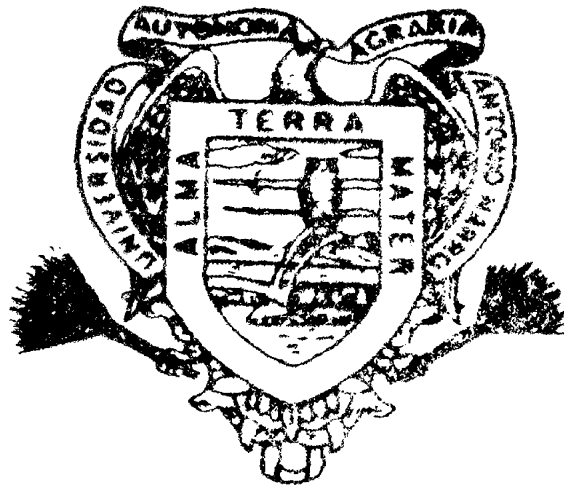


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SUELOS



ESTUDIO EDAFOLOGICO DETALLADO DE LAS
PRINCIPALES FAMILIAS DE SUELOS DEL
DISTRITO DE RIEGO No. 41 VALLE
DEL YAQUI, SONORA

TESIS

MOISES TABARES GARCIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MEXICO

1984

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE INGENIERIA

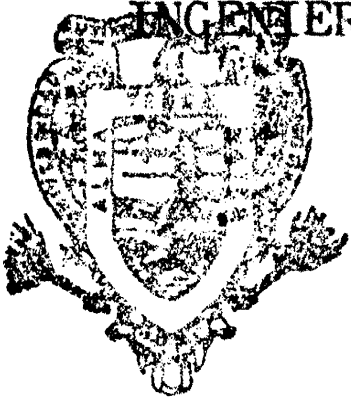
DEPARTAMENTO DE SUELOS

ESTUDIO EDAFOLOGICO DETALLADO DE LAS PRINCIPALES FAMILIAS
DE SUELOS DEL DISTRITO DE RIEGO No. 41 DEL VALLE DEL -
YAQUI, SONORA.

POR

MOISES TABARES GARCIA

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE -
INGENIERO AGRONOMO. ESPECIALIDAD DE SUELOS.



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

Universidad Autónoma Agraria

"ANTONIO NARRO"
TESIS APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO



ING. ARTURO GALLEGOS DEL TEJO

Departamento de
Suelos

SINODAL

SINODAL

ING. JUAN MANUEL CEPEDA DOVALA

ING. CAMILO MORENO OSORIO

Universidad Autónoma Agraria

"ANTONIO NARRO"

EL COORDINADOR DE LA DIVISION DE
INGENIERIA

ING. MC. ROMMEL DE LA GARZA GARZA



Coordinación
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

MARZO 1984

DEDICATORIA

Con todo el afecto, cariño y gratitud que se merecen

A mis Padres:

Jesús José Tabares Valencia

Lidia García de Tabares

Por todos sus consejos, esfuerzos y años dedicados a mi -
persona, ya que es a ellos a quienes debo todo lo que pu-
de y puedo llegar a ser.

A mis Hermanos:

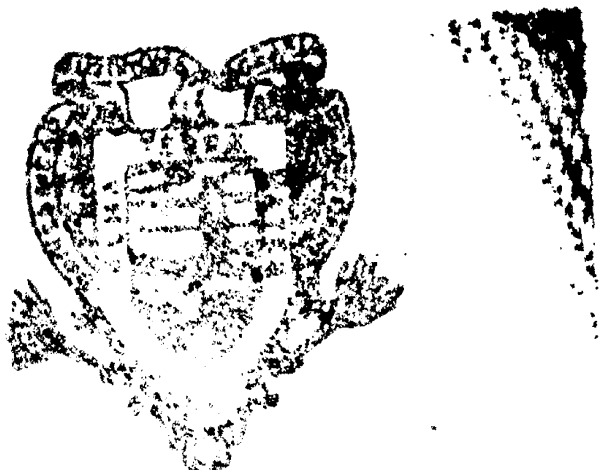
Jesús José

Manuel Antonio

Ariel

David Rayneyro

Francisco Javier



BIBLIOTECA
EGIDIO C. RESONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Solo para recordarles que
una persona es solamente-
lo que quiere ser y lo -
que puede llegar a rea- -
lizar por su paso en es -
ta vida.

Sin olvidarse nunca jamás
que dependemos de nosotros
mismos

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

Al Ing. M.C. Arturo Gallegos del Tejo, por todo su apoyo, esfuerzo y dedicación para la realización de esta investigación.

Al Ing. Camilo Moreno O., por sus sabios consejos encaminados a la mejor presentación de este trabajo.

Al Ing. M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala, por sus observaciones tan acertadas en los Análisis Químicos, que contribuyeron a una mejor realización del presente trabajo.

A las Señoritas Laboratoristas: María del Carmen Potiseck Talavera, Martha Patricia Herrera Gaytán y Martha Alicia Jaramillo Sánchez, por su valiosa colaboración en la realización de los Análisis Físicos y Químicos.

A mis amigos: René Covarrubias, Martín Valenzuela, - - -
Randolfo Sotelo, Pablo Fidel y Heladio Alvarez, -
por su colaboración en la realización del trabajo de campo.

A mi ALMA MATER, por albergarme en sus Aulas en los mejores años de mi existencia.

A todos mis Maestros, por ayudarme a forjarme y enseñarme a enfrentarme a los problemas que día con día se me presenten.

En general, a todas aquellas personas que de alguna u - -
otra forma influyeron para poder lograr lo que -
soy.

C O N T E N I D O

	PAGINA
I.- INTRODUCCION	1
II.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	4
II.1 Localización Geográfica	4
II.2 Superficie	4
II.3 Suelos	6
II.4 Hidrografía	7
II.5 Clima	7
II.6 Cultivos.....	10
II.7 Geología y Fisiografía.....	10
II.8 Aspectos Socioeconómicos.....	12
III.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.....	13
IV.- MATERIALES Y METODOS	23
IV.1 Metodología seguida en el campo....	23
IV.2 Análisis de Laboratorio	25
V.- RESULTADOS Y DISCUSION	27
V.1 Serie Quechhueca	27
V.2 Serie Bacum Switch	30
V.3 Serie Vicam	33
V.4 Serie Bataconcica.....	36
V.5 Serie Torim	39
V.6 Inferencia en base a los resultados	43
V.7 Información contenida en los diferentes nombres y claves usadas para la clasificación.....	45
VI.- CONCLUSIONES	51
VII.- BIBLIOGRAFIA	54
VIII.- APENDICE	59

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRAFICAS.

PAGINA

Cuadro No. 1.-	Distribución de las temperaturas, precipitación y evaporación potencial en la zona de estudio en un período de observación de 28 años.	9
Cuadro No. 2.-	Características morfológicas de los suelos del distrito 41, Valle del Yaqui.....	60
Cuadro No. 3.-	Propiedades físicas de los suelos del distrito 41, Valle del Yaqui.....	65
Cuadro No. 4.-	Propiedades químicas de los suelos del distrito 41, Valle del Yaqui.....	68
Cuadro No. 5.-	Clasificación de suelos	75
Cuadro No. 6.-	Usos consuntivos, láminas de riego, métodos de riego y eficiencia de los principales cultivos explotados en el Valle del Yaqui.....	77
Figura 1.-	Localización geográfica del distrito de riego 41, Valle del Yaqui.....	5
Figura 2.-	Climograma de Gausson para la región del Valle del Yaqui.....	11
Figura 3.-	Localización de los sitios de muestreo en el Valle del Yaqui	24
Figura 4.-	Representación esquemática de la Distribución de los porcentajes de M.O., Carbonatos y arcilla a través del perfil.....	41

Indice.....

Figura 5.- Representación esquemática de los perfiles..... 49

Figura 6.- Curvas de abatimiento de humedad para los Horizontes superficiales (50 cm - de profundidad) para cada una de las series..... 77

ESTUDIO EDAFOLOGICO DETALLADO DE LAS

PRINCIPALES FAMILIAS DE SUELOS, DEL DISTRITO DE RIEGO

No. 41 VALLE DEL YAQUI, SONORA.

I.- INTRODUCCION.

El Estado de Sonora ocupa el segundo lugar en extensión, - siendo también uno de los Estados que aportan mayor producción a nivel nacional. Las principales actividades productivas que aquí se desarrollan son: AGRICULTURA, GANADERIA, - MINERIA Y PESCA, y son las que contribuyen en mayor ingreso al Estado así como al país.

En el Estado existen valles y planicies con zonas agrícolas de riego en los ríos: Sonora, Altar, Yaqui y Mayo, en las - cuales se explota la Agricultura y Ganadería principalmente. En la costa de Hermosillo sobre el río Sonora, se estableció un distrito de riego por bombeo de mucha importancia y debido al mal uso por sobre-explotación, a la fecha - se tienen problemas de contaminación por intrusión salina - de las aguas del Golfo de California. También se han construido presas y obras para aprovechar los escurrimientos de ríos y arroyos y destinarlos a riegos, así como obras para la producción de energía eléctrica.

La Ganadería es una de las actividades más importantes en - el Estado causando un alto ingreso, ya que se producen animales de todas las especies como: Bovinos, Ovinos, Capri- - nos, Porcinos, Aves, Mular y Asnal.

También la pesca es una actividad que puede mencionarse de importancia como fuente de ingreso, así como de trabajo en - el Estado; pero la actividad productiva de mayor importancia es: la Agricultura, ya que a la fecha se explotan un -

total de 775000 Has. de las cuales el 98% son cultivadas a base de Sistemas de Riego por Gravedad y por Bombeo. Las especies principales que se cultivan por orden de importancia son: Trigo, Algodón, Soya y Cártamo, las cuales se explotan en los 7 distritos de riegos localizados en las planicies aluviales formadas por los rios mencionados anteriormente.

La zona agrícola de mayor importancia la constituye el distrito de riego 041 del Valle del Yaqui, en el cual se utilizan tanto aguas superficiales provenientes de escurrimientos, como de agua subterráneas.

Actualmente se irrigan 225 mil hectáreas, ocupados por una gran variedad de suelos, los cuales no tienen un buen manejo, así como un buen aprovechamiento del agua de riego.

Debido a que estos suelos se encuentran a muy baja altura sobre el nivel del mar, los mantos freáticos están siendo contaminados por intrusión salina de las aguas provenientes del Golfo de California, lo que ocasiona el ensalitramiento de suelos; dicho problema está siendo corregido mediante programas intensivos de recuperación llevados a cabo por S.A.R.H.

Dentro de este Distrito, se encuentra enclavado el centro de Investigación agrícola del Noroeste (CIANO), el cual realiza valiosas aportaciones a la agricultura actual; pero éste se basa principalmente en mejoramiento de variedades y no se ha dado la importancia que requiere la investigación-

sobre suelos. Debido a estas razones, no existe una clasificación detallada de estos suelos de dicha zona, solo existen levantamientos muy generales, realizados por S.A.R.H., cuyo grado de exactitud no permite derivar recomendaciones.

Es por consiguiente de mucha importancia, realizar un levantamiento edafológico más detallado y con bases científicas, y por medio de éste, conocer el uso más apropiado que debe darse a los suelos, así como las mejores formas de manejo y de las prácticas de labranza como: (Riegos, Prácticas Agronómicas, Rotación de Cultivos, etc.), con la finalidad de obtener un mayor rendimiento en cosechas mediante la optimización máxima de los recursos, lo que redundaría en un mayor ingreso económico para beneficio del país.

El objetivo de este trabajo fué el de realizar una evaluación detallada de las principales familias de suelos que constituyen el Distrito de Riego 041 del Valle del Yaqui con la finalidad de:

- a).- Conocer a fondo sus características agronómicas;
- b).- Definir las propiedades edáficas que tienen mayor influencia sobre la productividad;
- c).- Evaluar los sistemas de explotación actuales;
- d).- Derivar recomendaciones de las metodologías de conservación o rehabilitación más adecuada para cada caso en particular.

II.- DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO.

II.1 Localización Geográfica.

El Distrito de Riego No. 041 se localiza en la parte -
Sur del Estado de Sonora, en la planicie costera del-
Golfo de California, abarcando los Municipios de Guay-
mas, Bacum, Obregón, Navojoa y Etchojoa.

Esta Zona queda comprendida dentro de los paralelos -
27o 00' y 27o 40' de latitud Norte y los meridianos -
109o 45' y 110o 20' de latitud oeste del meridiano - -
Greenwish.

El Distrito está limitado al Norte por: el Río Yaqui y
la Presa Alvaro Obregón; al Este por el Golfo de Cali-
fornia; al Oeste por el Canal principal alto y; al Sur
por la calle 3000 de la cuadrícula del propio Distri-
to.

II.2 Superficie.

La extensión que ocupa el Distrito No. 041 del Valle -
del Yaqui es de 225,009 Has. de las cuales son irriga-
das con las aguas derivadas de la Presa Alvaro Obregón
(oviachic), la cantidad de 216,745 Has. y el resto 8264
Has. son irrigadas por medio de las aguas del subsuelo
extraídas por bombeo de pozos profundos.

La Presa Alvaro Obregón (oviachic), tiene una capaci-
dad total de almacenamiento de $3226.7 \times 10^6 \text{ M}^3$ de agua,
la cual además de ser utilizada para irrigación, tam -

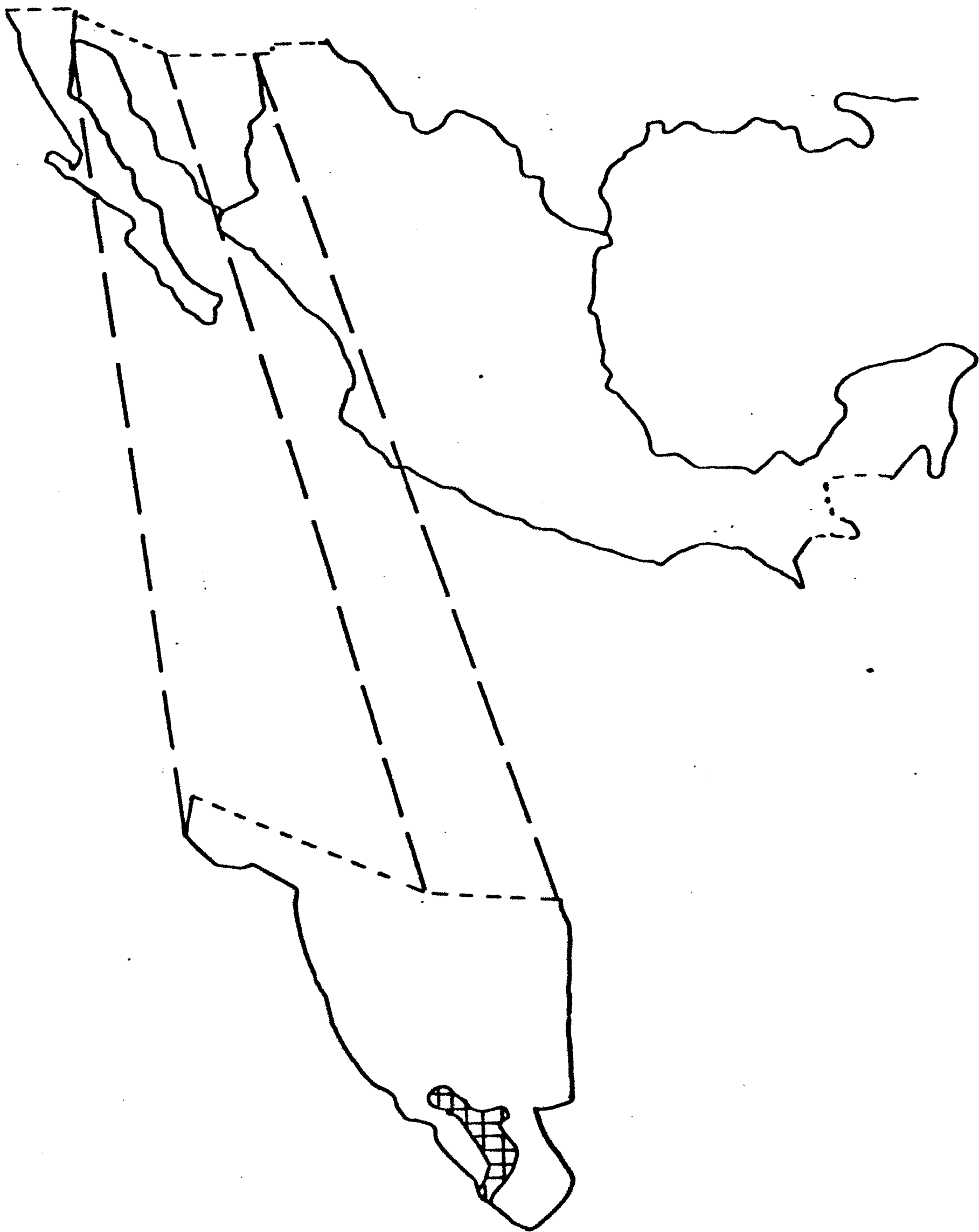


Figura No. 1.- Localización geográfica del distrito de riego
41 Valle del Yaqui

bién se usa para la producción de energía eléctrica.

La altitud de los terrenos agrícolas dentro del Distrito varían entre 5 y 50 msnm, la altitud media es de 30 m. y su pendiente media es de 1.5 metros por kilómetro, dirigida al sureste hasta llegar al mar.

II.3 Suelos.

El Río Yaqui ha sido el principal vehículo de transporte del material que forma el valle, material cuya primordial fuente de aportación corresponden a las rocas que forman la gran cuenca del mencionado río, que por sedimentación a sus orillas, de los materiales tanto finos como gruesos, originaron la formación de los suelos que hoy ocupan la planicie del valle, siendo por lo consiguiente en la mayoría de los casos suelos de origen aluvial, derivados de la desintegración por intemperismo de las rocas consolidadas como: rocas de origen volcánico formadas en su mayoría por rocas basálticas, graníticas y riolitas, cubiertas por formaciones marinas.

Existen otro tipo de suelos dentro del Distrito que son los suelos costeros o marinos, y no son de gran importancia debido a que no son suelos cultivables como son: Dunas y Marinas, o sea tierras que son invadidas por el mar durante las mareas altas y tienen altas concentraciones de sales, y esta característica hace que éstos no sean apropiados para explotarse en forma agrícola.

Por la situación en que se encuentran los suelos que componen el valle, se agrupan desde el punto de vista de su edad edafológica de la siguiente forma:

- a) Suelos altos: son comunes en las laderas o lomas en las orillas de las montañas.
- b) Suelos de relleno: son los que son formados por acarreo y ocupan la mayor parte del valle.
- c) Suelos de Vegas: son los suelos localizados en las márgenes del río Yaqui.

