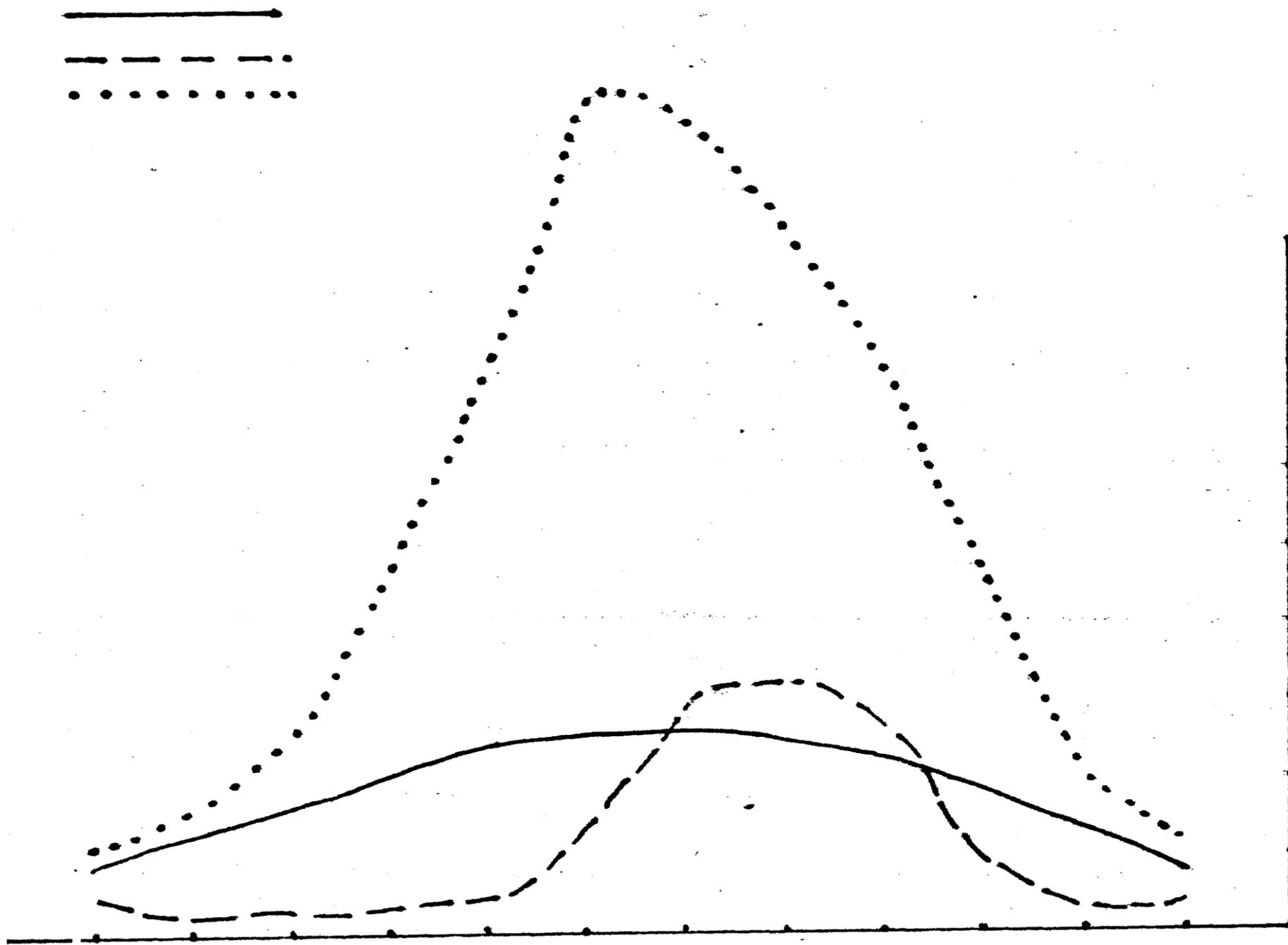


FIGURA 7.. CLIMOGRAMA DE GAUSSEN PARA EL DISTRITO DE RIEGO 05, DELICIAS, CHIHUAHUA.

CUADRO No. 4. DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL DISTRITO DE RIEGO 09,
 CD. JUAREZ, CHIH. Lat. N 31°44' Long. W 106°29'
 Altitud 1135 msnm.