II.4 Hidrografía:

La cuenca de captación de la presa Alvaro Obregón, tiene una extensión de 71452 kilómetros cuadrados, con isoyetas que oscilan entre los 200 y 1400 milímetros de precipitación, originando un escurrimiento medio anual de 2809.4 millones de metros cúbicos.

El Río más importante de esta cuenca es el Río Yaqui -- que capta las aguas de escurrimientos provenientes del Estado de Arizona (EUA), abarcando una buena parte de la Sierra Madre Occidental en el Estado de Chihuahua, hasta llegar finalmente a la región Sur del Estado de Sonora.

II.5 Clima.

El clima dominante en esta zona según la clasificación de Thornthwaite es (A,d,B,a.), descrito como sigue: Humedad deficiente en todas las estaciones y temperaturas mesotermal uniforme a través de todo el año.

a) Temperaturas:

Las temperaturas más altas ocurren en los meses de mayo a septiembre, alcanzando hasta 40.4°C , presentándose las más bajas durante el período comprendido de noviembre a febrero, alcanzando valores hasta de 1.3°C . Las temperaturas medias varían desde 15°C en los meses más fríos, hasta los 30°C en los meses más calientes. (Ver apéndice).

b) Heladas:

Las heladas no son muy frecuente en esta zona y pueden presentarse en el período comprendido entre los meses de diciembre a febrero, aunque no es una regla fija, en ocasiones pueden presentarse desde el mes de noviembre las tempranas y a principios de febrero las más tardías.

c) Lluvias:

Las lluvias que ocurren en esta zona son temporales y escasas alcanzando solo 272.2 milímetros de precipitación media anual, y la mayor parte de éstas ocurren en los meses de: julio, agosto y septiembre normalmente. (Figura No.2).

d) Evaporación:

La evaporación potencial varía en esta zona desde 1950 hasta 2500 milímetros anuales encontrándose la mayor cantidad de evaporación durante los meses de mayo, junio y julio, y la menor en los meses de diciembre, enero y febrero. Siendo la mínima de 77

Cuadro No. 1

DATOS CLIMATOLOGICOS DE LA ESTACION.- Localizada en la calle 1200 y canal bajo, Long. 110° 02' W. y Lat. 27° 21' N. Altitud 18.50 msnm. A un período de observación de 28 años.

MESES	TEMPERATURA MEDIA °C	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)
ENERO	15	18.8	116.5
FEBRERO	15.8	6.9	137.3
MARZO	17.6	4.6	208.9
ABRIL	20.8	2.0	269.8
MAYO	23.6	0.3	344.1
JUNIO	27.6	4.5	357.4
JULIO	30.0	57.7	288.1
AGOSTO	29.7	71.4	227.9
SEPTIEMBRE	29.3	40.6	216.5
OCTUBRE	25.3	30.6	191.8
NOVIEMBRE	20.0	7.7	143.1
DICIEMBRE	16.4	20.4	113.7
TOTAL ANUAL		265.5	2615.1

milímetros durante el mes de enero, y la máxima de 260 milímetros en el mes de junio respectivamente.

II.6 Cultivos:

Los cultivos que se explotan en el Distrito son muy variados debido a las condiciones que éste presenta y por su gran extensión, entre los más importantes se encuentran: Gramíneas como sorgo, trigo, maíz de verano; oleaginosas como: linaza, cártamo; leguminosas como: soya, frijol, alfalfa y algunos frutales, también se cultivan hortalizas como: repollo, lechuga, calabacita, rábanos, cebolla.

II.7 Geología y Fisiografía:

El material que forma el valle es proveniente de la Sierra Madre Occidental, la cual está formada por cordilleras con dirección norte-sur constituídas por rocas volcánicas, riolíticas y basálticas de la edad terciaria, que cubren formaciones calcáreas y jurásicas y cretácicas. Hacia el Oeste la Sierra va perdiendo altura y las cordilleras cada vez están más espaciadas, formándose valles intermontanos continentales que descansan sobre rocas metamórficas antiguas y sobre intrusivas terciarias.

La planicie costera que es donde se localiza el valledel Yaqui, está formada por aluviones recientes y depósitos de litoral que descansan sobre sedimentos terciarios continentales.

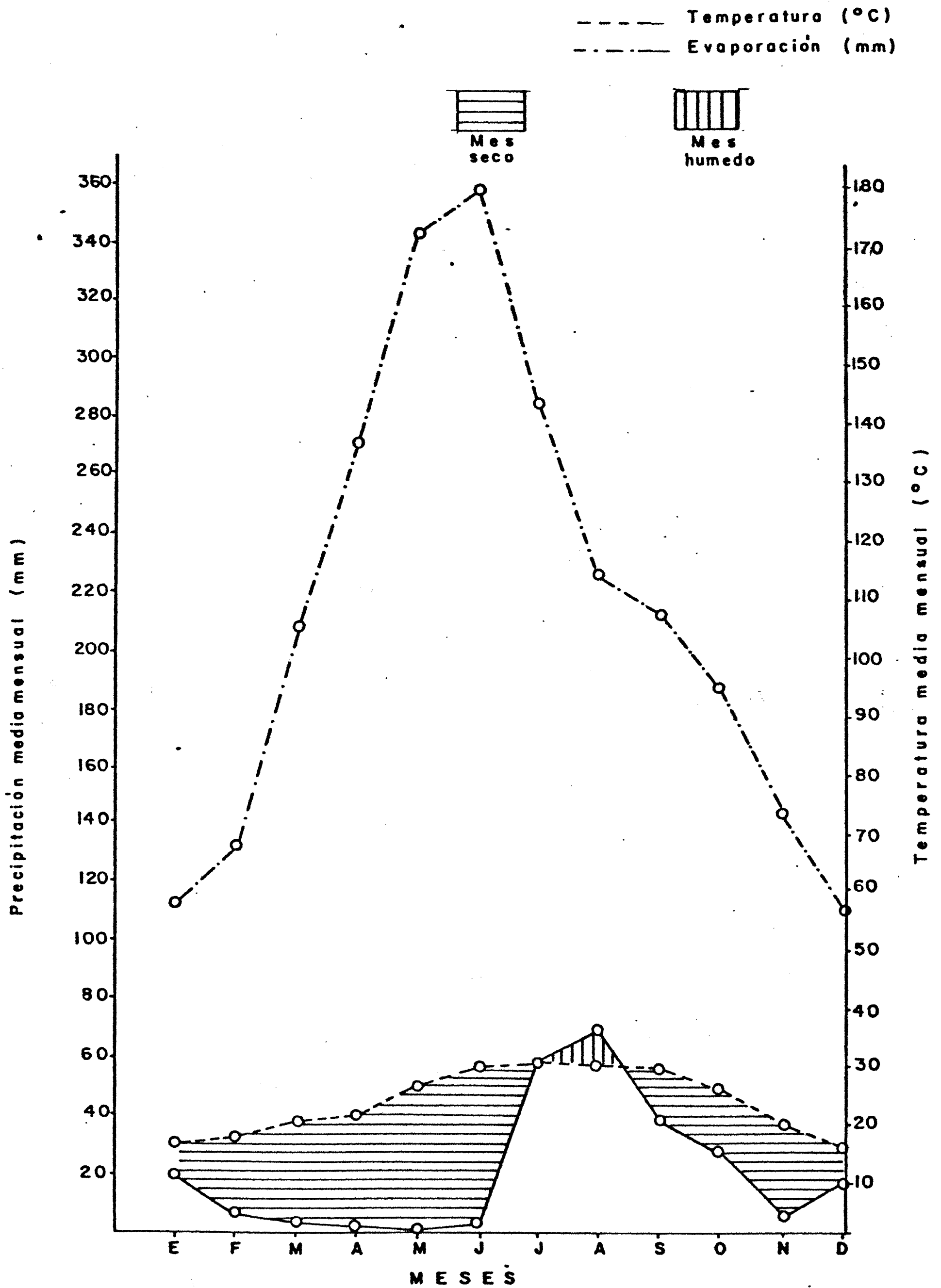


Figura No. 2: Climograma de Gausen para el Valle del Yaqui, Sonora calculado en base a datos promedio para un periodo de 28 años de observación.

II.8 Aspectos socioeconómicos:

La tenencia de la tierra en este Distrito está constituida de la siguiente manera: El 53.9% pertenece a 13768 ejidatarios con una parcela media de 8.8 hectáreas y el 46.1% pertenece a 3859 pequeños propietarios con una parcela media de 26.9 hectáreas.

En el Distrito de Riego No. 041, se cuenta con una red de caminos carreteros de 2608.64 kilómetros, de los cuales 560 están pavimentados y los restantes son de terracería. Tanto la construcción como la conservación de éstos está a cargo de la Junta Local de Caminos Vecinales, organización que trabaja con fondos aportados por los agricultores, Gobierno Estatal y Gobierno Federal haciéndolos por partes iguales.

III.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.

En un trabajo realizado en el Valle del Yaqui por - - (Lee Rodríguez 1972), que consistió en la incorporación de residuos de cosechas al suelo, comparándolo con el quemado de los mismos, encontró que en los lugares donde se incorporaron dichos residuos, presentaron valores de infiltración acumulada y media, superiores a los lugares donde fueron quemados.

Lo que demuestra que fué consecuencia de la tendencia de la materia orgánica a formar agregados, cuyo efecto se manifiesta a través de una mayor penetración del agua en el suelo, lo que tiene como resultado un aumento en la producción de los cultivos y una mayor facilidad de manejo. Saatci et al (1979). Comparando el efecto del contenido de materia orgánica sobre el índice de agregación de 18 suelos aluviales de textura migajón -- arenosa o franca, concluyó que el efecto de la materia orgánica sobre la agregación fué poca debido a su bajo contenido, a la textura del suelo y principalmente al efecto de la labranza. En un trabajo similar realizado por Page y Wilard (1946), encontraron que en suelos cultivados, hay una disminución en el espacio poroso, como consecuencia de un decrecimiento en la formación de agregados de los componentes sólidos del suelo.

Mc. Calla y Army (1961) y Siddoway (1963), realizaron-- un trabajo similar al realizado por Rodríguez 1972, al incorporar residuos de cosechas al suelo, encontrando -

que se obtiene un mejor efecto de dichas incorporaciones sobre las propiedades físicas del suelo, cuando las labores de preparación del suelo se reducen al mínimo.

Los suelos seniles y muy Lixiviados, no pueden producir rendimientos económicos por largo tiempo aun con dosis altas de fertilizantes suplementarios. Banin y Amiel (1970) afirman que la productividad de los suelos guarda una relación estrecha con las propiedades de los mismos. Zarentsev, I.N. (1970), realizando un trabajo en el cual utilizó riegos de intensidad prolongada encontró que en suelos sin fertilizar, el contenido de nitrógeno y fósforo aprovechable bajó considerablemente en estos suelos. Wichtman (1979), estudiando el efecto de la disminución del espacio poroso sobre la fertilidad de los suelos, encontró que ésta disminuye a medida que los poros se reducen a menor tamaño.

En un trabajo efectuado por Oschwald y Siemens (1976), el cual consistió en medir las pérdidas de suelo y agua en rotación de gramíneas con leguminosas, usando maíz y doya para este caso, las rotaciones que ellos utilizaron fueron: soya después de maíz; maíz después de soya y maíz después de maíz; al final de siete años de experimentación, ellos encontraron que: las pérdidas de suelo y agua eran mayores después del cultivo de soya que del de maíz y concluyeron que se debía a

que durante el cultivo de la soya, había una menor estabilidad de la superficie del suelo y también menores cantidades de residuo.

Las pérdidas de suelo también fueron estudiadas por -- Hoyos de Castro A. Hernando Costa, realizando un trabajo sobre las propiedades texturales de los suelos, al mismo tiempo con datos climáticos de perfiles de suelos situados en las laderas en los cuales encontraron que: el desgaste físico debido a los agentes erosivos -- fué fuerte, mientras que el desgaste químico fué poco, caracterizándose por una temperatura fría, alta precipitación y una altitud moderadamente alta, resultando el área con pérdidas notables de silicio, calcio y sodio por Lixiviación, y una degradación considerable de los minerales primarios para formar arcillas del grupo Ilítico y coalítico.

Lal, Wilson y Okibo (1979), haciendo un estudio de comparación con suelos vírgenes y suelos cultivados, encontraron que en suelos cultivados con pastos de cobertura y leguminosas, había incrementos significativos -- en el contenido de materia orgánica, nitrógeno total, capacidad de intercambio catiónico, velocidad de infiltración, retención de humedad y disminución de la densidad aparente, y no así en suelos sin cultivar. En un trabajo realizado 3 años antes por Lal (1976) menciona que en zona de alta mecanización, se puede presentar --

la disminución acelerada de las reservas de nutrientes y una drástica declinación de las propiedades físicas y químicas deseables en los suelos.

En otro estudio sobre los efectos de la labranza en el suelo realizado por Chen, Z.M. (1981), el cual consistió en una labranza intensa, y fuertes aplicaciones de fertilizantes orgánicos encontró que: hubo un aumento de suelo, estabilidad de agregados, porosidad, aireación, capacidad de retención de humedad, contenido de nutrientes en el suelo y estimulación de la actividad microbiana, favoreciendo de esta forma las condiciones de los suelos.

En un trabajo realizado en el Valle del Yaqui por Torres Noyola (1972), estudiando la aplicación y los intervalos de riegos, menciona que deben aplicarse cuando el suelo presente porcentajes de humedad aprovechables próximos al 20% ó ligeramente mayores a éste. Encontró que los intervalos de aplicación para el caso de riego por goteo, es bueno hacerlos a intervalos cortos pero no diarios, y que el más recomendable es de cada tercer día, ya que aumenta la calidad del producto sin afectar la lámina aplicada. England (1971), encontró que la retención de humedad a una succión de $1/3$ de bar en molisoles cultivados fué un 40% más alta que en suelos con praderas, mientras que los alfisoles cultivados retuvieron 25% más de humedad que los co

rrespondientes suelos con praderas. Y a una tensión - mayor de $1/3$ de Bar, los suelos cultivados en ambos - órdenes retuvieron menos humedad. En un estudio hecho por Midlejon (1952), concluyó que al cultivar un suelo, se presenta un incremento en contenido de humedad por unidad de volumen de suelo, debido a que el espacio poroso disminuye por efecto de la labranza, lo - que viene a redundar en una reducción en la velocidad de infiltración, por lo que el agua se acumula en la capa arable.

En un estudio llevado a cabo por Childs, sobre el contenido de agua en el suelo, concluyó que la cantidad de agua remanente en un suelo, está en función del - tamaño y volumen de los poros llenos y de aquí que - ésta sea una función de succión mátrica. Esta función es usualmente medida en forma experimental y está representada gráficamente por una curva conocida como: - Curva de retención de humedad del suelo. (Gavande - - 1974).

Boul (1965), estudió las reacciones físicas y químicas más importantes que ocurren en los perfiles de - suelos, y encontró que los que actuaban en aridisoles - eran los mismos que los de regiones húmedas; y debido a que las cantidades de agua son muy limitadas en los perfiles de zonas áridas, éstas reacciones son menos - intensas; como consecuencia de lo anterior, los suelos-

heredan gran parte de la morfología de los materiales originales. En un trabajo similar realizado por Henin (1955), reportó que en algunos aridisoles en la parte más baja y menos intemperizada, hay cantidades mayores de montmorillonita que en los horizontes superiores, puesto que la intemperización es mínima y menos activa en los horizontes superiores, la montmorillonita del subsuelo, pudo haberse formado mediante cristalización de soluciones diluídas en presencia de grandes cantidades de calcio.

Gile et al (1966), menciona que las principales causas de las diferencias entre los suelos de zonas áridas son debidas a diferencias en edad, material parental, grado de dirección del paisaje, humedad del suelo y actividad biótica. G. Gaucher (1971), estudiando los factores tomados en cuenta para definir tipos de suelos, reportó que los procesos de descomposición de las sustancias minerales, solo nos van a servir para definir la tipología de los suelos jóvenes o poco evolucionados, cuyo desarrollo del perfil ha permanecido bajo la influencia de la degradación de la roca madre; así como en la pedogenesis, que es el resultado de la combinación de los procesos de descomposición tanto como en la proporción en que han influído cada uno de estos factores sobre el suelo mismo. Huddleston et al (1975), afirman que los procesos

de transformación del material original son modificados por: los procesos pedogenéticos, los procesos erosivos en partes inclinadas y la acumulación de nutrientes y de lixiviación de compuestos solubles.

En suelos aluviales como regla general, la diferenciación de suelos con base a textura, deberá ser la textura del subsuelo y no la de la capa arable, y cuando un suelo de este tipo, cuyo subsuelo descansa de modo discordante sobre materiales de diferente textura, debe designarse como una fase de la serie reconocida - - Soil, Survey Staff (1951).

Harris y Edmons (1980), realizando un trabajo de estudios sobre suelos, concluyeron que, los procesos genéticos no ocurren independientemente en fracciones seleccionadas de tamaño, y para obtener una información más confiable de estos procesos, pueden realizarse considerando: Arena, limo, arcilla, como el suelo mismo - de igual forma. Soil, Survey Staff (1951), las series de suelos se diferencian principalmente tomando como base las variaciones significativas de los rasgos morfológicos del perfil. Estos rasgos son principalmente la clase, espesor, disposición de horizontes y su estructura, textura, color, reacción, consistencia, contenido de carbonos y otras sales, contenido de humus y la composición mineralógica. Una diferencia significativa de cualquiera de estas propiedades en cualquiera -

de los horizontes, puede ser la base para el reconocimiento de una serie diferente. Sin embargo no es común que la diferenciación de series sea por una sola característica usualmente cambian varios al mismo tiempo.

Philipson y Drosdoff (1972), reportaron que utilizando en forma extensiva para la clasificación de suelos propiedades tales como: Retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, porcentaje de saturación de bases, estructura entre otras podría reducirse en buena parte el tiempo y los costos requeridos en la caracterización de los suelos.

En un excelente trabajo sobre salinidad llevado a cabo en Rusia por Turisina y Yamnova, reportaron los resultados de un estudio de una combinación morfológica por medio de técnicas modernas, ha hecho posible la fácil identificación de las sales solubles, evaluando de igual forma los efectos de algunas sales minerales sobre la microestructura del plasma, y sobre la composición general de la masa de los suelos, también identificaron las diferentes formas de cristalización de las sales, las condiciones de cristalización y las relaciones que existen entre ellos, da una información clara sobre el contenido de sales solubles y su fácil obtención extrayéndolas por medio de agua.