MESES	TEMP. °C	PRECIP. mm	EVAP. mm	HELADAS DIAS	GRANIZO DIAS.
ENERO	6.1	8.9	11.41	19.41	0.05
FEBRERO	8.8	11.4	21.74	11.68	0.15
MARZO	11.9	10.4	40.97	7.26	0.05
ABRIL	17.8	4.8	94.39	0.66	0.04
MAYO	21.9	6.8	147.19	0.0	0.10
JUNIO	26.1	12.1	209.79	0.0	0.04
JULIO	27.5	52.1	228.01	0.0	0.10
AGOSTO	26.8	42.6	206.28	0.0	0.05
SEPTIEMBRE	23.3	36.9	147.60	0.0	0.0
OCTUBRE	17.6	24.9	80.97	1.15	0.05
NOVIEMBRE	10.8	10.4	30.42	9.40	0.10
DICIEMBRE	7.3	16.7	14.18	19.57	0.05
T O T A L.		238.0	1232.95	69.13	0.78

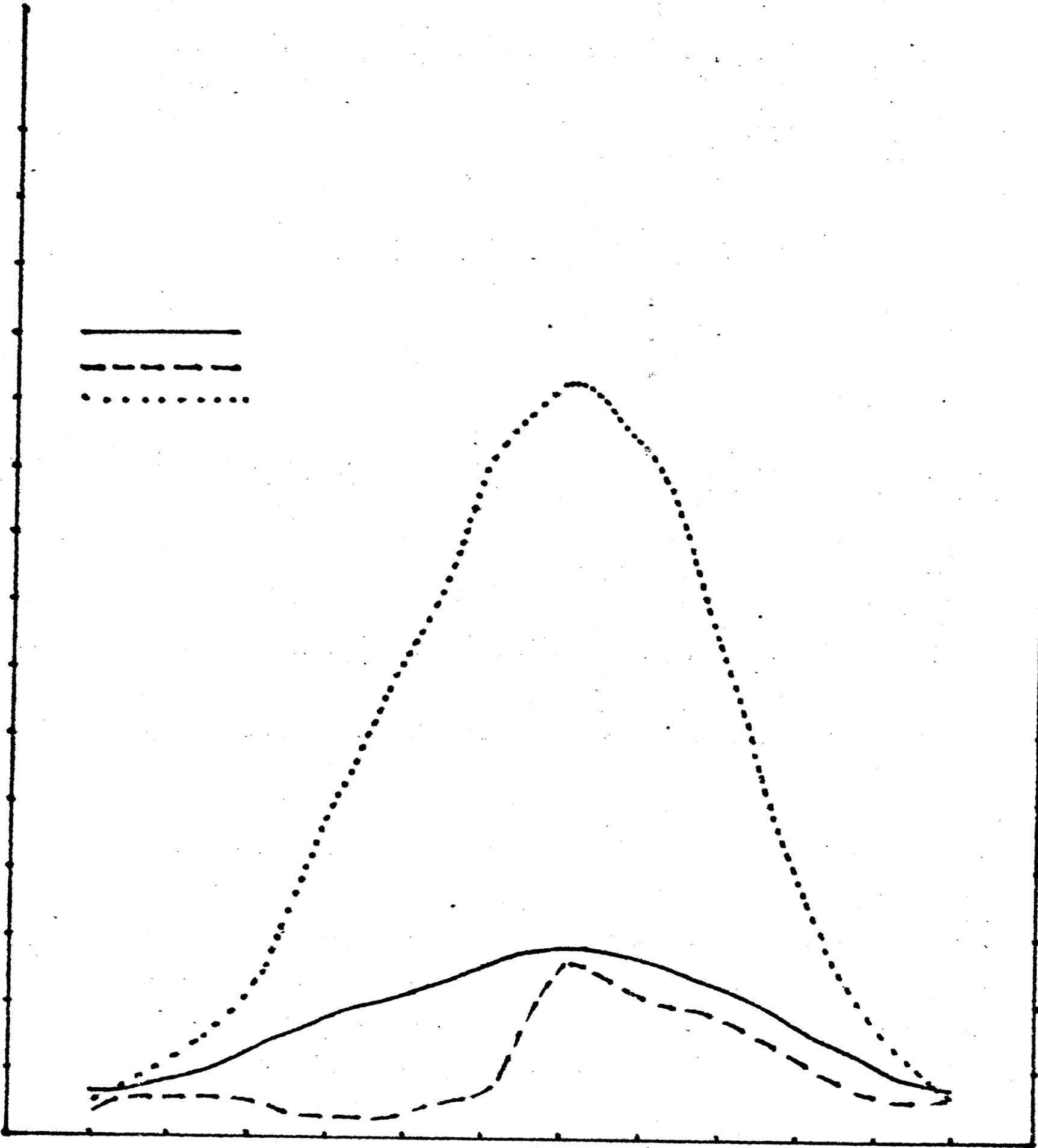


FIGURA 8. CLIMOGRAMA DE GAUSSEN PARA EL DISTRITO DE RIEGO 09 CIUDAD, JUAREZ, CHIHUAHUA.

CUADRO No. 5. DATOS CLIMATOLOGICOS DEL DISTRITO DE RIEGO 83,
 PAPIGOCHIC, CHIH., Lat. 28°30'. Long., W 108°31'
 Altitud 2020 msnm.

M E S E S	TEMP. °C	PRECIP. mm	EVAP. mm	HELADAS DIAS	GRANIZO DIAS
ENERO	4.1	10.0	22.3	28	0
FEBRERO	6.0	11.0	35.7	24	0
MARZO	8.2	5.0	66.4	21	0
ABRIL	11.7	6.0	90.2	10	0
MAYO	14.9	13.0	112.3	2	0
JUNIO	18.5	33.0	129.1	0	0
JULIO	19.3	118.0	135.8	0	0
AGOSTO	18.2	119.4	115.7	0	0
SEPTIEMBRE	16.8	81.3	102.1	0	0
OCTUBRE	8.3	24.7	55.4	8	0
NOVIEMBRE	8.4	10.1	38.3	21	0
DICIEMBRE.	4.8	29.0	21.0	27	0
T O T A L E S.		460.5	924.3	141	0

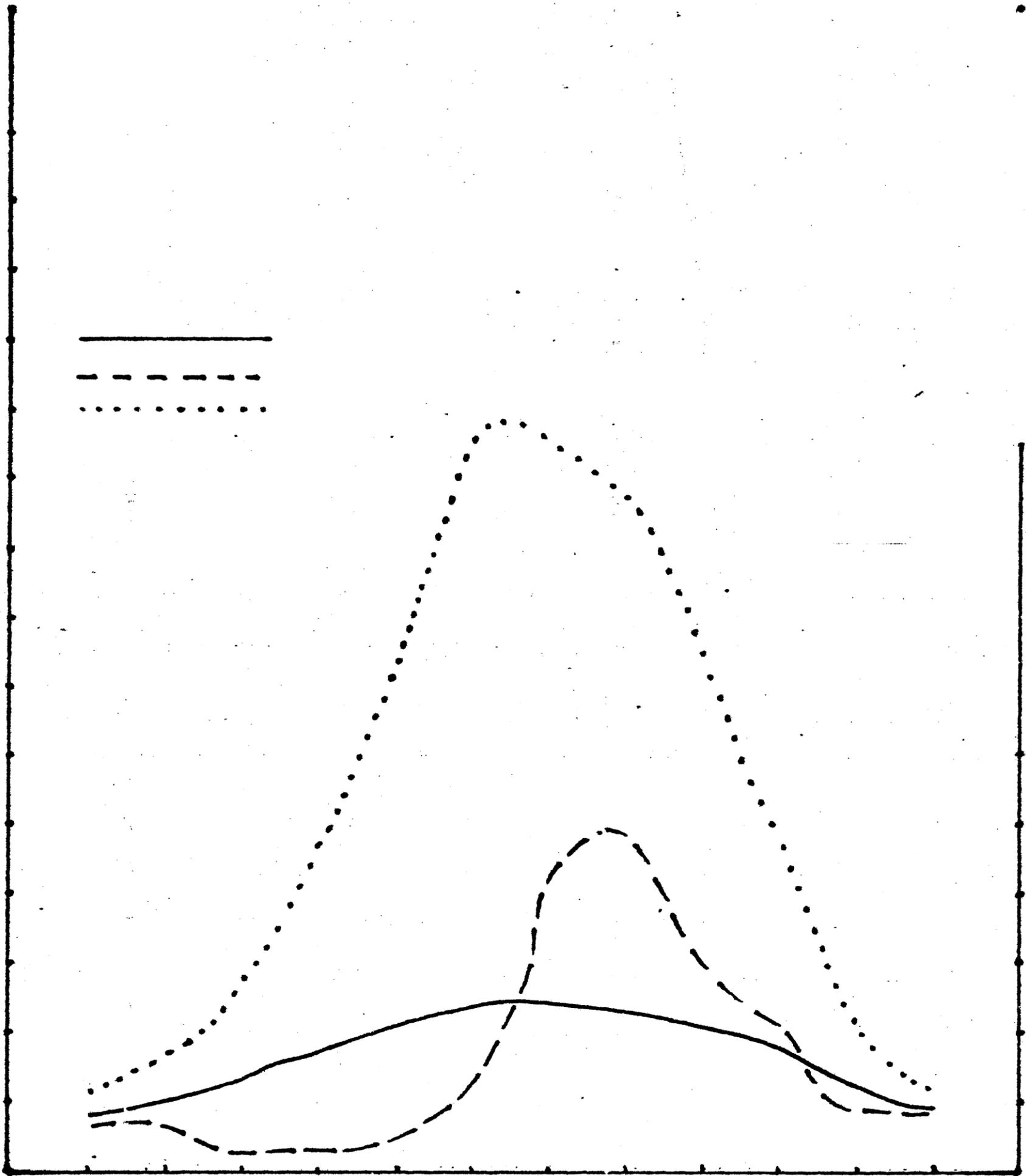


FIGURA 9. CLIMOGRAMA DE GAUSSEN PARA EL DISTRITO DE RIEGO
42 SAN BUENAVENTURA Y CASAS GRANDES, CHIHUAHUA.

CUADRO No. 6. DATOS CLIMATOLOGICOS DEL DISTRITO DE RIEGO 42
SAN BUENAVENTURA Y CASAS GRANDES.

Lat. N. 29°51', Long. W 107°29', Altitud 1574 msnm

M E S E S	TEMP. °C	PRECIP. mm	EVAP. mm	HELADAS DIAS	GRANIZO. DIAS.
ENERO	8.6	11.6	21.01	16.5	0
FEBRERO	10.5	11.4	32.46	10.8	0
MARZO	13.1	4.8	52.81	6.7	0
ABRIL	17.1	6.2	94.96	2.6	0
MAYO	21.1	6.9	149.34	0	0
JUNIO	25.4	24.4	217.79	0	0
JULIO	25.1	88.2	210.42	0	0
AGOSTO	23.9	98.8	182.71	0	0
SEPTIEMBRE	22.1	55.1	146.86	0	0
OCTUBRE	18.1	40.8	93.43	0.9	0
NOVIEMBRE	12.0	13.5	40.15	10.6	0
DICIEMBRE	9.0	18.4	22.15	15.9	0
T O T A L E S		380.1	1264.45	64.0	0