Además de la degradación de la estructura del suelo y otras propiedades físicas por efecto de la labranza - en regiones semi-áridas, es común que se presente el ensalitramiento en zonas de riego, debidos a técnicas inadecuadas de manejo (Dregne 1976). Un trabajo sobre este aspecto fué realizado en el Valle del Yaqui por Esquer R. (1982), en el cual menciona que las sales acumuladas en algunos terrenos agrícolas son el resultado de un mal drenaje, lo que ocasiona que a medida que pasa el tiempo, éstos suelos pueden llegar a ser improductivos si no se les da un manejo apropiado; estos suelos se han clasificado en 4 clases según el grado de salinidad de cada uno de ellos:

1a. clase.- Libre de sales	206,054 Has.
2a. clase.- Salinos	6,023 Has.
3a. clase.- Medianamente salinos.	1,925 Has.
4a. clase.- Fuertemente salinos	11,007 Has.

En un trabajo realizado en Rusia por Kaschenko y Yashin, reportan que los suelos salinos pueden mantenerse en condiciones apropiadas para los cultivos, mediante un buen manejo en la aplicación del agua de riego. Ponnia y Talibudean (1977), mencionan que en las partes áridas y semi-áridas del mundo, donde sean utilizadas las aguas subterráneas, debido a la composición química de éstas, pueden presentarse complejos fenómenos de intercambio iónico con el suelo, lo que-

ocasionaría una acumulación excesiva de sales, la --
cual podría reducir la productividad potencial de --
los suelos.

Vinayak, A.K. Sehgal, J.L. Sharma, realizaron un im-
portante trabajo en la India en el cual estudiaron --
suelos sódicos, y encontraron una formación incipiente
de un horizonte argílico, con cationes de arcilla
orientados; éstos estaban defloculados debido al exce-
so de sodio y a la migración de arcilla, los cuales --
fueron la causa de la formación de un horizonte tam --
bién presentaron formaciones de un horizonte cálcico-
a un metro bajo la superficie del suelo; en ambos ca-
sos los horizontes resultaron con baja permeabilidad-
y acumulaciones de sales en la superficie. En un es --
tudio llevado a cabo en Rusia por Akhtyrtsev, B.P. --
Leipilin, I.A. comparando y analizando 143 perfiles --
de suelos arcillosos de pradera, y formados insitu, --
para conocer las características y distribución de la
salinidad, mediante la determinación del efecto de --
los iones tóxicos totales, encontraron que ésta variaba
considerablemente con la precipitación atmosféri --
ca y con la estación del año, encontrándose en mayor-
o menor grado y profundidad según la época del año.

IV.- MATERIALES Y METODOS.

Para llevar a cabo este trabajo, primeramente se procedió a la recopilación del material informativo de la zona en estudio, publicaciones de organismos tales como:- DETENAL, SARH, DIRECCION DE AGROLOGIA.

Este material contenía información sobre: Clima, geología, hidrología, fisiografía, topografía y aspectos socioeconómicos.

Después de haber llevado a cabo un análisis minucioso - del material recabado, se seleccionaron las series más representativas del Distrito tanto por su extensión como por su nivel de productividad; después de un recorrido de campo se seleccionaron los perfiles modales para cada una de éstas, enseguida se procedió a realizar los pozos agrológicos, con el fin de extraer las muestras - de cada uno de los horizontes que se presentaron en cada perfil estudiado, para posteriormente hacer los análisis de laboratorio; dichos pozos agrológicos variaron en profundidad dependiendo del espesor del suelo y del grado de diferenciación de horizontes.

IV.1 Metodología seguida en el campo.

Los datos que se recabaron en el campo al describir cada perfil modal y el paisaje circundante fueron:

a) Medio ambiente:

Tipos de drenaje; externo e interno, forma y grado -
de pendiente, clase y grado - - - - -

- 1, 2 - Serie Botaconcica
- 3, 4, 5 - Serie Torim
- 6 - Serie Bocum Switch
- 7, 9 - Serie Vacum
- 8 - Serie Quechenhueca

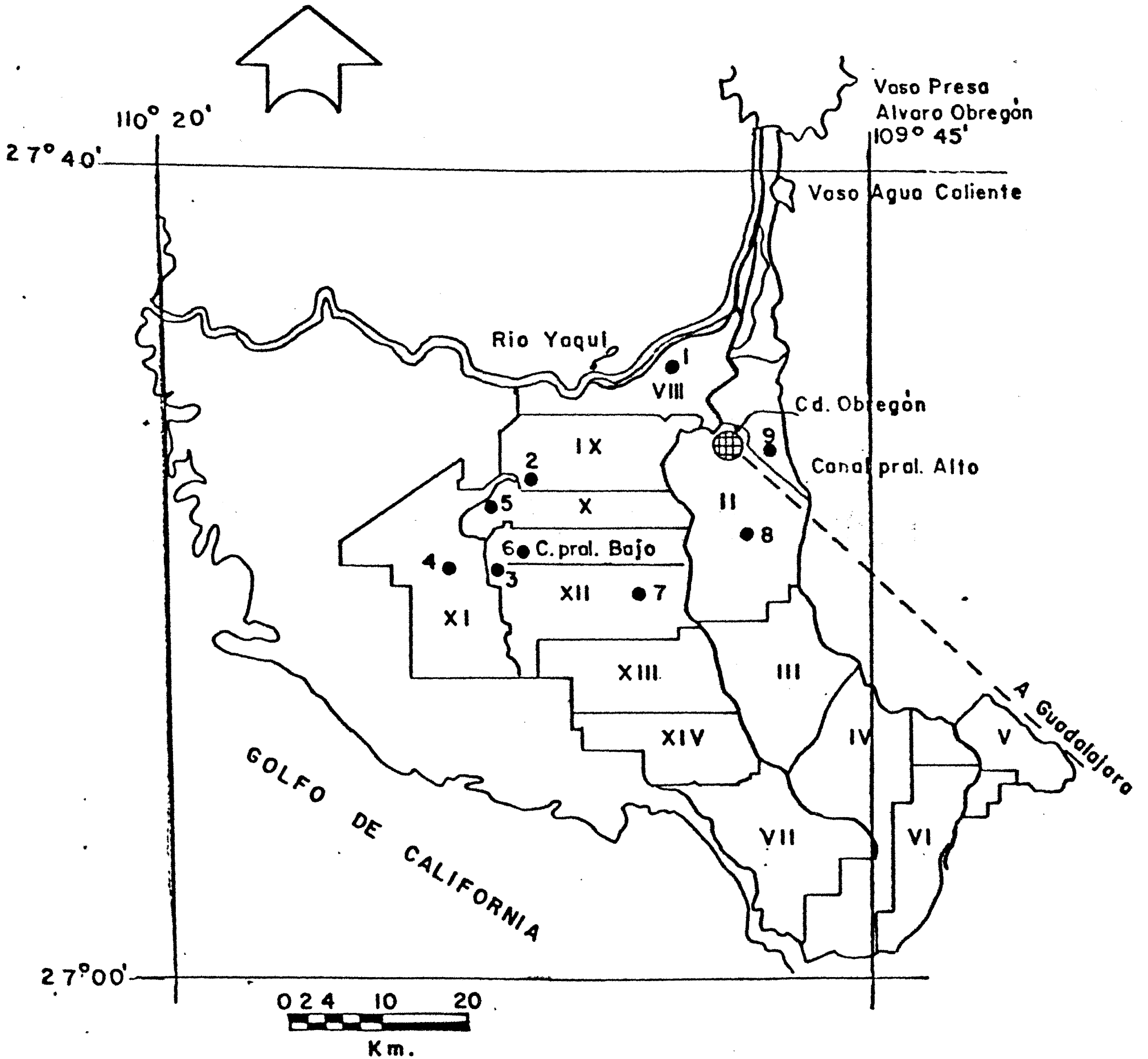


Figura No. 3: Localización de los sitios de muestreo en el area de estudio

de erosión, vegetación natural, altitud y posición-fisiográfica.

b) Características morfológicas:

Como primer paso se identificaron los horizontes - (por diferente resistencia a penetración) de cada - perfil considerado; tipo y grado de estructura, textura al tacto, efervescencia al Hcl, color (tabla - de Munsell), espesor de cada horizonte, evidencia - de acumulación de materiales (arcillas, carbonatos, etc.).

Procediendo enseguida a la toma de muestras de cada uno de ellos para su análisis en laboratorio.

IV.2.1 Análisis químicos:

- a) pH:- Utilizando una relación suelo-agua de 1:2.
- b) Conductividad eléctrica:- Del extracto de saturación.
- c) Capacidad de intercambio catiónico:- Se determinó por el método del acetato de amonio.
- d) Carbón orgánico:- Se determinó por el método del dicromato de potasio.
- e) Carbonatos:- Se determinaron por volumetría utilizando el ácido clorhídrico e hidróxido de sodio.
- f) Calcio y magnesio: Se determinaron por el método - del versenato.
- g) Sodio y potasio:- Se determinaron por absorción - atómica.

IV.2.2 Análisis físicos:

- a) Se determinó por el método Bouyoucos.
- b) Densidad aparente:- Se determinó por el método de la parafina, comprobándose mediante la fórmula:

$$E- 1 - \frac{D_a}{D_s} (100)$$

- c) Densidad real:- Se determinó por el método del picnómetro.
- d) Curva de retención de humedad:- Se realizó por el método de la olla de presión a: 1/3, 1,,5, 15 bares de succión. Seleccionando para su determinación las muestras de suelo correspondientes a la capa superior de 50 cm. de cada serie en estudio.

V.- RESULTADOS Y DISCUSION.

A continuación se discute en forma detallada la información recopilada de cada una de las series estudiadas:

V.1.- SERIE QUECHEHUECA:

V.1.a) Características generales.

Comprende suelos localizados en el valle, con material parental de acarreo de las montañas aledañas, presenta evidencias de procesos pedogenéticos tales como: - acumulaciones de arcillas en el horizonte "B" (horizonte argílico), presencia de caras de deslizamiento (sliken-side) y presencia de concreciones de calcio en el subsuelo. Son suelos profundos con drenaje algo deficiente; se encuentran con pendientes medias de 1.5 metros por cada kilómetro, se usa para la producción de cultivos anuales y bianuales con rotación intensiva.

V.1.b) Características morfológicas.

00-16cm. Color café rojizo oscuro (5YR 3/3); Textura arcillo-arenosa. Estructura granular y migajosa, consistencia poco friable en seco, abundantes poros finos, no existe actividad de macroorganismos, abundante cantidad de raíces finas y medias, poca efervescencia al Hcl.

16-44 cm. Color café rojizo oscuro (5RY 3/3); Textura arcillosa, estructura subangular, consistencia friable en seco, regular abundancia de poros finos y medios,-

no existe actividad de macroorganismos, abundante cantidad de raíces finas, poca efervescencia al Hcl, presencia de caras de deslizamiento.

44-67cm. Color café rojizo medianamente oscuro (5YR 3/4); --

B₂₁ textura arcillosa, estructura subangular y columnar, consistencia friable en seco, regular abundancia de poros finos, no existe actividad de macroorganismos, escasas raíces finas, poca efervescencia al Hcl. presencia de caras de deslizamiento.

67-91cm. Color café rojizo medianamente oscuro 5YR 3/4); - -

B₂₂ Textura arcillosa, estructura columnar, consistencia friable en seco, regular cantidad de poros, no existe actividad de macroorganismos, muy escasas raíces finas, poca efervescencia al Hcl.

91-118cm. Color café rojizo claro (5YR4/6); Textura migajón-

B_{23cacn} arcilloso, estructura columnar, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, no existe actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, fuerte efervescencia al Hcl, presencia de concreciones de calcio.

118-136cm. Color café rojizo claro (5YR 4/6); Textura migajón -

C₁ jón arenoso, estructura subangular, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, nula actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, poca efervescencia al Hcl.

136-Xcm Color café rojizo claro (5YR 4/6); Textura migajón -

C₂ arenoso, desprovisto de estructura, regular cantidad-

de poros, no existe actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, poca efervescencia al Hcl.

V.1.c) Interpretación de los análisis físicos:

En el cuadro No. aparecen los resultados de los diferentes análisis realizados en el laboratorio.

El alto contenido de arcilla presente en algunos horizontes hace que estos suelos sean difícil de manejar, debido a que son suelos pesados que ofrecen resistencia a la penetración de los implementos agrícolas; también existe un buen desarrollo estructural en todo el perfil.

Se observa un incremento en el contenido de arcilla en los horizontes B, lo que indica que estuvieron presentes los procesos de eluviación - iluviación; ésta podría ser la causa de que la densidad aparente sea más alta en el horizonte iluvial, ya que los coloides eluviados son acumulados en los poros, ocasionando una disminución en el espacio poroso.

V.1.d) Interpretación de los análisis químicos:

Esta serie tiene una alta fertilidad natural, debido a que tiene una alta capacidad de intercambio catiónico; el contenido de materia orgánica es baja en todo el perfil, debido a que los residuos de cosecha son quemados y no incorporados al suelo.

Otro problema para el buen desarrollo de los cultivos que se presenta en estos suelos es el alto p^H , -

el cual ocasiona que algunos nutrientes no se encuenen tren en forma aprovechable para las plantas, como es el caso del hierro y el molibdeno (que requieren Ph-bajos para estar en forma disponible), que son esen-ciales para las plantas. La baja conductividad eléc-trica que presentan estos suelos, hace que no tengan dificultad de adaptación cualquier tipo de cultivos.

V.2.- SERIE BACUM SWITCH.

V.2.a) Características generales.

Son suelos del valle, profundos, rojizos, con un - - buen desarrollo estructural en el perfil, con drena-je algo deficiente, el relieve es plano, con una pen-diente de 1.5 mts. por kilómetro, se usa en la ex- - plotación de cultivos anuales.

V.2.b) Características morfológicas:

00-30cm. Color café rojizo medianamente oscuro (5YR 3/4); -

A_p Textura arcillosa, estructura subangular, consisten-cia friable en seco, abundantes poros finos, no exis-te actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, poca efervescencia al Hcl.

30-47cm Color café rojizo medianamente claro (5YR 4/4); Tex-

B₂₁ tura arcillosa, estructura subangular, consistencia-friable en seco, abundantes poros finos, no existe - actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, regular efervescencia al Hcl.

47-81cm Color café rojizo medianamente claro (5YR 4/4); Tex-

- B₂₁ tura arcillosa, estructura subangular y columnar, -
consistencia muy friable en seco, abundantes poros-
finos, no existe actividad de macroorganismos, no -
existe presencia de raíces, regular efervescencia -
al Hcl, existen caras de deslizamiento.
- 81-110cm Color café rojizo medianamente oscuro (5YR 3/4); Tex
B₂₂ tura arcillosa, estructura cúbica y columnar, con -
sistencia firme en seco, abundantes poros finos, no
existe actividad de macroorganismos, no existe pre-
sencia de raíces, fuerte efervescencia al Hcl, pre-
sencia de caras de deslizamiento y venas de carbona-
tos.
- 110-X cm Color café rojizo muy claro (5YR 4.5/4); Textura -
arcillosa, estructura subangular, consistencia muy-
friable en seco, abundantes poros finos, no existe-
actividad de macroorganismos, no existe presencia -
de raíces, regular efervescencia al Hcl.
- V.2.c) Interpretación de los análisis físicos:
El contenido alto de arcilla en este suelo, evita -
la lixiviación excesiva de nutrientes hacia estratos -
inferiores, acumulándose éstos en estratos más-
superficiales donde pueden ser alcanzados por las -
raíces de las plantas; Existen caras de desliza- -
miento en este perfil, debido a la presencia de ar-
cillas expandibles, que mediante el proceso de hume-
decimiento y secado, hace que se formen grietas y -
al estar en constante dinamismo unas capas se des -

lizan sobre otras, formando peds de caras alisadas; La presencia de venas de carbonatos en los horizontes profundos, indica que ha habido lixiviación de los estratos superiores hacia los inferiores pero muy lenta, debido a la gran cantidad de arcilla presente en el perfil. No se presentaron argilanes en los estratos con mayor cantidad de arcilla.

V.2.d) Interpretación de los análisis químicos:

Aún cuando este suelo tiene un bajo contenido de materia orgánica, posee una alta fertilidad natural debido a la gran capacidad de intercambio catiónico que éste presenta; la conductividad eléctrica de este suelo es intermedia, logrando prosperar todos los cultivos; El Ph que presenta este suelo es alto al igual que todos los suelos del valle, lo que indica un alto contenido de carbonatos y problemas de disponibilidad de algunos nutrientes como son: Hierro, magnesio, cobre y zinc, que son muy importantes en la producción de clorofila, así como dificultan también la disponibilidad de otros nutrientes como: Calcio y magnesio.

El alto contenido de carbonato de calcio, hace también que halla una alta fijación de fósforo, la cual puede disminuirse, reduciendo el área de contacto del fertilizante con el suelo, aplicándolo en banda a 5 cm de la planta, o acompañándolo con estiércol.

V.3.- SERIE VICAM.

V.3.a) Características generales:

La ocupan suelos de la parte este y sureste del -- valle, con buen drenaje, presenta evidencias de -- procesos pedogenéticos tales como: variaciones tex turales, de las capas superiores a las inferiores, presencia de venas de carbonatos en el subsuelo, -- presenta también discontinuidades litológicas, son suelos profundos de relieve plano con pendiente -- media de 1.5 mts por kilómetro, se usa para producci ón de cultivos anuales y bianuales.

V.3.b) Características morfológicas:

00-20 cm Color café rojizo medianamente oscuro (5YR 3/4), --
A_p textura arcillosa, estructura granular, consisten-
cia suelta en seco, abundantes poros finos, no pre senta actividad de macroorganismos, abundante can-
tidad de raíces finas, no existe efervescencia al --
Hcl.

20-60 cm Color café rojizo medianamente claro (5YR 4/4), --
A₂ textura arcillosa, estructura subangular y cúbica, --
consistencia firme en seco, abundantes poros finos,
no presenta actividad de macroorganismos, no exis--
te presencia de raíces, no existe efervescencia al-
Hcl.

60-90 cm Color café rojizo medianamente claro (5YR 4/4), tex
A₂₂ tura arcillosa, estructura subangular, consistencia
poco friable en seco, regular cantidad de poros fi-

nos, no existe actividad de macroorganismos, no -
existe presencia de raíces, regular efervescencia
al Hcl, presencia de venas de carbonatos.

90-110 cm Color café rojizo (5YR 4/6), textura arcillosa,-
II B₂₁ estructura subangular, consistencia poco friable-
en seco, regular cantidad de poros, no existe ac-
tividad de macroorganismos, no existe presencia -
de raíces, fuerte reacción al Hcl, presencia de -
concreciones de calcio en el perfil.

110-120 cm Color café fuerte (7.5YR 4/6), textura migajón-
III B₃ arcilloso, estructura subangular consistencia po-
co friable en seco, regular cantidad de poros, no
existe actividad de macroorganismos, no existe -
presencia de raíces, regular efervescencia al - -
Hcl.

120-134 cm Color café fuerte (7.5YR 4/6), textura migajón-
III C₁ arenoso, desprovisto de estructura, regular canti-
dad de poros, no existe actividad de macroorganismos,
no existe cantidad de raíces, regular efer-
vescencia al Hcl, presencia de grava media.

134-X cm Color café rojizo fuerte (2.5YR 3/6), textura mi-
III C₂ gajón arenoso, estructura subangular, consisten-
cia suelta en seco, regular cantidad de poros, no
existe actividad de macroorganismos, no existe -
presencia de raíces, no existe efervescencia al -
Hcl, presencia de grava gruesa.

V.3.c) Interpretación de los análisis físicos:

Debido al alto contenido de arcilla en los primeros dos horizontes del perfil, este suelo tiene problemas de drenaje, los cuales no son muy graves debido a que existe un buen desarrollo estructural en los agregados; no existe argilanes, ni formación de estratos impermeables por obstrucción de poros, en los horizontes con alto contenido de arcilla.

Este suelo presenta alta retención de humedad como consecuencia del alto contenido de arcilla, lo cual es benéfico para la producción de cultivos, sin embargo por otro lado presentan dificultad de manejo debido a que son suelos pesados para la labranza.

V.3.d) Interpretación de los análisis químicos:

Estos suelos al igual que los correspondientes a la serie Bacum Switch, presentan bajo contenido de materia orgánica, pero por otro lado presentan un alto contenido de cationes en fase intercambiable, lo que hace que sean de alta fertilidad natural; la conductividad eléctrica de estos suelos es baja, quedando clasificados como suelos no salinos, los cuales son apropiados para todo tipo de cultivos.

Por otro lado el p^H que presentan estos suelos es desde muy fuertemente alcalino hasta extremadamente-

alcalino, lo que tiene como consecuencia la no disponibilidad tanto de micro como de macronutrientes los cuales son inhibidos unos a consecuencia de -- otros, como el manganeso, que al ser inhibido baja la disponibilidad del calcio magnesio y fósforo.

V.4.- SERIE BATACONCICA.

V.4.a) Características generales:

Estos suelos están localizados en la parte norte -- del valle, son suelos formados de materiales de aca rreo, presenta evidencias de procesos pedogenéticos tales como: Variaciones texturales, acumulaciones de calcio en horizontes intermedios, son suelos pro fundos con buen drenaje, la pendiente de éstos es -- del 2% se utilizan para la explotación de cultivos -- anuales.

V.4.b) Características morfológicas:

00-24 cm Color café fuerte (5YR 3.5/3), textura arcillo-limo
A_p sa, estructura granular, consistencia friable en se co, abundantes poros finos, no existe actividad de macroorganismos, abundantes raíces finas, ligera -- efervescencia al Hcl. .

24-45 cm Color café rojizo oscuro (5Yr 3/3), textura migajón
A₂ arcillo-limoso, estructura subangular, consistencia muy friable en seco, abundantes poros finos, no -- existe actividad de macroorganismos, abundantes -- raíces finas, ligera efervescencia al Hcl.

- 45-64 cm Color café medianamente oscuro (5YR 4/4), textura-
B_{21t} arcillo-limosa, estructura subangular y columnar, -
consistencia friable en seco, abundantes poros fi-
nos, no existe actividad de macroorganismos, raí -
ces poco abundantes y finas, regular efervescencia
al Hcl, acumulación de carbonatos.
- 64-91 cm Color café rojizo medianamente oscuro (5YR 3/4), -
B_{22t} textura migajón arcilloso, estructura subangular y
columnar, consistencia friable en seco, abundantes
poros finos, no existe actividad de macroorganis -
mos, no existe presencia de raíces, poca eferves -
cencia al Hcl.
- 91-125 cm Color café oscuro (5YR 4/3), textura migajón arcí -
B_{23t} lloso, estructura subangular, consistencia poco -
friable en seco, escasos poros muy finos, no exis -
te presencia de raíces, poca efervescencia al - -
Hcl.
- 125-155 cm Color café rojizo medianamente claro (5YR 4/4), -
C₁ textura migajón arcillo-limoso, estructura suban -
gular, consistencia poco friable en seco, poros -
escasos y muy finos, no existe actividad de macro -
organismos, no existe presencia de raíces, poca -
efervescencia al Hcl.
- 155-X cm Color café claro (5YR 5/3), textura migajón arcí -
C₂ llo-limoso, estructura columnar y subangular, con -
sistencia poco friable en seco, regular cantidad -

de poros, no existe actividad de macroorganismos, no existe presencia de raíces, muy poca efervescencia al Hcl.

V.4.c) interpretación de los análisis físicos:

Este tipo de suelos, cuenta con una textura apropiada para el desarrollo de los cultivos, ya que tiene una buena cantidad de poros, los cuales contribuyen a una buena aireación, así como a un buen drenaje.

El manejo de estos suelos se facilita, ya que no ofrece mucha resistencia a la labranza permitiendo la eliminación de los excesos de humedad, debido a las características tanto de textura como a la estabilidad estructural.

V.4.d) Interpretación de los análisis químicos:

Esta serie de suelos posee una alta fertilidad natural, aunque es pobre en contenido de materia orgánica (debido a que no hay incorporación de residuos de cosecha, generalmente son quemados), presenta una alta capacidad de intercambio de cationes, lo que significa que las plantas pueden tomarlos con mayor dificultad, por tener conductividad eléctrica baja, este suelo no presenta dificultades de salinidad, quedando clasificado como no salino.

Sin embargo, esta serie de suelos al igual que los anteriores, poseen un potencial de hidrógeno (p^H) elevado, lo que en cierta forma restringe la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales para las plantas.

V.5.- SERIE TORIM

V.5.a) Características generales:

Comprende suelos localizados en la parte oeste del valle, cerca de la porción costera del Golfo de California, debido a lo cual, son suelos que contienen sales que restringen el rango de adaptabilidad y variación de los cultivos que pueden establecerse en ellos. Presenta evidencias de procesos pedogenéticos tales como: Variaciones texturales, manchas de sales en algunos horizontes del perfil, son suelos profundos con buen drenaje, presentan texturas medias, con pendientes de 1.5-2%, se utilizan para la explotación de ciertos cultivos resistentes a salinidad.

V.5.b) Características morfológicas:

00-20 cm Color café (7.5YR 3/4), textura migajón arcilloso, estructura subangular, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, no existe actividad de macroorganismos, escasas raíces finas, muy poca efervescencia al Hcl.

A_p

20-35 cm Color café oscuro (10YR 3/3), textura migajón arcilloso, estructura subangular, consistencia poco friable en seco, abundantes poros finos, no existe actividad de macroorganismos, no existe evidencia de raíces, regular efervescencia al Hcl, presencia de manchas de sales.

A_{2sa}

35-75 cm Color café amarillento oscuro, textura migajón limoso, estructura piramidal y columnar, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, no existe actividad de macroorganismos, no existe evidencia de raíces, poca efervescencia al Hcl, presencia de manchas de sales.

B_{21sa}

75-100 cm Color café amarillento moderadamente oscuro (10YR 3/6), textura migajón limoso, estructura subangular y columnar, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, no existe actividad de macroorganismos, no existe evidencias de raíces, poca efervescencia al Hcl.

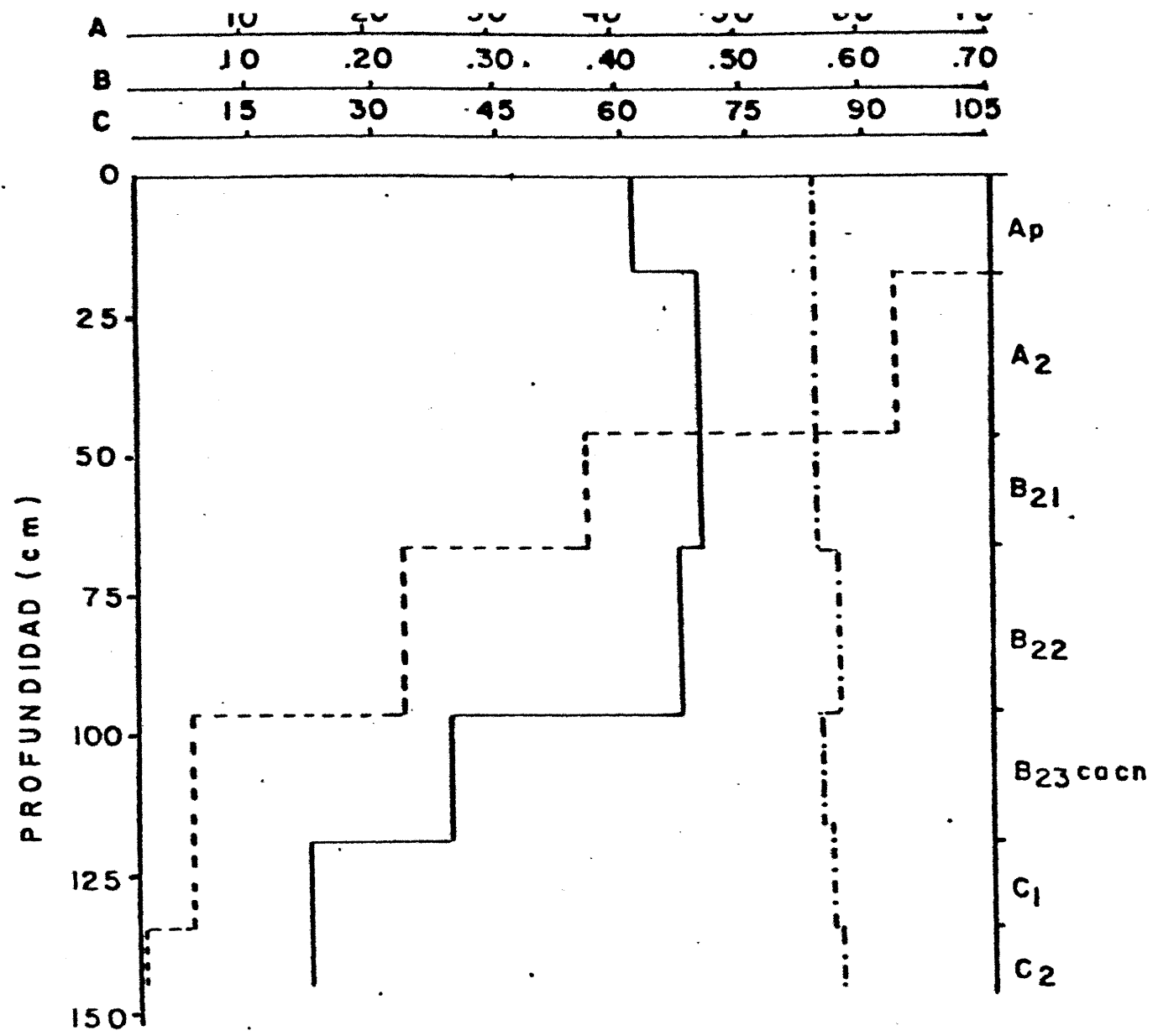
B₂₂

100-X cm Color café rojizo claro (5YR 3.5/4), textura limosa, estructura subangular y columnar, consistencia poco friable en seco, regular cantidad de poros, no existe evidencias de raíces, no existe actividad de macroorganismos, regular efervescencia al Hcl.

B₂₃

V.5.c) Interpretación de los análisis físicos:

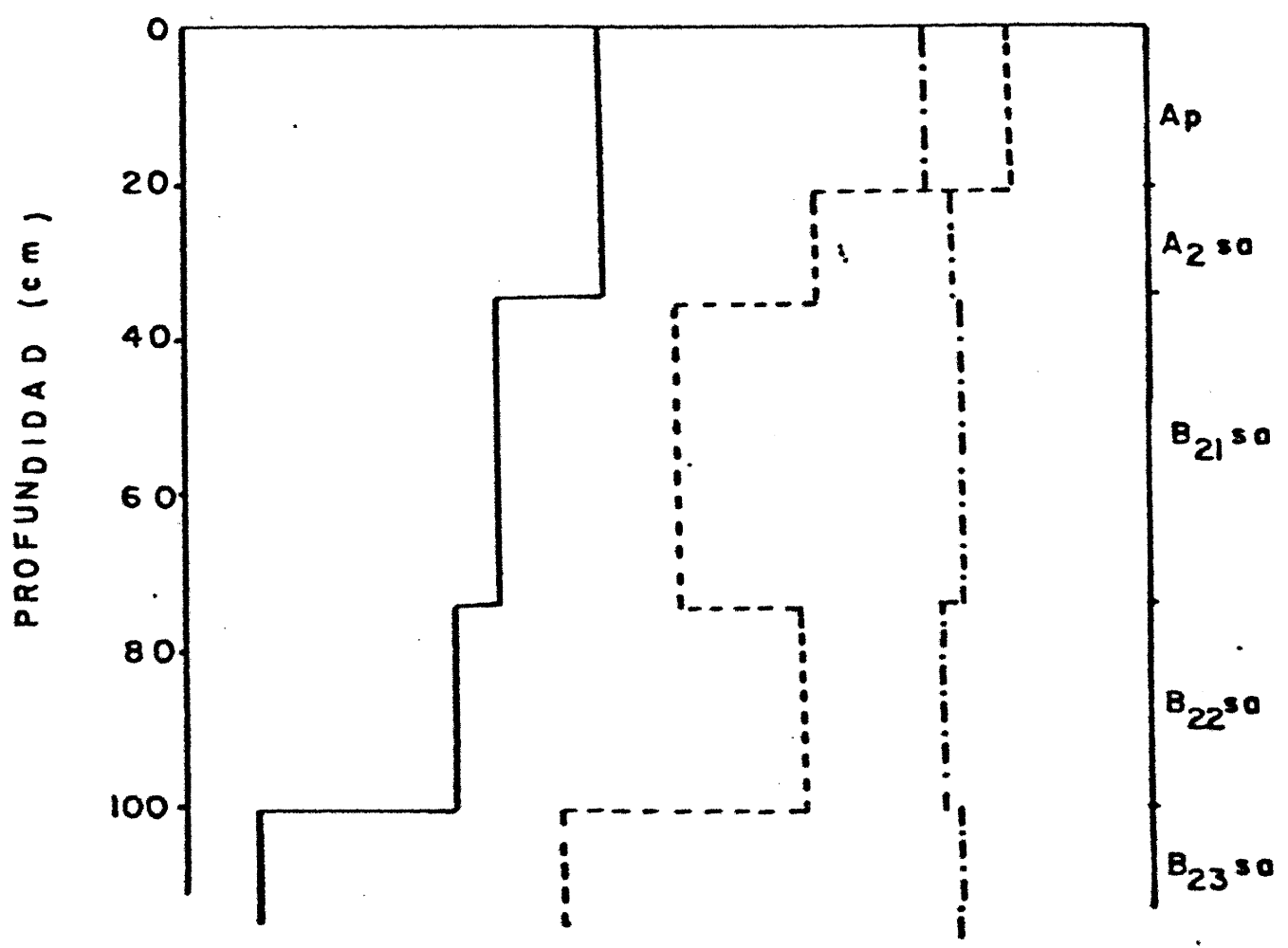
Este suelo presenta un buen contenido de arcilla-



A = % de Arcilla _____
 B = % de M.O. -----
 C = % de Carbonatos -.-.-.-

SERIE TORIM

A	10	20	30	40	50	60	70
B	.15	.30	.45	.60	.75	.90	1.05
C	15	30	45	60	75	90	105



U. A. A. A. N

Figura No. 4 - Distribución del % de Materia Organica, Arcilla y Carbonatos del perfil.

mezclado con limo y arena, los cuales dan una textu
ra apropiada para la agricultura, facilitando la -
aireación y la eliminación de excesos de humedad. -
Las sales acumuladas en los horizontes B_{21sa}' - - -
B_{22sa}' son debido a los procesos de eluviación-ilu-
viación de la capa superficial. La arcilla presenta
en estos suelos son del tipo 2:1, ya que en época -
de sequía, sufre agrietamientos el suelo, debido a-
las características de expansión y contracción, cau-
sados por el humedecimiento y secado de los suelos,
fenómeno el cual solo ocurre en arcillas de este -
tipo.

V.5.d) Interpretación de los análisis químicos:

Los suelos de esta serie tienen una alta fertilidad
natural, debido a la alta capacidad de intercambio-
catiónico que presentan, lo que facilita a las plan
tas la obtención de éstos; Poseen muy poca cantidad
de materia orgánica quedando clasificados entre los
suelos medianamente pobres.

Sin embargo, la conductividad eléctrica que éstos -
poseen es muy alta, lo que restringe el estableci -
miento de ciertos cultivos, ya que solo pueden es -
tablecerse cultivos que sean tolerantes; Por otra -
parte el alto Ph que tienen estos suelo, hace que -
algunos nutrientes no sean disponibles para las - -
plantas, dificultando de cierto modo el buen desa -
rrollo de éstas. Estos suelos pueden hacerse más -

productivos mediante ciertas prácticas de manejo - como son: lavados de suelos y aplicación de mejoradores ácidos para bajar la salinidad y el Ph respectivamente.

V.6.- INFERENCIA EN BASE A LOS RESULTADOS.

Se puede considerar que las series: Quechehueca, - Vicam y Bacum Switch, son los que comprenden los - suelos más altamente fértiles en su forma natural, de las demás series estudiadas, ya que no cuentan con limitantes serias para su explotación intensiva, con excepción del alto contenido de arcilla - que presentan en el perfil, la cual dificulta el - manejo de ellos, debido a que son suelos pesados.- Se podría hacer aplicaciones de materia orgánica - en buenas cantidades a estos suelos, con la finalidad de favorecer la formación de agregados y de la misma forma la porosidad en ellos, para que se facilite su manejo, así también aumentar la aerea- - ción radicular y de igual forma ayudar a eliminar con mayor rapidez los excesos de humedad en ellos, Podrían practicarse fertilizaciones en base a azufre polisulfuros, etc., con el objeto de acidificarlos y así hacer más disponibles mayor número de nutrientes para las plantas, principalmente: Micronutrientes como: fierro, molibdeno, magnesio, - etc., y macronutrientes como el caso del fósforo - que solo está disponible a p^H ácidos.

Los suelos que forman la serie Bataconcica, ocupan el segundo lugar en cuanto al potencial fértil se refiere, aunque presentan una buena capacidad de intercambio catiónico, el contenido de arcilla que presenta es más bajo que las series anteriores, lo que favorece a que las pérdidas de nutrientes por lixiviación sea grande. El manejo de estos suelos se ve favorecido por la textura media que presentan.