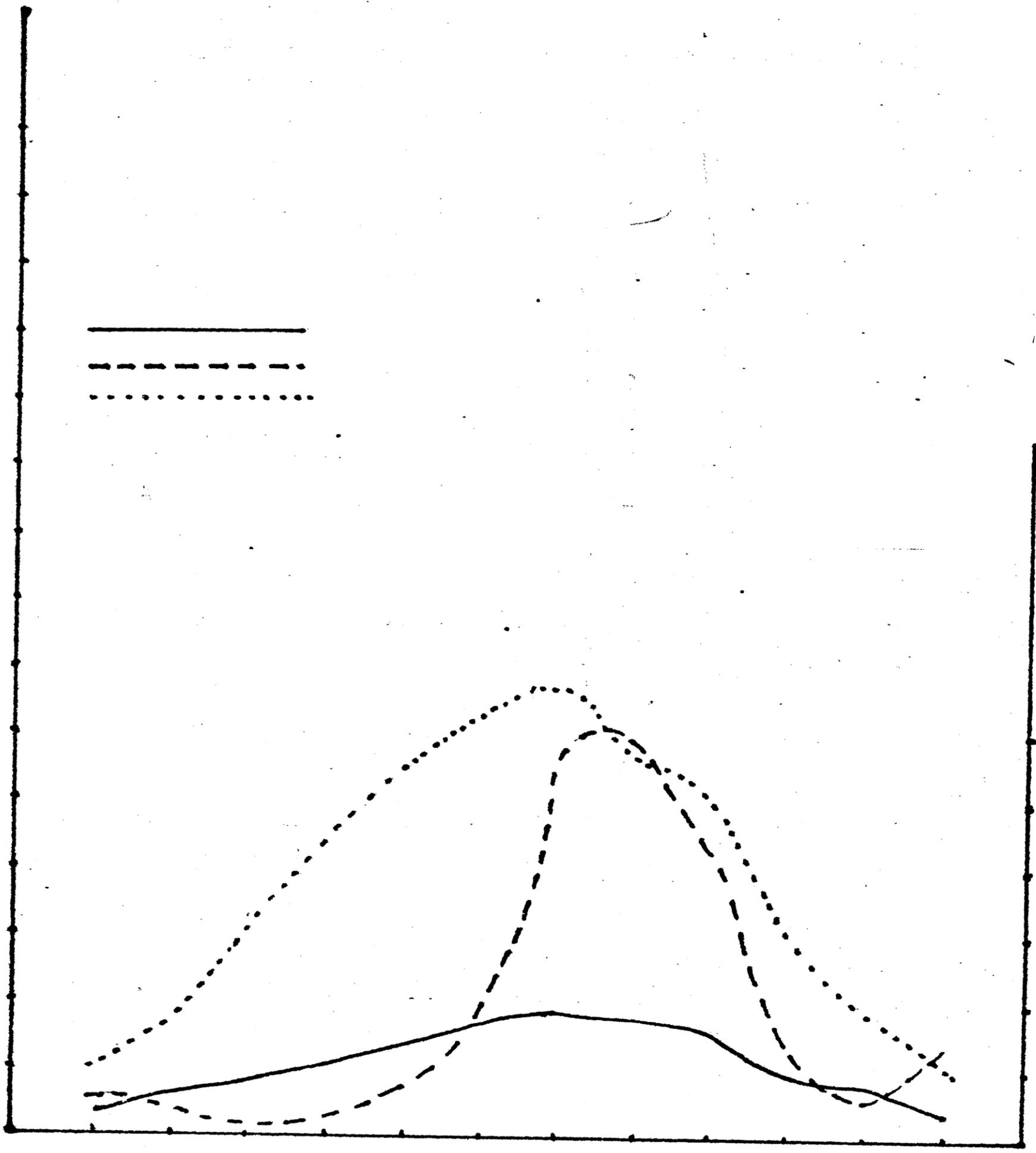


FIGURA 10. CLIMOGRAMA DE GAUSSEN PARA EL DISTRITO DE RIEGO 83, RIO PAPIGOCHIC, CHIHUAHUA.

CUADRO No. 7. DATOS CLIMATOLOGICOS DEL DISTRITO DE RIEGO 90
BAJO RIO CONCHOS, CHIH., Lat. N 29°34' Long. W 104° 24'
ALTITUD 788 msnm.

M E S E S	TEMP. °C	PRECIP mm	EVAP. mm	HELADAS DIAS	GRANIZO DIAS
ENERO	10.4	12.6	11.74	11.6	0.0
FEBRERO	13.2	5.7	23.52	5.8	0.06
MARZO	16.6	4.3	46.52	2.8	0.0
ABRIL	22.4	7.9	112.58	0.07	0.07
MAYO	27.3	17.0	202.02	0.0	0.13
JUNIO	31.3	35.4	299.18	0.0	0.20
JULIO	32.0	37.5	313.36	0.0	0.0
AGOSTO	31.0	37.4	273.93	0.0	0.13
SEPTIEMBRE	28.6	40.3	205.59	0.0	0.0
OCTUBRE	23.5	22.4	112.75	0.13	0.0
NOVIEMBRE	16.1	9.7	42.25	2.81	0.0
DICIEMBRE	11.2	7.8	14.05	9.0	0.0
TOTALES		238.0	1657.54	32.37	0.59