Se podría practicar en ellos fertilizaciones en base a azufre, polisulfuros etc., con la finalidad de bajar el Ph en éstos, para de esta forma aumentar la disponibilidad de los nutrientes, y sean más fácil de obtener por las plantas. También se podría hacer incorporaciones de materia orgánica, para aumentar la capacidad de intercambio catiónico, y de ésta forma aumentar la fertilidad potencial en estos suelos.

Los suelos comprendidos dentro de la serie Torim; son suelos que al igual que los de la serie Vicam y Bacum Switch, tienen buena fertilidad natural debido a que presentan buena proporción de arcilla en los primeros 35 cm de espesor, y una alta capacidad de intercambio catiónico; pero estos suelos, por estar localizados en la parte costera del Golfo de California, presentan sales en el perfil a los 35 cm de profundidad, lo que afecta a la por -

cion radicular de las plantas; de la misma forma, el alto p^H que poseen también dificultan a la absorción de nutrientes a éstos. Se podrían realizar ciertas prácticas como: hacer incorporaciones de materia orgánica a estos suelos, con la finalidad de aumentar la porosidad, favoreciendo la formación de agregados; aplicar láminas pesadas de agua en los riegos, para llevar las sales fuera de la zona radicular y; aplicación de fertilizantes en base a polisulfuros y azufres, etc. al igual que las otras series, con el fin de acidificar un poco el suelo.

V.7.- INFORMACION CONTENIDA EN LOS DIFERENTES NOMBRES Y CLAVES USADAS PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS.

V.7.1) SERIE QUECHEHUECA.

V.7.1a) Sistema americano.- Suelo de régimen de humedad árido, con acumulación de arcilla iluvial, presenta textura arcillosa en los primeros 50 cm. del perfil, la temperatura media anual es de $22.8^{\circ}C$, y la profundidad efectiva es mayor a los 100 cm.

V.7.1b) Sistema FAO.- Suelos de zonas áridas con acumulaciones de arcilla iluvial, textura fina y topografía plana.

V.7.1c) Capacidad Agrológica.- Los limitantes que presentan estos suelos es: El alto p^H que tienen, dificultan do la absorción de nutrientes; la textura pesada que dificulta el manejo y la eliminación de los

excesos de humedad, es necesario aplicar mejorados - res de azufre para bajar el p^H , y también aplicar - materia orgánica con el fin de promover la forma- - ción de agregados y así el aumento en porosidad pa- - ra mejorar la textura.

V.7.d) Clasificación por fertilidad:

Indica que los suelos son arcillosos en los prime - ros 50 cm de profundidad, y en el subsuelo presenta textura media.

V.7.2) SERIE BACUM SWITCH.

V.7.2.a) Sistema americano:

Son suelos de zonas áridas, con acumulación de ar - cilla en todo el perfil, no presenta estrato imper- meable en los primeros 100 cm de profundidad, con - textura arcillosa en todo el perfil, con temperatu- ra media anual de $22.8^{\circ}C$ y profundidad superior a - los 100 cm.

V.7.2.b) Sistema FAO:

Suelo de zonas áridas con acumulaciones de arcilla- iluvial y textura fina en todo el perfil, con topo- grafía casi a nivel.

V.7.2.c) Capacidad agrológica:

La única limitante que ofrece este suelo es, el al- to Ph que presenta el cual dificulta a la absorción de nutrientes por las plantas lo que puede corregir se para mejorar sus condiciones mediante la aplica-

ción de mejoradores de azufre.

V.7.2.d) Clasificación por fertilidad:

Son suelos con texturas arcillosas tanto en los -- primeros 50 cm de espesor, como en el subsuelo, te niendo además un porcentaje de saturación de bases alto.

V.7.3 SERIE VICAM:

V.7.3.a) Sistema americano:

Suelos con un contenido de materia orgánica muy -- bajo, presenta acumulación de arcilla iluvial, y -- un régimen árido o semiárido de humedad, presenta -- textura arcillosa, la temperatura media anual es -- de 22.8°C, teniendo una profundidad superior a los 100 cm.

V.7.3.b) Sistema FAO:

Suelos de zonas áridas con acumulación de arcilla -- iluvial, con textura arcillosa en los estratos su -- periores (50 cm), con topografía plana.

V.7.3.c) Capacidad Agrológica:

El suelo presenta el p^H muy alcalinos por lo que es necesario aplicar mejoradores en base a azufre pa -- ra bajar el p^H y hacer al suelo más productivo.

V.7.3.d) Clasificación por fertilidad:

Suelos con textura arcillosa en los primeros 60 cm de profundidad y textura media en el subsuelo.

V.7.4 SERIE BATACONCICA.

V.7.4.a) Clasificación Americana:

Suelos de origen aluvial, con acumulación de arcilla iluvial, con un régimen árido o semiárido de humedad presenta textura media (migajón arcilloso) la temperatura media anual es de 22.8°C y con una profundidad mayor de 100 cm.

V.7.4.b) Sistema FAO:

Suelos de zonas áridas, con acumulación de arcilla iluvial, textura fina y topografía a nivel.

V.7.4.c) Capacidad Agrológica:

Este suelo presenta un alto p^H , dificultando la absorción de nutrientes, por las plantas, es necesario aplicar mejoradores, para aumentar la disponibilidad de nutrientes acidificando al suelo.

V.7.4.d) Clasificación por fertilidad:

Indica que este suelo es de textura de migajón arcillo-limoso en los primeros 50 cm de profundidad, así como en el subsuelo, teniendo un porcentaje de saturación de base.

V.7.5 SERIE TORIM.

V.7.5.a) Clasificación Americana:

Suelo de zonas áridas, sin estrato impermeable en los primeros 100 cm de profundidad, con textura migajón arcilloso en los primeros 35 cm y migajón

Serie Quechahuaca

00	Ap	ArA - 5 YR 3/3
16	A ₂	Ar - 5 YR 3/3
14	B ₂₁	Ar - 5 YR 3/4
17	B ₂₂	Ar - 5 YR 3/4
31	B ₂₃ concn	MAr - 5 YR 4/6
18	C ₁	MA - 5 YR 4/6
36	C ₂	MA - 5 YR 4/6
X		

Serie Bacum Switch

00	Ap	Ar - 5 YR 3/4
30	A ₂	Ar - 5 YR 4/4
47	B ₂₁	Ar - 5 YR 4/4
81	B ₂₂	Ar - 5 YR 3/4
110	B ₂₃	Ar - 5 YR 4.5/4
X		

Serie Vicam

00	Ap	Ar - 5 YR 3/4
20	A ₂₁	Ar - 5 YR 4/4
60	A ₂₂	MAr - 5 YR 4/4
90	II B ₂₁	MA - 5 YR 4/6
110	III B ₃	MA - 7.5 YR 4/6
120	III C ₁	A - 7.5 YR 4/6
134	III C ₂	AM - 2.5 YR 3/6
X		

Serie Bataconica

00	Ap	ArL - 5 YR 3.5/3
24	A ₂	MArL - 5 YR 3/3
45	B ₂₁ f	ArL - 5 YR 4/4
64	B ₂₂ f	MAr - 5 YR 3/4
91	B ₂₃ f	MAr - 5 YR 4/3
25	C ₁	MArL - 5 YR 4/4
55	C ₂	MArL - 5 YR 5/3
X		

Serie Torim

00	Ap	MAr - 7.5 YR 3/4
20	A ₂ so	MAr - 10 YR 3/3
35	B ₂₁ so	ML - 10 YR 4/4
75	B ₂₂ so	ML - 10 YR 3/6
100	B ₂₃ so	L - 5 YR 3.5/3
X		

Figura No. 5: Representación esquemática de los perfiles

limoso en el subsuelo, con temperatura anual de --
22.8⁰C y profundidad superior a los 100 cm.

V.7.5.b) Sistema FAO:

Suelo de zonas áridas con acumulación de sales en-
los 35 cm de profundidad, textura media y topogra-
fía plana.

V.7.5.c) Capacidad Agrológica:

Suelo con acumulación de sales en el segundo y ter-
cer horizonte (B_{21sa}, B_{22sa}), que dificultan el --
desarrollo radicular de las plantas; elevado Ph -
que insubiliza algunos nutrientes, es necesario la-
var los suelos con láminas pesadas de agua, y apli-
car mejoradores de azufre para acidificar el suelo
y mejorar sus ccndiciones.

V.7.5.d) Clasificación por fertilidad:

Este suelo es de textura fina en la superficie y -
media en el subsuelo, con una capacidad de inter -
cambio catiónico mayor de 40 meq/100 gr de suelo.

VI.- C O N C L U S I O N E S

En base al estudio realizado se pueden concluir los siguientes puntos:

- a) En todos los suelos considerados para este estudio se encontraron cantidades muy bajas de materia orgánica (menos de 1%), la cual debido a su influencia en diferentes características del suelo, es importante que se encuentre en cantidades apropiadas (más de 2%). Entre los procesos en los cuales influye la materia orgánica, se pueden citar: la estabilidad estructural, la formación de agregado, la actividad microbiana además de que es fuente primordial de nutrientes básicos para las plantas, tales como nitrógeno, fósforo y azufre.

Por lo anterior, es recomendable promover acciones tendientes a incrementar el contenido de M.O. Estas acciones incluyen: incorporación de residuos de cosechas, aplicación de estiércoles, rotación de cultivos utilizando cultivos de cobertura como pastos o leguminosas forrajeras.

- b) El alto contenido de carbonatos en los suelos, dificultan la disponibilidad de los nutrientes, por lo que se podría recomendar aplicar mejoradores acidificantes al suelo, tales como: azufres, polisulfuros etc., con el fin de bajar el Ph de estos suelos para aumentar la disponibilidad y al mismo tiempo evitar la fijación de nutrientes como el hierro y el fósforo que son esenciales para el buen desarrollo de las plantas.

Esto podría lograrse también con la adecuada rotación de cultivos e incorporaciones de residuos de cosecha.

- c) Los suelos de la serie Torim, presentan acumulaciones de sales a los 20 cm. de profundidad que es donde se encuentran la mayor cantidad de raíces, aunque debido a la alta movilidad de éstos, pueden ser desplazados a cualquier parte del perfil; se podría recomendar la aplicación de láminas pesadas de agua en los riegos, con la finalidad de sacar las sales de la zona radicular de las plantas, ya que éstos suelos presentan buen drenaje, lo que facilitaría la realización de esta práctica.
- d) Para la realización de estudios detallados de suelos, el sistema de clasificación más apropiado sin duda es el Sistema Americano de clasificación (7a. Aproximación), debido a que en su estructura, agrupa en clave mucha información sobre las propiedades del suelo en estudio.
- e) En la realización de los análisis de laboratorio se presentó un problema en cuanto a la obtención del sodio y el potasio, los cuales fueron calculados en meq/lto., o sea los presentes en la fase soluble y no en la intercambiable; los resultados de las lecturas en el contenido de Potasio, no son muy confiables debido a que la lámpara de absorción de Iones estaba fallando.
- f) Los antecedentes bibliográficos sobre trabajos realizados en la zona de estudio, se observó que en los datos de laboratorio reportados en todos ellos, las propiedades del suelo considerados son insuficientes para la interpreta -

ción adecuada de las condiciones prevalecientes en el suelo, ya que consideran características tales como: porcentajes de nitrógeno y fósforo y otros datos que si bien son importantes para definir el estado de fertilidad del suelo al momento del estudio, son valores que pueden variar grandemente a corto plazo en función del sistema de labranza usado o tipo de cultivo, por lo que sería recomendable que en el futuro los análisis realizados en los diferentes suelo del distrito consideraron propiedades tales como: estructura, CIC, PSB y Da, lo cual permitiría tener una visión más completa del estado del suelo y el grado en el que está siendo modificado por la explotación intensiva.

Debido a los limitantes de tiempo y falta de presupuesto, no fué posible realizar el estudio en todas las series que integran el distrito de riego 41 del valle del Yaqui (se consideraron 5 series que representan más del 60% de la superficie total, siendo las más representativas tanto por su extinsión como por su producción), por lo que para tener una información más completa de los suelos del distrito, es necesario extender el estudio a las series faltantes.

VII.- B I B L I O G R A F I A

- ALLISON, L.E. et al 1980. Suelos Salinos y Sódicos Editorial Limusa.
- BASSOLS BATALLA A. 1974 Recursos Naturales. Clima, Agua, - Suelo, vegetación y Fauna. 4a. Ed. Editorial Nuestro Tiempo, S.A. - México.
- BASSOLS BATALLA A. 1976 Geografía Económica de México 3a.- Ed. Editorial Trillas, S.A.
- BIRKELAND PETER W. 1974. Pedology, Weathering and Geomorpho logical Research. 4th Ed. Oxford - University Press. London.
- BLACK. C.A. 1965. Methods of Soil Analyses, Part 2. Agronomy No. 9 American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin U.S.A.
- BONNET A JUAN - 1960. Edafología de los Suelos Salinos y Sódicos Puerto Rico.
- BOUL S.W, F.D. HOLE AND R.S. MC CRACKEN. 1977. Soil Genesis - and Clasificación, 7th ed. The - - Iowa State University Press U.S.A.
- BOUL, S.W. 1965. Present Soil-Forming factors and - processes in arid and semiarid - regions. Soil Sci. 99:45-49.
- BUCKMAN H.O. BRADY N.C. (1974). Naturaleza y propiedades de - los suelos. Editorial Hispanoameri cana.

- CASTILLO GURROLA JOSE. 1980. Evaluación de la recarga vertical en un modelo matemático en el acuífero del Valle del Yaqui, Sonora, Chapingo México.
- CEPEDA DOVALA JUAN M. 1983. Química de Suelos U.A.A.A.N. Saltillo Coahuila, México.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS DE CHAPINGO. 1981. Introducción a los levantamientos de suelos. Chapingo, México.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS DE CHAPINGO 1982. Manual de conservación del suelo y del agua. Chapingo, México.
- CHEN, Z.M. 1981 Relationships Between Structure and Fertility in porous soils. Soil and Fertilizer.
- DREGNE H.E. 1976. Soils of Arid Regions. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, U.S.A.
- GALLEGOS DEL TEJO A. 1983. Manual de Estudios Agrológicos. U.A.A.A.N. Saltillo. México.
- GARCIA ENRIQUETA. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. México.
- GAUCHER G. 1971. El suelo y sus características agronómicas, España, Ed. Omega.
- GAVANDE A. SAMPAT - 1972 - Principios y Aplicaciones de Física de Suelos. México. Ed. Limusa-Wiley.
- GILE et al. 1966 Morphological and genetic sequences Of Carbonate Accumulation in desert Soils.

Soil Sci 101: 347 - 360.

- HARRIS, W.G., S.S. Iyengar. 1980. Mineralogy of a Chronosequence Formed in new river alluvium. Soil - Sci. Am. j.
- HENIN, S. 1955. Synthesis of clay minerals at low Temperatures, Pags. 54-60. Proc. 4th Natl. - Conf. Natl. Acad. Sci. Washington, U.S.A.
- HODGSON, J.F. - 1963. Chemistry of the Micronutrient Elements in Soils. Advances in Agronomy, 15:119--159.
- HOYOS DE CASTRO, A.; HERNANDO COSTA. 1980. Characterization of Soils of the Central System, Spain. II. - Umbrepts. Soils and Fertilizer, U.S.A.
- JACKSON M.L. - 1964 - Análisis Químico de Suelos. Barcelona--España. Editorial OMEGA.
- KASCHENKO. V.S. YASHIN I.M. 1981. Saline Soils of Severnaya - Dvina delta. Soils and Fertilizer, U.S.A.
- LAFLEN, J.M. and W.C. MOLDENHAUER. 1979. Soil and Water losses from Corn - Soybean. Soil Sci. Soc. Am. - J. 43: 1213-1215.
- LAL, R. 1976. No tillage effects on Soil Properties - - under different Crops in Western Nigeria. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 762 - 768.
- LEE RODRIGUEZ. 1972. Efectos del manejo de los residuos de cosechas en la rotación de Trigo - Maíz - - Algodón, sobre los rendimientos y algunas propiedades físicas de los suelos en el - Valle del Yaqui. México.

- MC. CALLA, T.M. END T.J. ARMY. 1961. Stubble mulch-farming, Advances in Agronomy. 13. U.S.A.
- MILLAR C.E. TURK L.M.- 1971 - Fundamentos de la ciencia del Suelo. Bogotá Colombia Ed. C.E.C.S.A.
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS. 1975. Macbeth division of Kollmargen-Corporation 2441 North Colvert street Baltimore, Maryland 21218.
- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1983. Manual de Fertilizantes, - México Ed. Limusa.
- PERSONAL DEL LABORATORIO DE SALINIDAD DE LOS E.U.A. 1980. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México, Ed. Limusa.
- S.A.R.H. 1970. Estudio complementario de elaboración de - trazo de Isoyetas medias anuales de la República Mexicana, en el período 1931 - - 1970. México.
- S.A.R.H. 1977. Características de los distritos de riego, regiones Noroeste y Centro Norte. México.
- S.A.R.H. 1978. Atlas Geohidrológico, Volumen I. México.
- S.A.R.H. 1980. Plano general del distrito de riego No. - 41 Valle del Yaqui. Sonora. México.
- S.A.R.H. 1982. Boletín de Información técnica No. 5 (Julio-Agosto). México.
- TAMHANE, R.V. MOTIRAMANI Y.P.- 1978 - Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. Nueva Delhi- Ed. Diana.
- TISDALE S.L. Y W.L. NELSON. 1956 Soil Fertility and fertilizer- the Mc Millan Company N.Y. U.S.A.

- TORRES NOYOLA FRANCISCO. 1972. Efectos fisiológicos de la lámina y el intervalo de riego por goteo en el cultivo de la sandía en el Valle del Yaqui, Sonora. México.
- TURSINA, T.V. YAMNOVA, I.A. 1980. Combined Stage - by - Stage-Morphological, Mineralogical and Chemical Study of the Composition and Organization of Saline Soils; Soviet-Soil Science. Vol. II (1) Pag. 81-94.
- VINAYAK, A.K.; SEHGAL., 1981. Pedogenesis and Taxonomy of some Alluvium-derived sodic Soil in Penjab. Soils and Fertilizer, U.S.A.
- WILLARD L. LINESAY - 1976. Chemical Equilibrio in Soil. A. - - Willey interscience publication. U.S.A.
- ZARENTSEV, I.N. 1980. Effect of irrigation on the increase in the productivity of dark chestnut soils in the Southern Ukraine. Soils and Fertilizer. U.S.A.

VIII.- APENDICE

SERIE	HOR	PROF (CM)	COLOR	TEXTURA	ESTRUC TURA	CONSI- TENCIA EN SECO	POROS	ACTIVI DAD DE MACRO- ORGA - NISMOS	CANT. DE RAICES	EFERV. AL HCL	FORMACIO NES ESP.
QUECHE HUECA	A _P	00-16	5YR3/3	Arcillo arenoso	Granu- lar y migajo sa	Poco friable	abun- dantes y finos	No hay	Abun- dantes finas y medias	poca	
	A ₂	16-44	5YR3/3	Arcillo so	Suban- gular	friable	regular y medias	No hay	abun- dantes y finas	Poca	caras de desliza- miento.
	B ₂₁	44-67	5YR3/4	Arcillo so	Suban- gular y columnar	friable	abun- dantes y finos	No hay	escasas y finas	Poca	caras de desliza- miento
	B ₂₂	67-91	5YR3/4	Arcillo so	columnar	friable	regular	No hay	muy es- casas	Poca	
	B _{23cacn}	91-118	5YR4/6	Migajón arcillo so	columnar	poco friable	regular	No hay	No hay	fuerte	concre- ciones de car- bonatos de cal- cio
	C ₁	118-136	5YR4/6	Migajón Arenoso	subangu- lar	poco friable	regular	No hay	No hay	Poca	
	C ₂	136-X	5YR4/6	Migajón Arenoso	no hay		regular	No hay	No hay	Poca	

SERIE	HOR	PROF (CM)	COLOR	TEXTURA	ESTRUC TURA	CONSIS- TENCIA EN SECO	POROS	ACTIVI DAD DE MACRO- ORGA - NISMOS	CANT DE RAI- CES	EFERV. AL HCL	FORMA- CIONES ESP.
BACUM SWITCH	A P	00-30	5YR3/4	Arcillo sa	Suban- gular	friable	Abun- dantes y finos	No hay	No hay	Regu lar	
	A ₂	30-47	5YR4/4	Arcillo sa	Suban- gular	friable	abun- dantes y finos	No hay	No hay	Regu lar	
	B ₂₁	47-81	5YR4/4	Arcillo sa	Suban- gular y colum- nar	Muy fiabile	abun- dantes y fi- nos	No hay	No hay	Regu lar	Caras de desliza- miento
	B ₂₂	81-110	5YR3/4	Arcillo sa	Cúbica y colum nar	firme	abun- dantes y fi- nos	No hay	No hay	fuer te	caras de desliza- miento y venas de carbona- tos de - calcio
	B ₂₃	110-X	5YR 4.5/4	Arcillo sa	Suban- gular	muy friabile	abun- dantes y fi- nos.	No hay	No hay	Regu lar	

SERIE	HOR	PROF (CM)	COLOR	TEXTURA	ESTRUC TURA	CON SIS TENCIA EN SECO	POROS	ACTIVI DAD DE MACRO- ORGA - NISMOS	CANT DE RAI- CES	EFERV AL HCL	FORMA- CIONES ESP.
VICAM	A _p	00-20	5YR3/4	Arcillo so	granu- lar	suelta	abun- dantes finos	No hay	abun- dantes finas	No hay	
	A ₂₁	20-60	5YR4/4	Arcillo so	suban- gular y cúbica	firme	abun- dantes y finos	No hay	No hay	No hay	
	A ₂₂	60-90	5YR4/4	Migajón arcillo so	suban- gular	poco friable	regular	No hay	No hay	regu- lar	venas (carbona tos, de calcio
II	B ₂₁	90-110	5YR4/6	Migajón	suban- gular	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	fuer- te	concre- ciones de car- bonato de cal- cio
III	B ₃	110-120	7.5YR 4/6	Migajón arenoso	suban- gular	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	regu- lar	
III	C ₁	120-134	7.5YR 4/6	Arenoso	No hay		regu- lar	No hay	No hay	regu- lar	grava media
III	C ₂	134-X	2.5YR 3/6	Areno-	suban- gular	suelta	regu- lar	No hay	No hay	No hay	grava grue- sa.

SERIE	HOR	PROF (CM)	COLOR	TEXTURA	ESTRUC TURA	CONSIG TENCIA EN SECO	POROS	ACTIVI DAD DE MACRO- ORGA - NISMOS	CANT DE RAI- CES	EFERV AL HCL	FORMA- CIONES ESP.
BATACON CICA	A _p	00-24	5YR 3.5/3	Arcillo limoso	granular	friable	abun- dan- tes y finos	No hay	abun- dan- tes y finas	poca	
	A ₂	24-45	5YR3/3	Migajón arcillo limoso	subangu- lar	muy friable	abun- dantes y finos	No hay	abun- dan- tes y finas	lige- ra	
	B _{21t}	45-64	5YR4/4	Arcillo limosa	subangu- lar y columnar	friable	abun- dan- tes y finos	No hay	poco abun- dan - tes y finas	regu- lar	acumula cion de carbona tos de- calcio
	B _{22t}	64-91	5YR3/4	Migajón arcilloso	Subangu- lar y colum- nar	friable	abun- dan - tes y finos	No hay	No hay	poca	
	B _{23t}	91-125	5YR4/3	Migajón arcillo so	subangu- lar	poco friable	esca- sos y muy finos	No hay	No hay	poca	
	C ₁	125-155	5YR4/4	Migajón arcillo limoso	subangu- lar	poco friable	esca- sos y muy finos	No hay	No hay	poca	
	C ₂	155-X	5YR5/3	Migajón arcillo limoso	colum- nar y suban- gular	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	Muy poca	

SERIE	HOR	PROF (CM)	COLOR	TEXTURA	ESTRUC TURA	CONSI TENCIA EN SE- CO	POROS	ACTIVI DAD DE MACRO- ORGA - NISMOS	CANT DE RAI- CES	EFERV AL HCL	FORMA- CIONES ESP.
TORIM	A _p	00-20	7.5YR 3/4	Migajón arcillo- so	suban- gular	poco friable	regu- lar	No hay	Esca- sas y fi- nas	Muy poca	
	A _{2sa}	20-35	10YR 3/3	Migajón arcillo so	suban- gular	poco friable	abun- dan- tes y finos	No hay	No hay	regu- lar	manchas de sa- les
	B _{21sa}	35-75	10YR 4/4	Migajón limoso	pirami- dal y colum- nar	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	poca	manchas de sa- les en- el per- fil
	B ₂₂	75-100	10YR 3/6	Migajón limoso	suban- gular y co- lumnar	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	poca	
	B ₂₃	100-X	5YR 3.5/4	Limoso	suban- gular y colum- nar	poco friable	regu- lar	No hay	No hay	regu- lar	

CUADRO No. 3 PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS DEL DISTRITO 41 VALLE DEL YAQUI

SERIE	HORIZONTE	PROFUNDIDAD (CM)	PENDIENTE (%)	DS (gr/cm ³)	Da (gr/cm ³)	E (%)	GRANULOMETRIA %			CC	PMP	TEXTURA
							A	L	Ar			
T												
QUECHE HUECA	A _p	00-16	0-2%	2.39	1.61	32	43.3	10	46.7	29.66	21.31	Ar
	A ₂	16-44		2.52	1.67	39	48.4	17.5	34.1	38.93	24.79	Ar
	B ₂₁	44-67		2.36	1.58	33	48.4	17.5	34.1	43.12	23.96	Ar
	B ₂₂	67-91		2.36	1.41	40	45.9	22.5	31.6	-	-	Ar
	B ₂₃ caen	91-118		2.51	1.51	40	28.4	40	31.6	-	-	MA
	C ₁	118-136		2.45	1.46	59	15.8	30	54.2	-	-	MA
	C ₂	136-X		2.46	1.73	70	15.8	7.6	76.6	-	-	MA
BACUM SWTCH	A _p	00-30	0-2%	2.21	1.64	26	45.8	27.5	16.7	32.75	19.5	Ar
	A ₂	30-47		2.50	1.64	34	55.9	20	24.1	31.69	29.13	Ar
	B ₂₁	47-81		2.50	1.65	34	55.9	22.5	21.6	-	-	Ar
	B ₂₂	81-110		2.55	1.49	41	50.9	25	24.1	-	-	Ar
	B ₂₃	110-X		2.39	1.43	40	50.9	22.5	26.6	-	-	Ar
VICAM	A _p	00-20	0-2%	2.46	1.65	33	42.2	24.5	33.3	34.71	20.21	Ar
	A ₂₁	20-60		2.39	1.72	28	49.5	23.2	27.3	35.40	22.40	Ar

CUADRO No. 3 PROPIEDADES FISICAS DE.....

SERIE	HORIZONTE	PROFUNDIDAD (CM)	PENDIENTE (%)	DS (gr/cm ³)	D _a (gr/cm ³)	E (%)	GRANULOMETRIA%			CC	PMP	TEXTURA
							A	L	Ar			
A ₂₂		60-90		2.39	1.46	39	39.6	31.8	28.6	-	-	MAr
IIB ₂₁		90-110		2.48	1.59	36	19.6	31.8	48.6	-	-	MA
IIIB ₃		110-120		2.49	1.58	36	9.8	29.7	60.5	-	-	MA
IIIC ₁		120-134		2.44	1.26	48	4.8	6.8	88.4	-	-	A
IIIC ₂		134-X		2.72	1.41	48	10.9	5.0	84.1	-	-	AM

SERIE	HORIZONTE	PROFUNDIDAD (CM)	PENDIENTE (%)	D _s ₃ (gr/cm ³)	D _a ₃ (gr/cm ³)	E (%)	GRANULOMETRIA			CC	PMP	TEXTURA
							A	L	Ar			
BATACONCICA	A _p	00-24	0-2	2.40	1.49	38	48.3	42.6	9.1	29.69	19.71	ArL
	A ₂	24-45		2.44	1.52	37	28.4	62.5	9.1	33.39	22.41	MarL
	B _{21t}	45-64		2.35	1.34	43	43.4	40	16.6	-	-	ArL
	B _{22t}	64-91		2.36	1.78	24	38.4	35	26.6	-	-	Mar
	B _{23t}	91-125		2.59	1.46	43	33.4	42.5	24.1	-	-	Mar
	C ₁	125-155		2.52	1.66	34	39.8	53.7	6.5	-	-	MarL
	C ₂	155-X		2.42	1.32	54	39.8	51.1	9.1	-	-	MarL
TORIM	A _p	00-20	0-2	2.40	1.48	38	33.4	42.5	24.1	26.53	12.70	Mar
	A _{2sa}	20-35		2.24	1.51	32	33.4	42.5	24.1	29.01	16.28	Mar
	B _{21sa}	35-75		2.88	1.12	61	25.9	60	14.1	38.64	14.91	ML
	B ₂₂	75-100		2.48	1.28	48	20.9	70	9.1	-	-	ML
	B ₂₃	100-X		2.29	1.52	33	0.9	87.5	11.6	-	-	L

A= Arena

L= Limo

Ar= Arcilla

E= Porosidad

CC= Capacidad de Campo

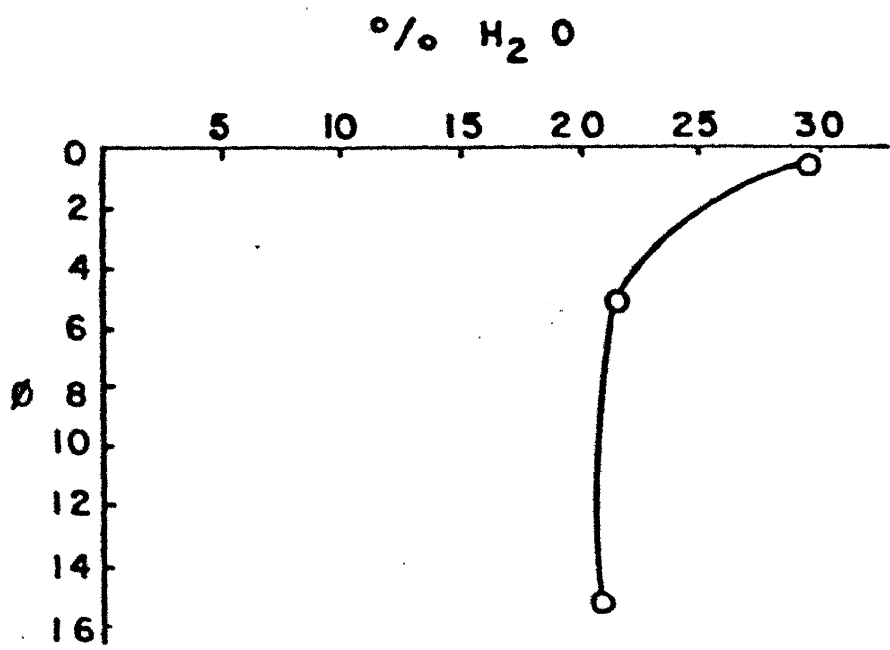
PMP= Punto de Marchitez Permanente.

PROPIEDADES QUIMICAS DE LOS SUELOS DEL DISTRITO 41, VALLE DEL YAQUI.

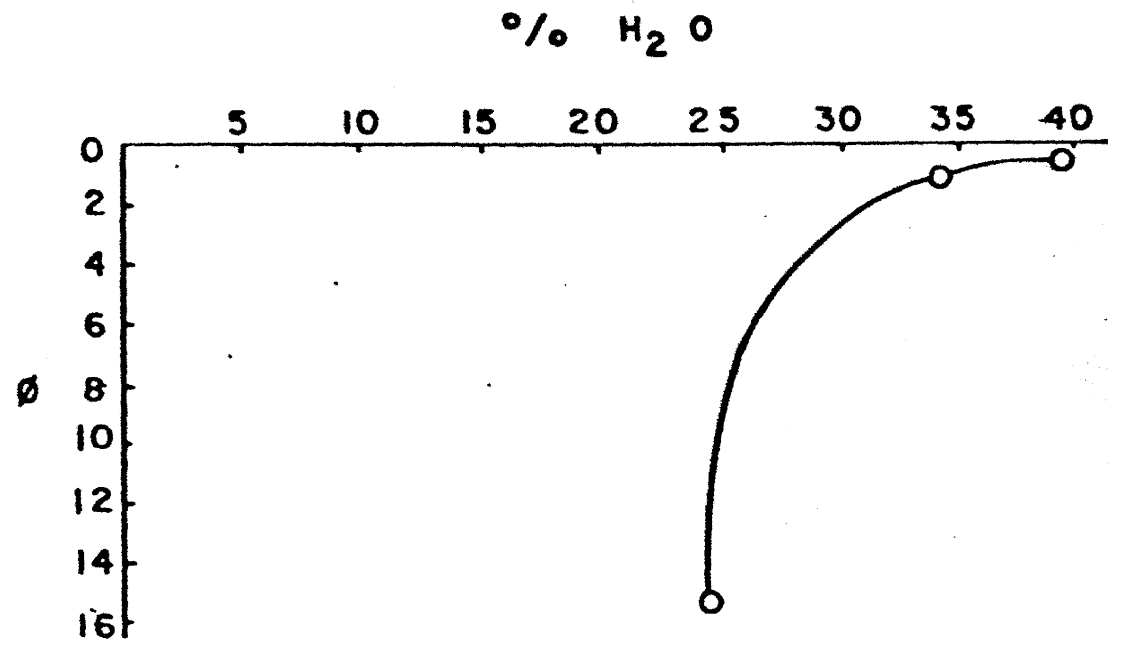
SERIE	HTE	PROF (cm)	PH 1:2	MO	CO ₃ (PORCENTAJES)	PSB	CIC	Ca	Mg	SO ₄ ^m (meq/100gr)	Cl	Na meq/Lto	K	CE mm/cm ²
QUECHE HUECA.	A _p	00-16	8.6	0.70	86.5	92	47.7	35	9	0.07	0.08	16.63	0.42	0.82
	A ₂	16.44	8.7	0.64	86.8	93	51.9	29	10	0.76	0.07	21.70	0.50	1.00
	B ₂₁	44-67	8.9	0.38	86.9	100	48.7	30	10	0.22	0.14	30.96	0.46	1.60
	B ₂₂	67-91	8.7	0.23	88.0	93	51.9	29	9.6	0.64	0.14	-	-	1.70
	B ₂₃ caen	91-118	8.4	0.06	87.8	90	45.5	25	7	0.22	0.29	78.26	0.82	1.48
	C ₁	118-136	9.6	0.06	87.9	100	41.3	25	8	0.07	0.07	20.87	0.26	1.20
	C ₂	136-X	9.5	0.06	88.0	100	30.7	24	6	0.04	0.03	17.61	0.51	1.89
BACUM SWTCH	A _p	00-30	8.3	0.83	86.7	91	37.1	22	5	0.02	0.06	6.09	0.33	0.98
	A ₂	30-47	8.5	0.57	86.5	92	34.9	20	5	0.16	0.07	9.78	0.27	1.20
	B ₂₁	47-81	8.5	6.38	87.4	94	44.5	26	7	0.09	0.12	22.48	0.28	1.60
	B ₂₂	81-110	8.2	0.00	86.9	100	37.1	22	7	0.34	0.08	52.17	0.63	3.50
	B ₂₃	110-X	8.2	0.32	85.5	100	47.7	30	8	0.01	0.16	51.3	0.29	4.00
VICAM	A _p	00-20	7.9	0.96	86.7	87	43.4	24	6	0.32	0.02	3.91	0.44	0.72
	A ₂₁	20-60	8.0	0.38	86.5	89	42.4	24	6	0.14	0.02	4.78	0.13	0.65
	A ₂₂	60-90	8.7	0.32	86.7	94	50.8	30	8	0.23	0.02	7.39	0.26	0.36
	IIB ₂₁	90-110	9.0	0.18	87.2	100	44.5	27	8	0.18	0.02	9.57	0.31	0.51
	IIIB ₃	110-120	8.7	0.12	87.3	100	34.9	22	6	0.66	0.02	9.57	0.28	0.51