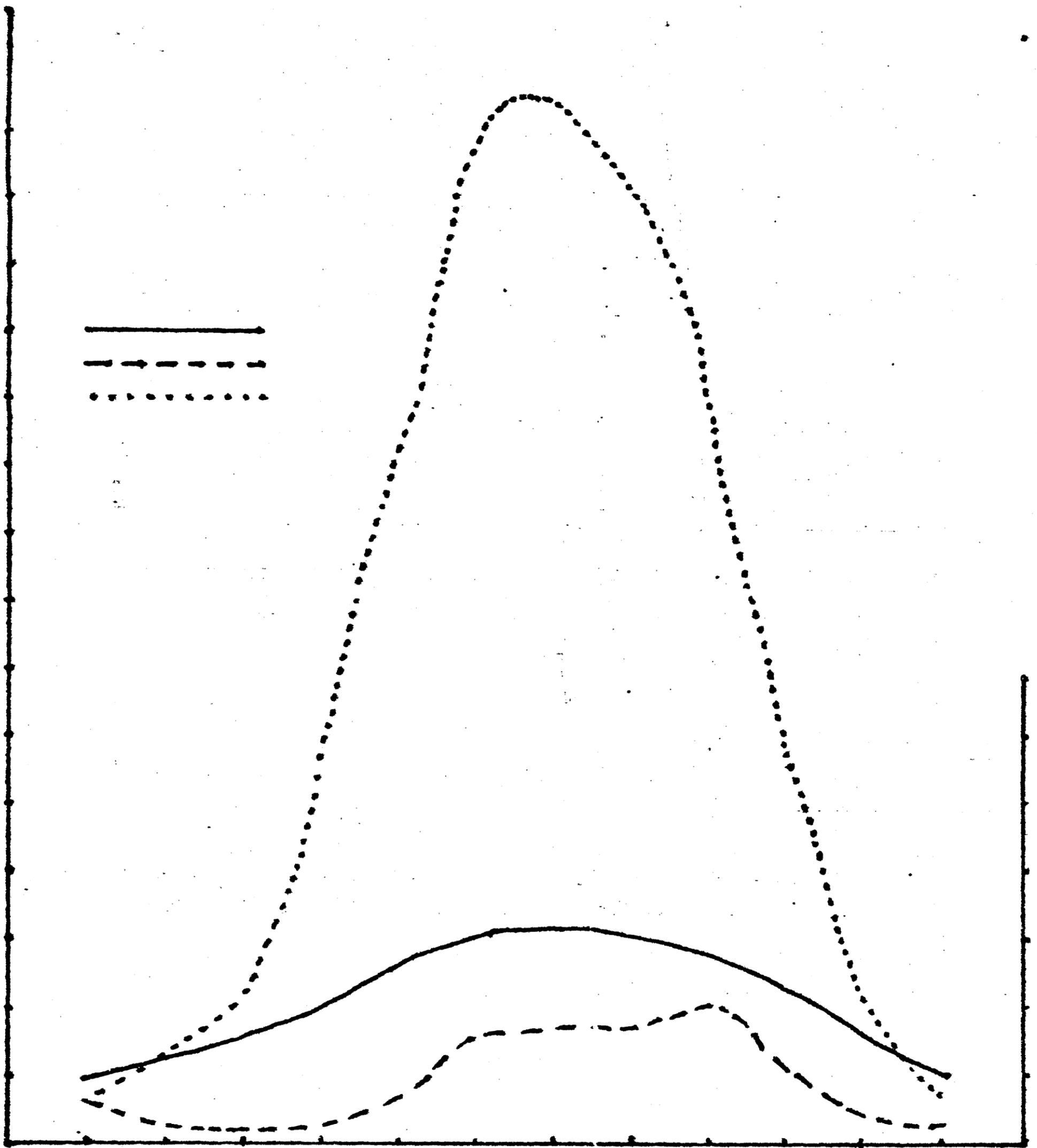


FIGURA 11. CLIMOGRAMA DE GAUSSEN PARA EL DISTRITO DE RIEGO 90. RIO CONCHOS, CHIHUAHUA.

CONTINUACION CUADRO No. 8.

DISTRITO DE RIEGO	SERIE SUELOS	HORIZONTE CM	PROFUNDIDAD, CM	COLOR	Da gr/cm ³	GRANULOMETRIA		% Δr	TEXTURA	% DE CC	HUMEDAD PMP
						A	L				
	Porvenir	Δp	0-23	10YR ⁴ / ₃	1.24	47	17	36	ΔrΔ	27	12
		Δ2	23-67	10YR ⁴ / ₅	1.27	46	30	24	M	24	11
		B ₂ t	67-110	10YR ⁴ / ₅	1.37	38	16	46	Δr	-	-
		C ₁	110-+	10YR ⁵ / ₃	1.38	91	8	1	Δ	-	-
83	VEGA	Δp	0-23	10YR ³ / ₂	1.24	52	11	27	MΔrΔ	23	12
		Δ2	23-40	10YR ³ / ₃	1.26	43	33	24	M	24	12
		C ₁	40-53	5YR ³ / ₄	1.31	53	30	17	MΔ	-	-
RIO		C ₂	53-80	5YR ^{3.5} / ₄	1.33	55	31	14	MΔ	-	-
			+								
PAPIGO CHIC.	Casavantes	P	0-28	7.5YR ^{3.5} / ₄	1.36	61	25	14	MΔ	17	10
		C ₁	28-50	5 YR ³ / ₄	1.37	81	28	11	ΔM	16	10
		C ₂	50-80	5 YR ³ / ₄	1.37	90	8	2	Δ	-	-
			+								
42	Buena-ventura.	Δp	0-24	5YR ^{3.5} / ₃	1.27	53	25	22	MΔrΔ	21	10
		Δ2	24-36	5YR ^{3.5} / ₄	1.29	59	24	17	MΔ	18	10
		B ₂ t	36-58	5YR ³ / ₄	1.45	43	28	29	MΔrΔ	-	-
		C ₁	58-85	5YR ^{4.5} / ₄	1.36	67	19	14	MΔ	-	-
BUENA-VENTURA		C ₂	85-+	5YR ⁵ / ₄	1.35	69	18	13	MΔ	-	-
Y	San José	Δp	0-28	7,5YR ^{3.5} / ₄	1.24	61	12	27	MΔrΔ	22	13
		Δ2	28-50	5YR ³ / ₄	1.26	65	21	14	MΔ	16	9
CASAS GRANDES		C ₁	50-80	5YR ³ / ₄	1.31	73	19	8	ΔM	-	-
		C ₂	80-+	5YR ³ / ₄	1.33	81	13	6	ΔM	-	-

CONTINUACION CUADRO No. 8.

DISTRITO DE RIEGO	SERIE SUELOS	HORIZONTE CM	PROFUNDIDAD. CM	COLOR	D _a 3 gr/cm ³	GRANULOMETRIA %			TEXTURA	% DE CC	HUMEDAD PVP
						A	L	Ar			
90 BAJO RIO CONCHOS	CONCHOS	A ₁	0-31	10YR ⁵ / ₄	1.29	56	30	14	ML	18	9
		A ₂	31-77	10YR ⁵ / ₆	1.31	77	16	7	LM	11	3
		C ₁	77-130	10YR ⁵ / ₄	1.34	86	10	4	Δ	-	-