SERIE	HTE	PROF (CM)	PH	MO	CO ₃ (PORCENTAJES)	PSB	CIC	Ca	Mg	SO ₄ (meq/100gr)	Cl	Na meq/Lto	K	CE mm/cm ²
	IIIC ₂	134-X	9.6	0.06	86.1	100	21.2	16	4	0.23	0.02	7.61	0.05	0.01
BATACON CICA	A _p	00-24	8.2	1.90	87.1	89	54.06	35	8	0.12	0.08	6.09	2.35	1.05
	A ₂	24.45	8.5	1.65	87.0	89	40.20	22	6	0.56	0.05	4.78	1.15	0.85
	B _{21t}	45-64	8.6	0.70	86.5	94	37.10	22	6	0.08	0.05	3.7	0.36	0.72
	B _{22t}	64-91	8.4	0.45	87.3	97	44.50	27	7	0.28	0.07	7.61	0.28	0.80
	B _{23t}	91.125	8.2	0.12	89.6	97	46.60	28	8	0.80	0.08	13.7	1.08	1.80
	C ₁	125.155	8.2	0.38	88.9	96	37.10	22	6	0.48	0.14	16.52	1.54	2.50
	C ₂	155-X	8.7	0.51	88.4	97	56.10	34	9	0.46	0.30	14.3	1.95	3.50
TORIM	A _p	00-20	8.0	0.96	84.4	90	37.1	21	6	0.17	0.54	160.87	2.76	10.10
	A _{2sa}	20-35	8.2	0.70	87.0	91	57.2	33	9	0.16	0.06	256.5	2.36	9.0
	B _{21sa}	35-75	8.1	0.51	87.3	90	43.4	24	7	0.34	2.38	382.6	2.46	37.0
	B ₂₂	75-100	8.1	0.70	86.5	90	48.7	28	7	0.29	1.48	592.7	2.21	52.0
	B ₂₃	100-X	8.1	0.45	87.0	90.0	41.3	23	6	0.71	1.92	530.43	2.26	10.0

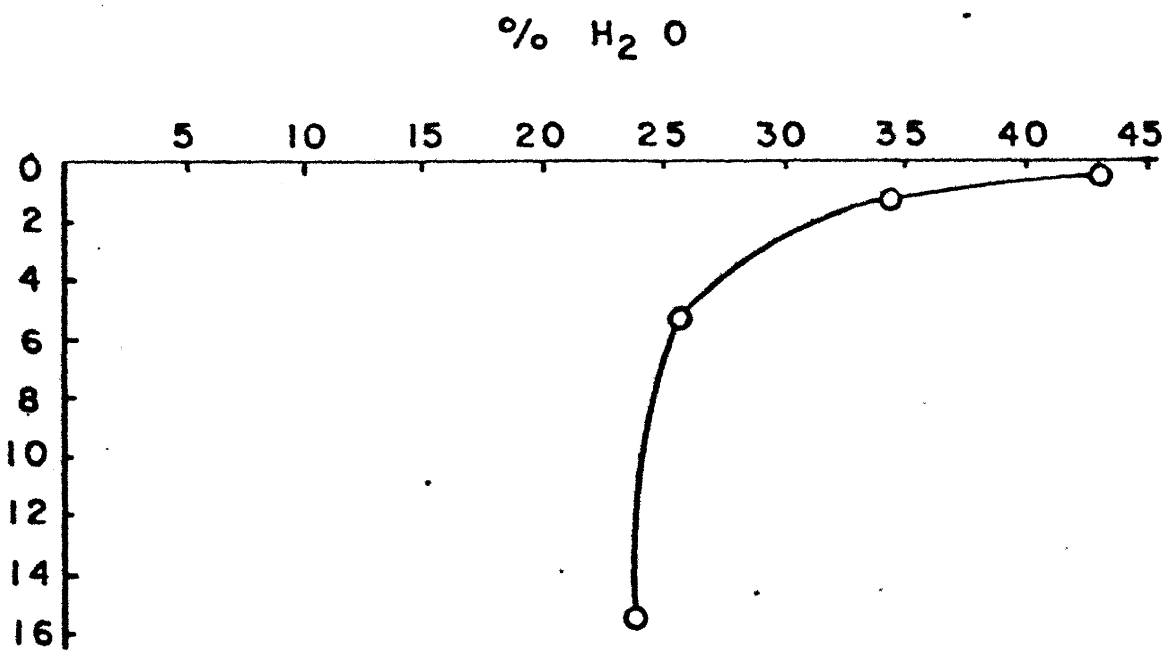
PERFIL No. 8



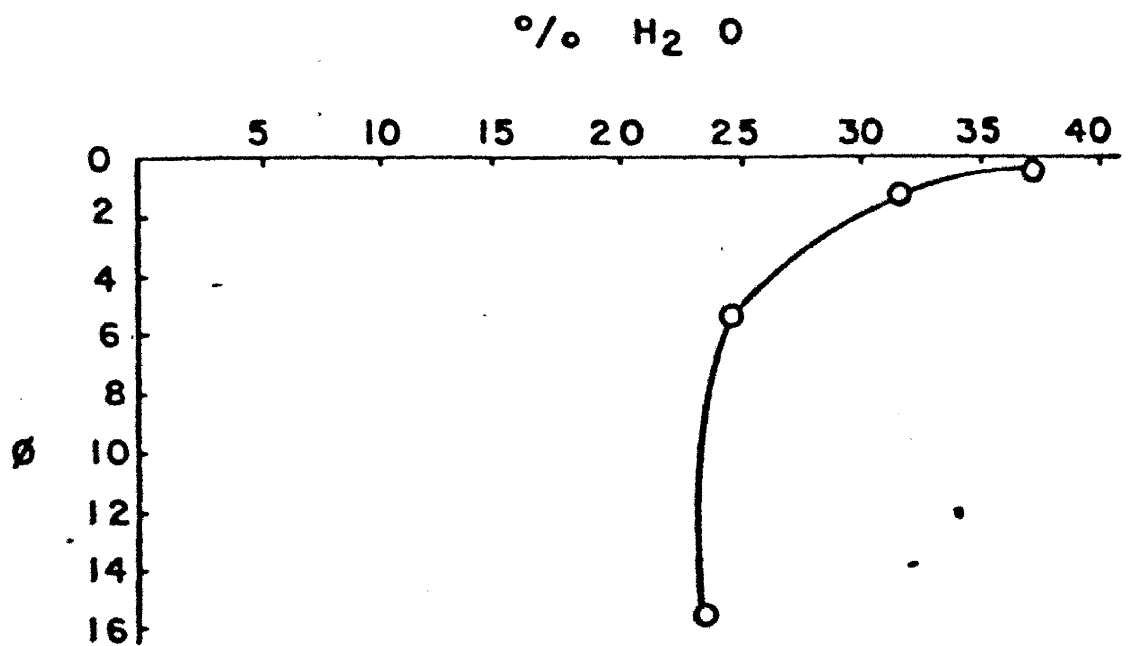
Ap = 0 - 16



A₂ = 16 - 44



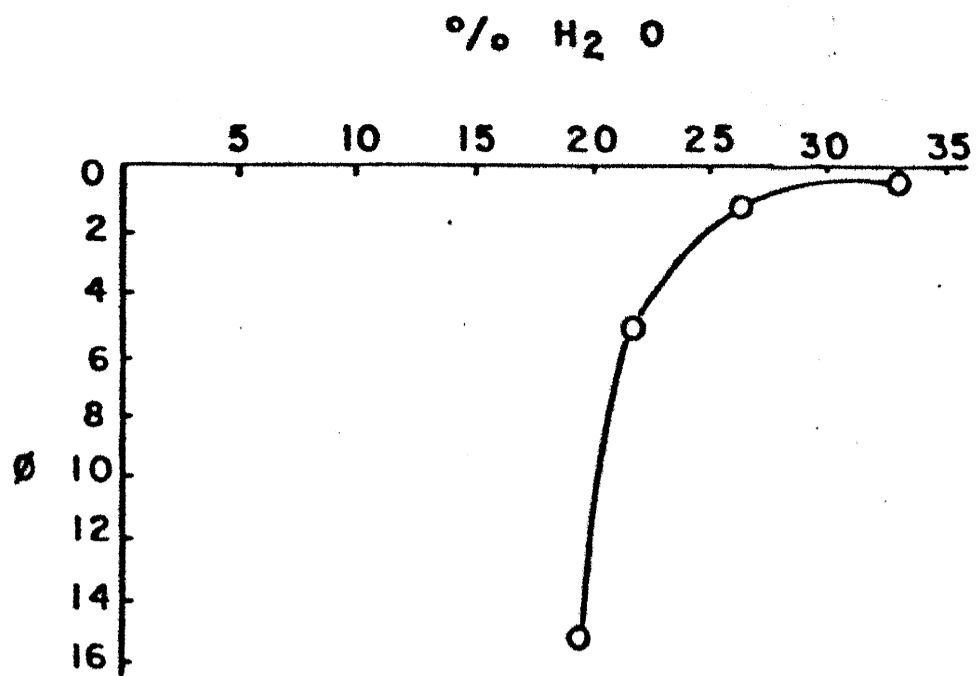
B₂₁ = 44 - 67



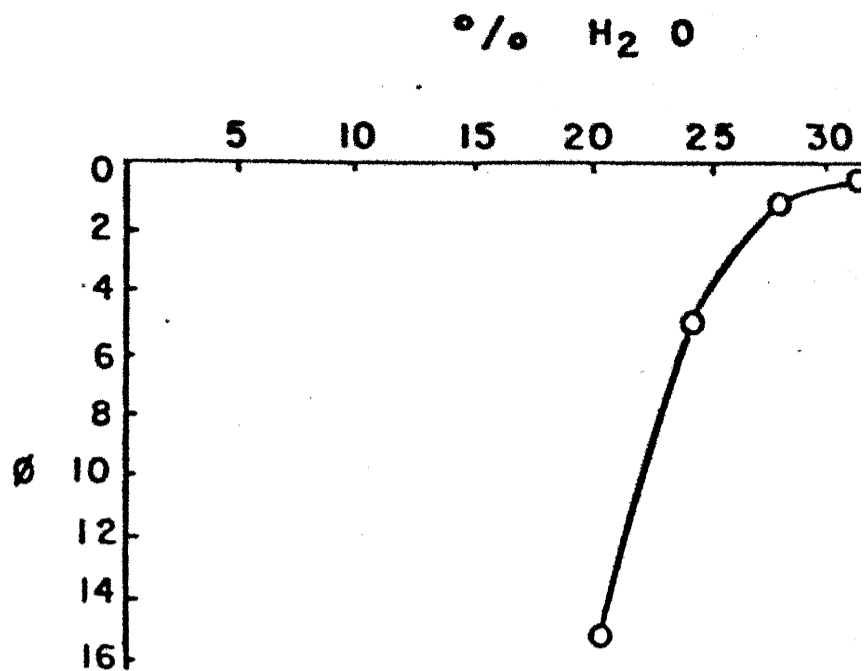
Grafica promedio

Figura No. 6 : Curvas de abatimiento de humedad para cada uno de los perfiles

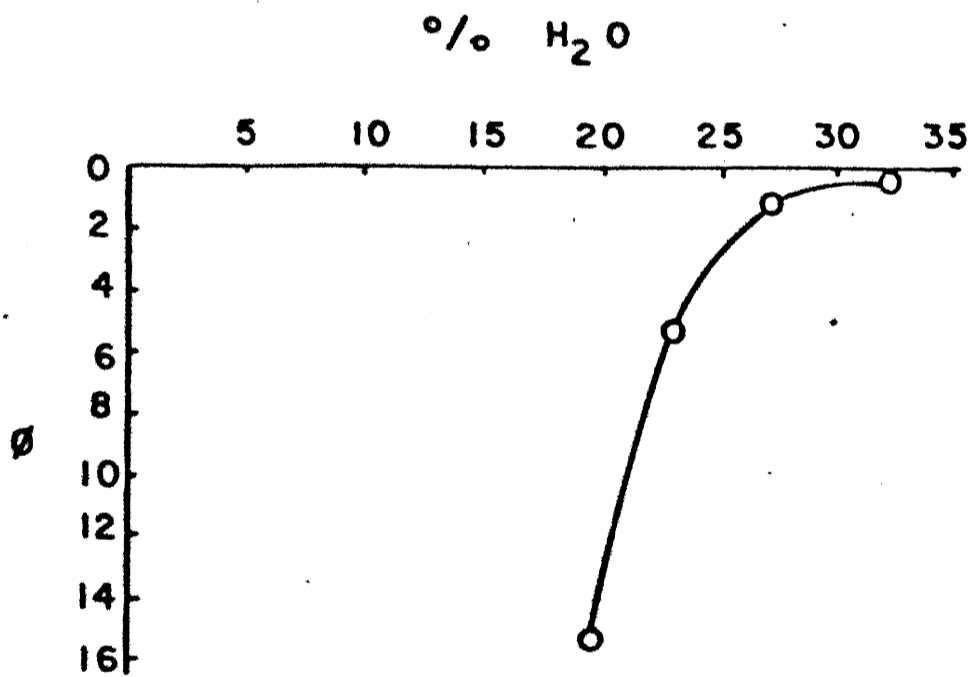
PERFIL No. 6



Ap = 0 - 30



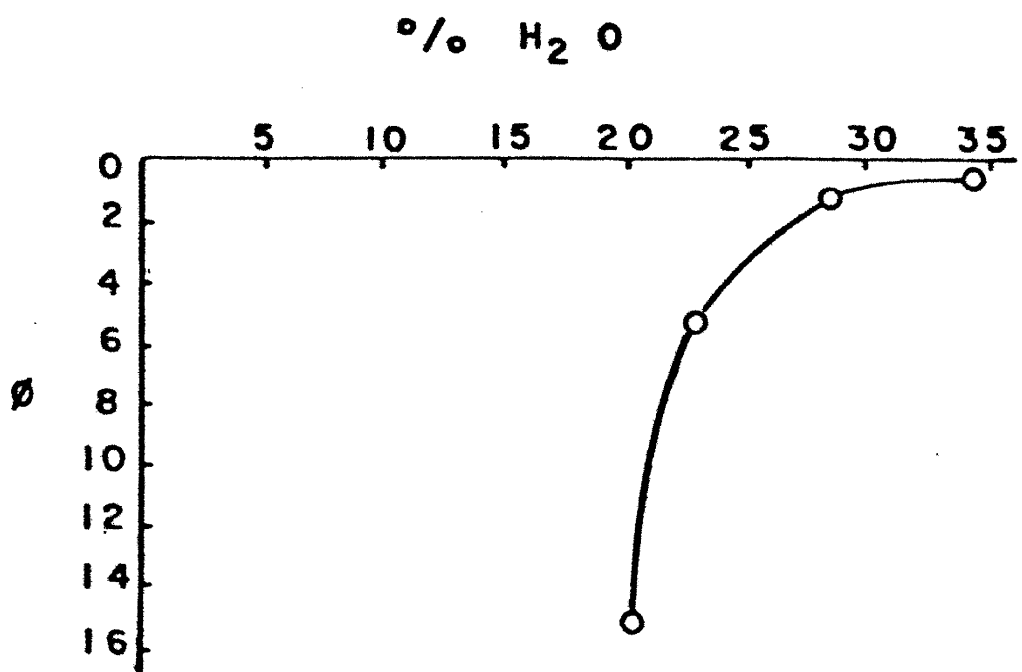
A₂ = 30 - 42



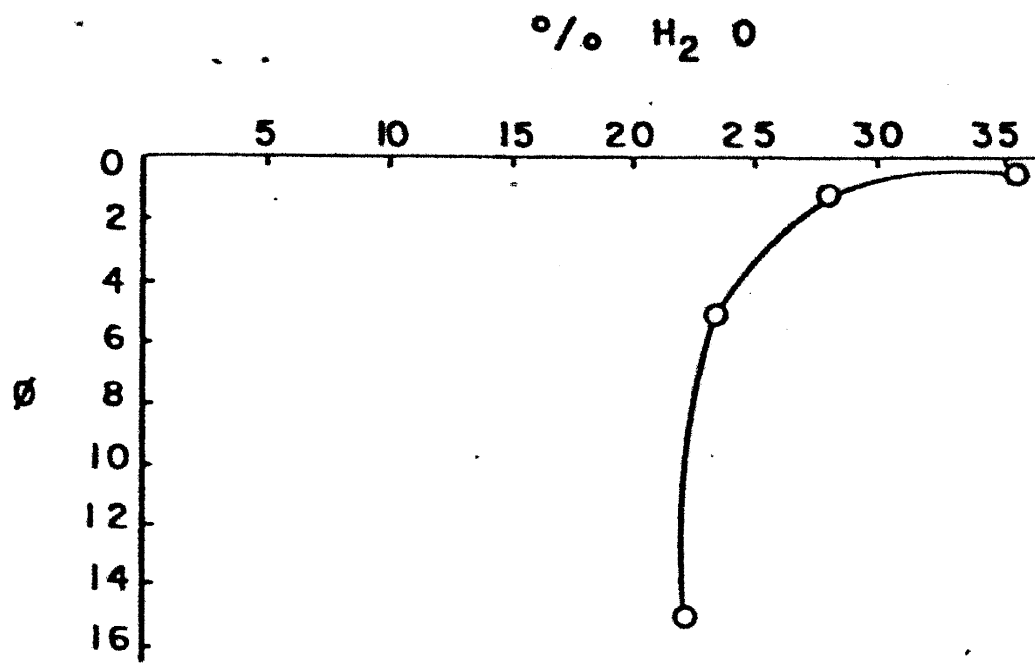
Grafica promedio

Figura No. 6.1

PERFIL No. 9



Ap = 0 - 20



B₂₁ t = 20 - 60

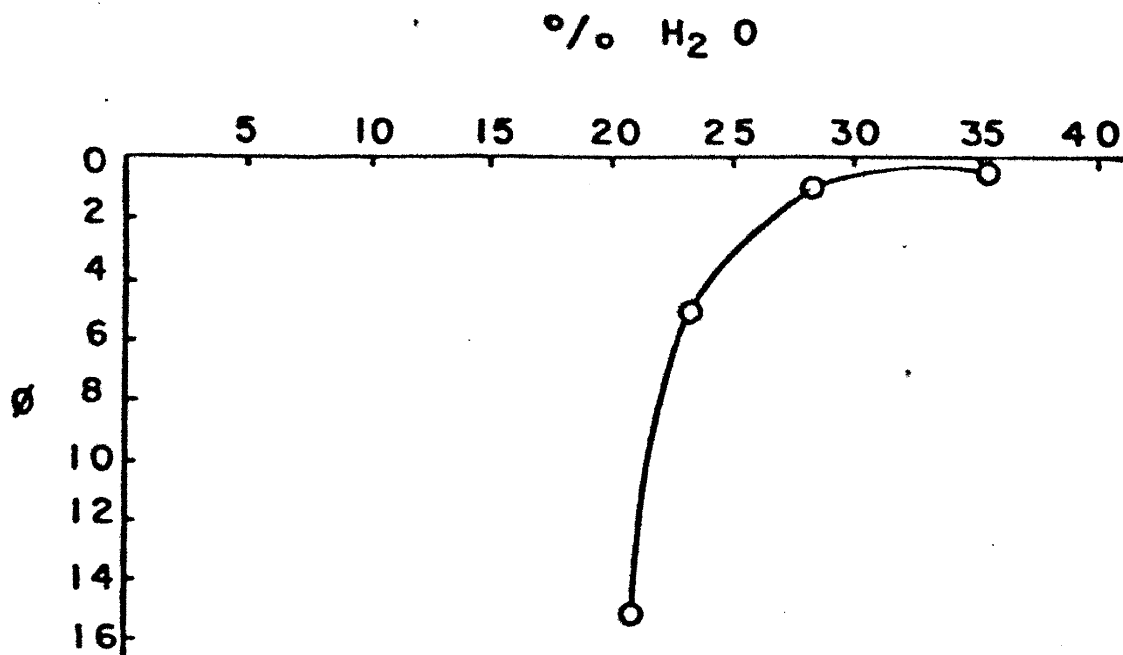
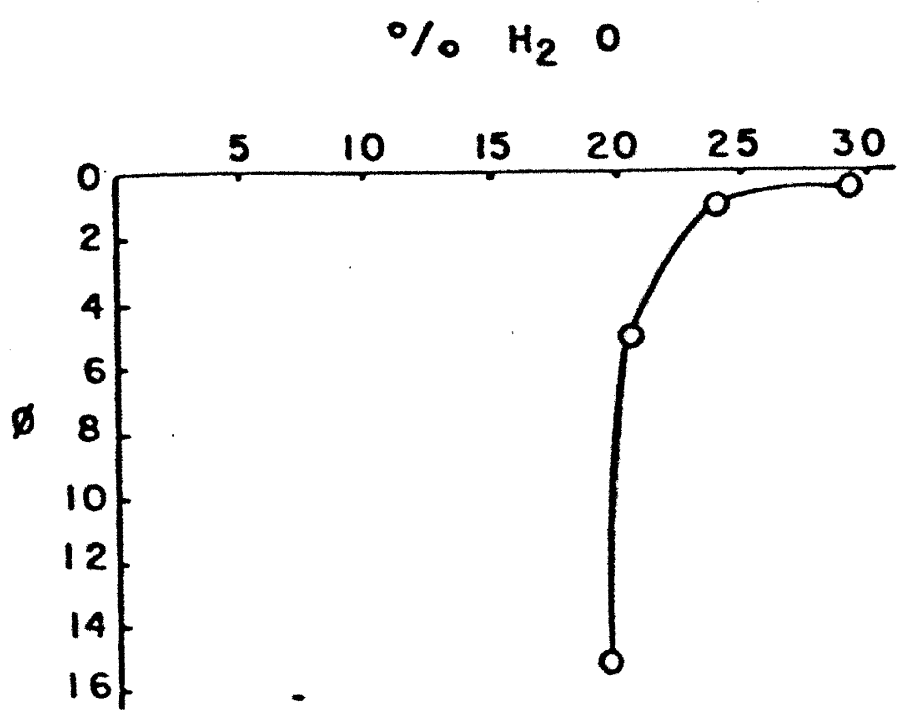