		C ₂	130- +	10YR ⁵ / ₄	1.36	94	6	0	Δ	-	-

DISTRITO DE RIEGO	SERIE SUELOS	HORIZON TE CM	PROFUN DIDAD CM	M.O %	pH 1:2	NT %	CO ₃ %	CE mmhos/ CM	CIC	Ca Meq. / 100 gr.	Mg	Na SUELO.	K	
05 DELICIAS.	Bachimba	Δp	0-25	2.7	8.8	0.04	56	0.32	17	11.6	2.4	0.4	1.3	
		Ccam	25-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Delicias	Δp	0-27	1.8	8.5	0.07	52	0.72	12	8.2	1.8	0.4	1.0	
		Δ2	27-42	1.4	8.5	0.01	52	0.75	10	6.2	1.2	0.2	1.1	
		B ₂₁ ^t	42-53	1.1	8.4	0.03	57	0.37	15	8.8	1.2	0.8	1.2	
		B ₂₂ ^{tca}	53-105 +	0.99	8.3	0.02	61	0.50	27	20	2.0	0.6	1.3	
	González	Δp	0.-18	2.4	8.3	0.07	60	2.25	30	19	4.2	1.5	2.1	
		Δ2	18-44	1.7	8.4	0.02	56	1.35	26	14.4	4.6	1.6	2.0	
		B ₂₁ ^t	44-90	1.6	8.4	0.03	60	0.90	30	18.6	4.8	1.2	2.0	
		B ₂₂ ^t	90-120 +	0.9	8.4	0.04	62	0.90	29	19.2	4.0	1.3	2.2	
	09 VALLE DE JUAREZ	Juárez	Δp	0-20	1.2	8.4	0.03	14.5	1.3	14	7.3	3.1	0.3	2.1
			Δ2	20-40	1.4	8.6	0.02	28.0	9.5	11	7.0	1.7	0.9	2.3
C ₁			40-120 +	1.2	8.6	0.01	18.5	10.0	9	6.3	1.5	0.7	0.5	
Caseta.		Δp	0-24	1.0	8.4	0.05	13.5	3.0	22	9.4	5.3	1.4	3.4	
		Δ2	24-38	0.74	8.6	0.03	13.0	0.9	17	8.1	4.1	1.3	2.3	
		B ₂₁ ^t	38-67	0.27	8.6	0.01	13.0	1.2	23	14.3	5.4	1.9	4.1	
		B ₂₂ ^t	67-91	0.27	8.4	0.01	8.5	1.2	18	8.1	4.0	0.7	3.8	
		C ₁	91-+	0.27	8.6	0.01	8.5	0.8	8	7.1	3.0	0.5	1.7	
Porvenir		Δp	0-23	1.8	8.1	0.07	11	7.0	22	14.3	2.3	1.1	4.5	
		Δ2	23-67	1.4	7.9	0.05	13	6.0	17	9.3	2.1	1.2	3.1	
		B ₂ ^t	67-110	0.9	8.2	0.03	13	5.8	27	16.7	3.0	2.4	4.8	
		C ₁	110-+	0.47	8.4	0.03	13	7.0	0	6.5	0.8	0.4	1.0	

CONTINUACION CUADRO No. 9.

DISTRITO DE RIEGO	SERIE SUELOS	HORIZONTE CM.	PROFUNDIDAD CM.	M.O. %	pH 1:2	NT %	CO ₃ %	CE mmhos/Cm.	CIC	Ca Meq / 100 Gr.	Mg Suelo.	Na	K	
83 RIO	Vega	Δp	0-23	3.6	6.7	0.09	0.5	0.52	22	6.1	4.1	0.3	3.7	
		Δ2	23-40	1.3	6.7	0.06	0.5	0.91	16	5.7	2.0	0.2	2.1	
		C ₁	40-53	1.8	6.6	0.06	0.5	0.36	12	3.1	3.1	0.2	0.7	
		C ₂	53-80 +	0.95	6.8	0.03	0.5	0.34	10	3.8	2.7	0.2	0.8	
PAPIGO CHIC.	Casavante	Δp	0-28	1.9	7.1	0.08	0.5	0.27	12	5.1	2.8	0.2	3.0	
		C ₁	28-50	0.68	6.9	0.03	0.5	0.45	9	3.3	3.1	0.2	0.5	
		C ₂	50-80	0.49	6.9	0.01	0.5	0.40	4	2.1	0.9	0.2	0.5	
42 BUENAVENTURA Y CASAS GRANDES	Buenaventura	Δp	0-24	2.3	7.1	0.07	0.05	0.5	17	7.4	3.1	0.5	1.3	
		Δ2	24-36	1.88	7.3	0.06	0.05	0.4	13	7.1	2.1	0.9	0.7	
		B ₂ t	36-58	0.74	7.1	0.06	0.05	0.6	19	8.9	5.9	0.5	1.1	
		C ₁	58-85	0.54	6.9	0.03	0.05	0.34	10	4.3	2.1	0.5	0.9	
		C ₂	85-+	0.40	7.1	0.03	0.05	0.2	8	4.1	2.1	0.5	0.5	
		San José	Δp	0-28	1.0	7.3	0.06	0.05	0.45	16	9.3	3.1	0.3	1.8
	Δ2		28-50	1.0	7.1	0.05	0.05	0.45	10	6.3	2.1	0.4	1.3	
	C ₁		50-80	0.88	7.1	0.04	0.05	0.5	6	2.5	2.1	0.3	0.5	
C ₂	80-+		1.0	7.1	0.04	0.05	0.35	4	2.3	0.9	0.3	0.5		
90 BAJO RIO CONCHOS	Conchos	Δp	0-31	0.67	8.4	0.02	31.3	3.8	9	8.4	2.9	0.8	0.7	
		Δ2	31-77	0.60	8.3	0.01	27.5	3.5	6	8.9	3.1	0.7	1.5	
		C ₁	77-130	0.17	8.5	0.01	29.3	4.1	4	6.7	2.0	0.5	1.3	
		C ₂	130-+	0.17	8.5	0.01	29.4	4.5	1	2.3	1.0	0.5	0.1	