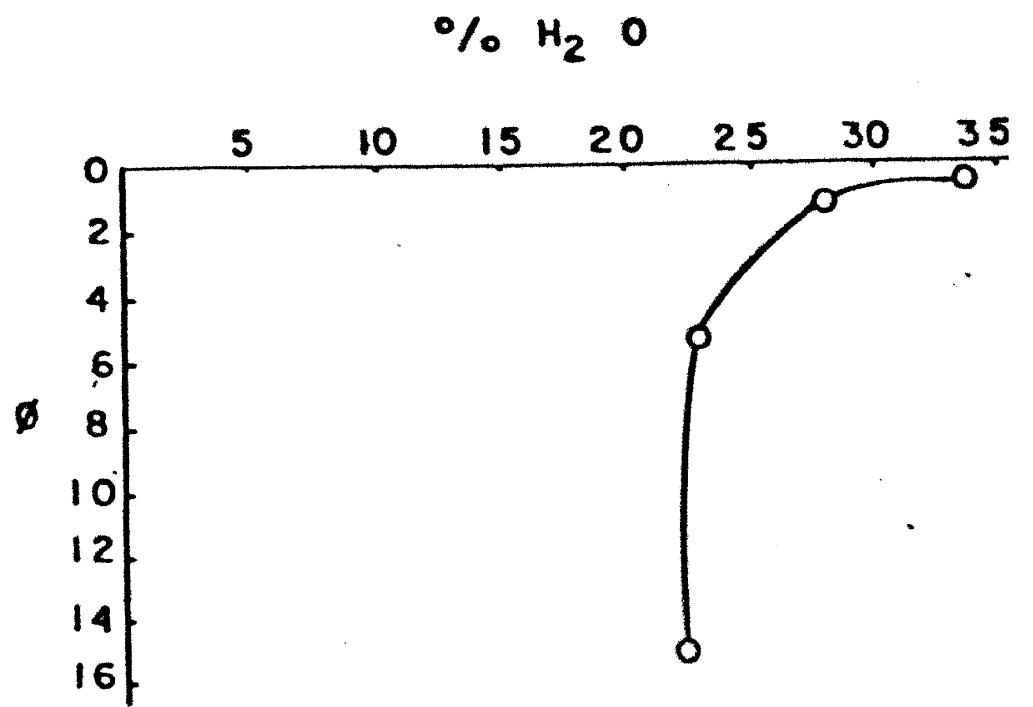
Grafico promedio

Figura No. 6.2

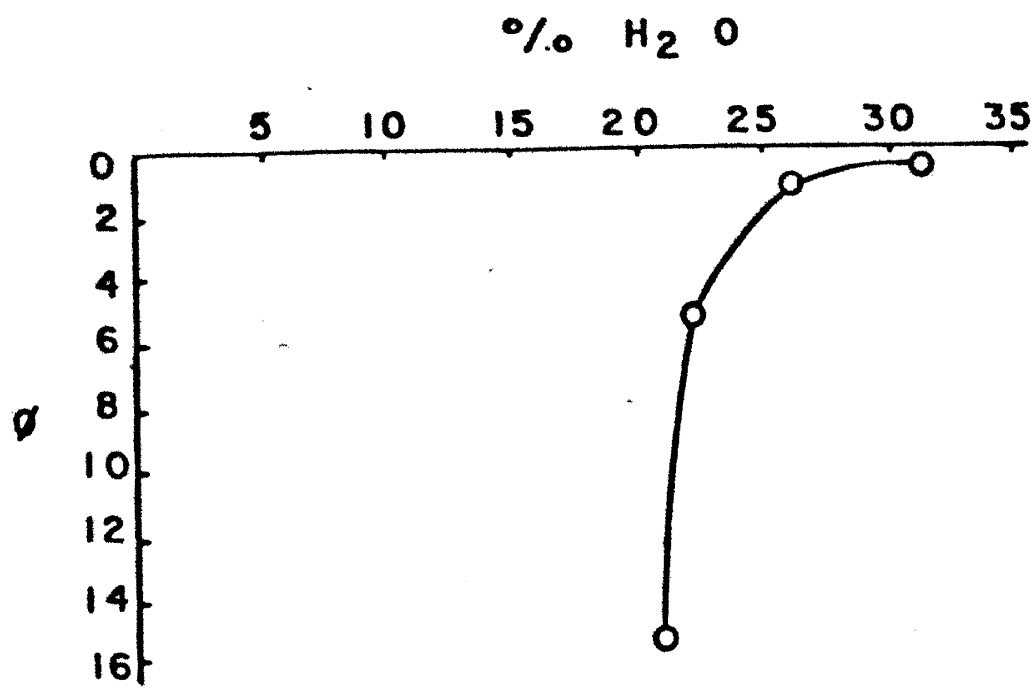
PERFIL No. 2



Ap = 0 - 24



Bit = 24 - 44



Grafica promedio

Figura No. 6.3

PERFIL No. 4

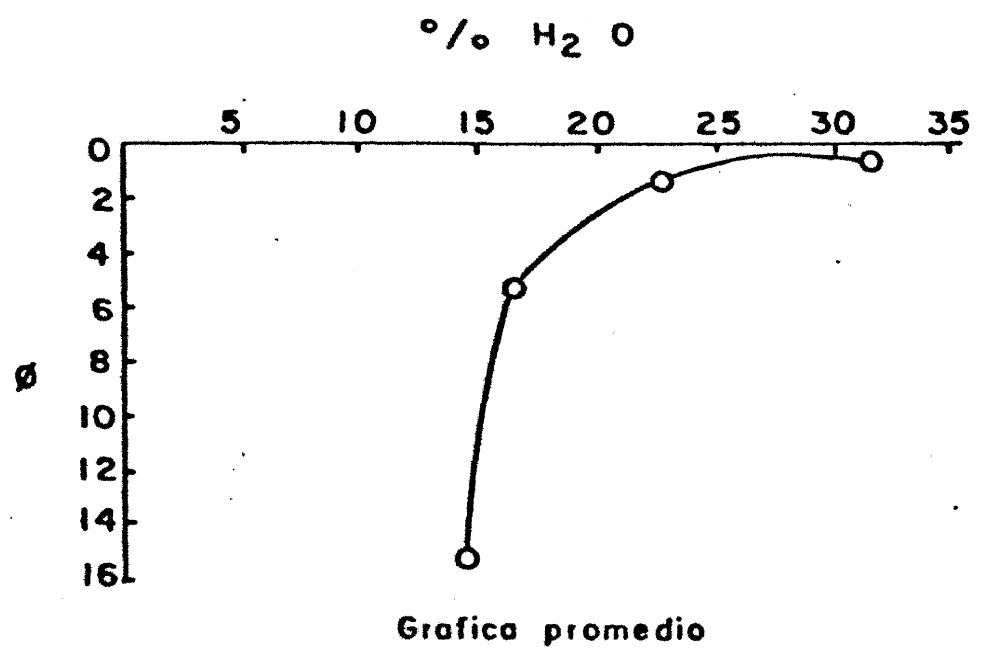
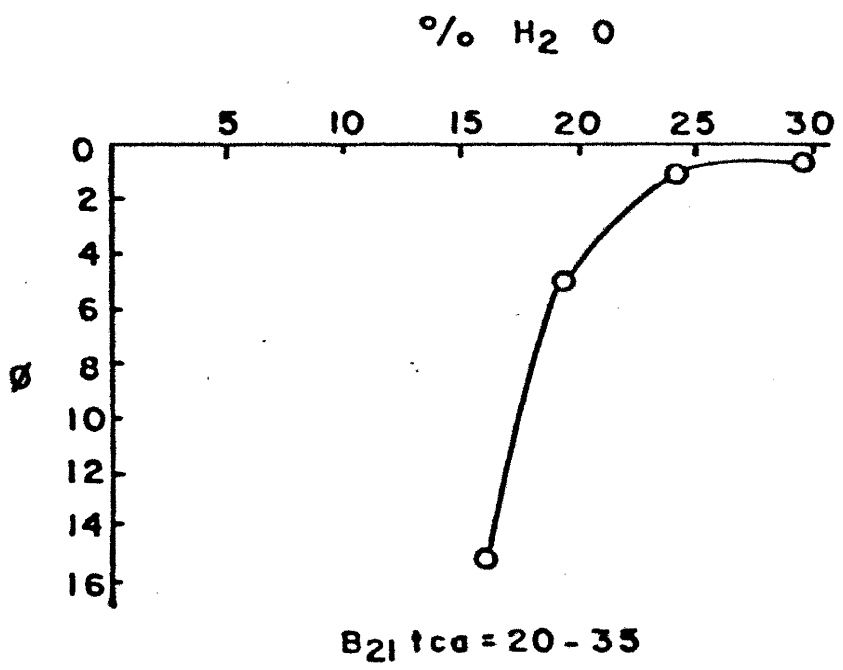
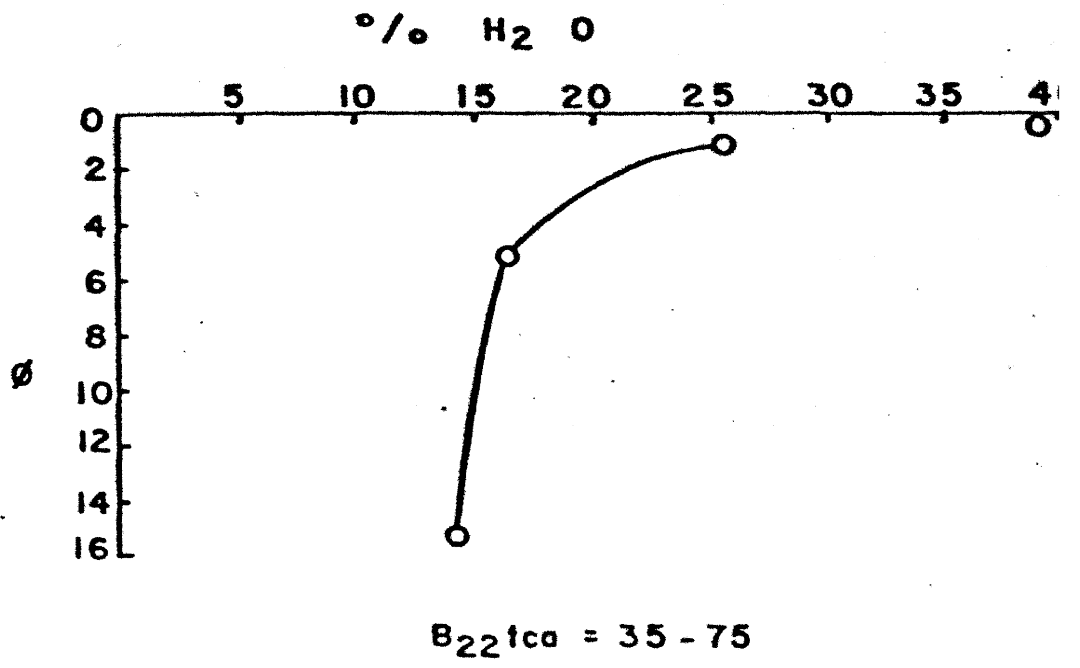
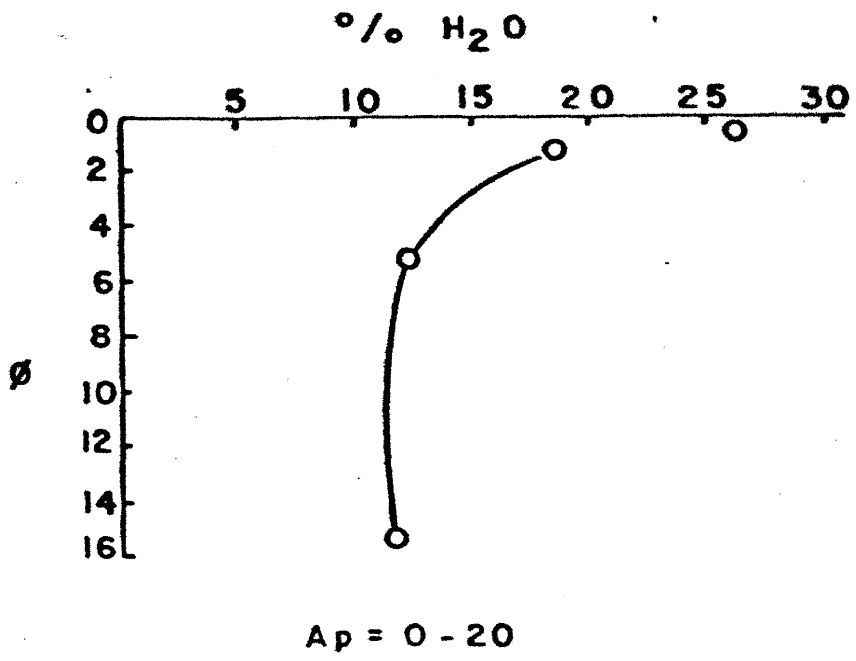


Figura No. 6.4

CUADRO No.5 CLASIFICACION DE LOS SUELOS DEL DISTRITO 41, VALLE DEL YAQUI.

SERIE	7a. APROXIMACION	FAO
	(SISTEMA AMERICANO)	(MODIFICADA POR DETENAL)

QUECHEHUECA	Orden:-	Vertisol	VERTISOL PELICO 3a
	Suborden.-	Usterst	
	Gran grupo.-	Pelusterst	
	Subgrupo.-	Pelusterst típico	
	Familia.-	Pelusterst típico	
		Arcilloso, hiper- térnico	
		Calcareao vermiculítico	
BACUM SWITCH	Orden:-	Vertisol	VERTISOL CROMICO 3a
	Suborden.-	Usterst	
	Gran grupo.-	Cromsterst	
	Subgrupo.-	Cromsterst típico	
	Familia.-	Cromsterst típico	
		arcilloso, hipertérnico	
		Calcareao vermiculítico	

SERIE

7a. APROXIMACION

FAO

(SISTEMA AMERICANO)

(MODIFICADA POR DETE

VICAM	Orden: -	Vertisol	VERTISOL CROMICO 3a
	Suborden: -	Usterst	
	Gran grupo: -	Cromusterst	
	Subgrupo: -	Cromusterst fluvéntico	
	Familia: -	Cromusterst fluvéntico	
		Arcilloso, hipertérmico	
		Calcareo vermiculítico	
BATAONCICA	Orden: -	Molisol	
	Suborden: -	Ustol	CASTAÑOZEM LUVICO 3a
	Gran grupo: -	Argiustol	
	Subgrupo: -	Argiustol Vértico	
	Familia: -	Argiustol Vértico	
		Arcilloso, hipertérmico	
		Carbonático	
TORIM	Orden: -	Aridisol	
	Suborden: -	Arthid	
	Gran grupo: -	Salorthid	SOLONCHACK OCRICO 2a
	Subgrupo: -	Salorthid típico	Fase Salina
	Familia: -	Salorthid típico	
		Migajoso hipertérmico	
		Profundo.	

CUADRO No. 6 USOS CONSUNTIVOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS.

CULTIVOS	USO CONSUNTIVO (cm)	METODO DE RIEGO	No. de RIEGOS	LAMINAS NETAS		EFICIENCIA. %
				MEDIA (cm)	OPTIMAS (cm)	
ALFALFA	101.00	Melga y surco	7.5	13.84	110.00	91.8%
CARTAMO	28.00	" " "	2.5	14.79	31.40	89.1%
LINAZA	42.00	" " "	4.4	10.00	39.00	107.6%
TRIGO	39.94	" " "	4.5	9.08	46.00	86.8%
ALGODON	56.00	" " "	5.6	9.66	69.10	81.0%
FRIJOL SOYA	54.50	" " "	6.0	9.24	68.10	80.0%
SORGO P/GRANO	54.00	" " "	5.3	10.59	63.60	84.9%
AJONJOLI	28.00	" " "	2.2	18.67	22.40	125.0%
MAIZ	42.00	" " "	4.0	11.35	46.70	89.9%
FRUTALES	70.00	" " "	5.0	14.58	60.00	116.6%
VARIOS	52.00	" " "	3.4	20.80	44.81	116.0%