

UNIVERSIDAD DE SONORA  
UNIDAD REGIONAL SUR

**ANALISIS DE ESPECIES FORRAJERAS PARA LA RECUPERACION  
DE SUELOS DEGRADADOS POR SALES EN EL VALLE DEL MAYO**

D I S E R T A C I O N



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA  
Escuela de Agricultura  
y Ganadería  
BIBLIOTECA

**ROSA IMELDA LUQUE RODRIGUEZ**

MARZO DE 1992

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**ANALISIS DE ESPECIES FORRAJERAS PARA LA RECUPERACION  
DE SUELOS DEGRADADOS POR SALES EN EL VALLE DEL MAYO**

**D I S E R T A C I O N**

Sometida a la Consideración de la  
Unidad Regional Sur

de la



Universidad de Sonora

por

EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANJEZ  
Escuela de Agricultura  
y Ganadería  
BIBLIOTECA

**ROSA IMELDA LUQUE RODRIGUEZ**

Como requisito parcial para obtener el  
Título de Ingeniero Agrónomo con espe-  
cialidad en Fitotecnia.

Marzo de 1992

Esta disertación fue realizada bajo la  
asesoría del:

---

M.C. MANUEL DE JESUS BELTRAN FONSECA



EL BARRIO DE...  
NARRAGANSETT  
Escuela de Agricultura  
y Ganadería  
BIBLIOTECA

Y fue aprobada y aceptada como requisito parcial  
para la obtención del título de:

**INGENIERO AGRONOMO CON  
ESPECIALIDAD EN: FITOTECNIA**

## DEDICATORIA

A mis padres con respeto y cariño  
por darme la oportunidad del estudio  
y la superación.

A mis hermanos con cariño.



EL SABER Y LOS HIJOS  
HARAN EL FUTURO  
Escuela de Agricultura  
y Ganadería  
BIBLIOTECA

A mis hijas con amor,  
por darme la inspiración de buscar  
nuevos y mejores caminos  
para su educación y superación.

A mi esposo con amor,  
por su paciencia y comprensión.

A mi asesor con admiración  
y respeto.

## C O N T E N I D O

	<b>PAG.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
Descripción General del Valle del Mayo .....	4
- Ubicación .....	4
- Clima .....	5
- Topografía .....	5
- Suelos .....	5
- Recursos Hidráulicos .....	8
La Salinidad de los Suelos en el Valle del Mayo ....	9
Alternativas de Solución .....	13
<b>CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS</b> .....	33
<b>LITERATURA CONSULTADA</b> .....	34

## INDICE DE CUADROS

	PAG.
I.- SUPERFICIE AFECTADA POR SALES EN EL VALLE DEL MAYO .....	10
II.- PLANTAS FORRAJERAS .....	26

## INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

	PAG.
1.- Salinidad aparente .....	36
2.- Isobatas febrero 1986 .....	37
3.- Plano de Isohipsas, marzo 1986 .....	38
4.- Filtraciones de los canales .....	39
5.- Area afectada por la avenida registrada en diciembre 1984.....	40



## I N T R O D U C C I O N

La agricultura de riego en México, ha sido un factor fundamental para el desarrollo económico y social del país.

La severa crisis económico-financiera por la que se atraviesa, ha propiciado que desde la segunda mitad de los años se tenta, las inversiones del capital del sector se hayan disminuido en términos reales, las perspectivas de crecimiento indican que esta situación continuará de manera indefinida, por lo tanto, obliga a replantear las estrategias de los proyectos productivos en el rubro agropecuario, principalmente en la agricultura bajo riego y en lo que redunde fundamentalmente en el aprovechamiento de los recursos agua y suelo; por lo tanto existe la necesidad de incrementar la producción de alimentos aprovechando de manera adecuada las inversiones cuantiosas realizadas en los Distritos de Riego y los recursos disponibles; esto hace indispensable la rehabilitación y/o recuperación de áreas cuyo problema reside en el ensalitramiento de los suelos.

Ante esta situación planteada, y con la información disponible en el Distrito de Riego No. 038, se detecta claramente una salinización de los suelos, debido a la conjugación de varios factores limitativos como son: mal uso y manejo de los recursos agua y suelo, indiscriminado uso de fertilizantes, drenaje deficiente y consecuentemente un manto freático elevado,

entre otros, y esto ha ocasionado bajas en los rendimientos -  
de los cultivos.

Por lo antes comentado, el presente trabajo se plantea -  
dar a conocer las bondades que ofrece el establecimiento de -  
especies forrajeras, como una alternativa en el aprovechamien  
to de estas áreas y contribuir en la rehabilitación de los -  
suelos altamente salinos en el Valle del Mayo.

## O B J E T I V O S

- Descripción de las características botánicas de las especies forrajeras tolerantes a la salinidad.
- Análisis de la influencia de cada especie forrajera en la recuperación de los suelos salinos.

## REVISION DE LITERATURA

### DESCRIPCION GENERAL DEL VALLE DEL MAYO

#### UBICACION

SARH 1987. El Valle del Mayo se encuentra localizado en la parte Sur del Estado de Sonora, abarcando una superficie física de riego de 96,000 hectáreas y equivale al 12.8% de los terrenos dedicados a esta actividad en el Estado. Existen dos tipos de tenencia de la tierra: la compuesta por pequeños propietarios a quien le corresponde el 48.3% de la superficie y la social representada por los ejidatarios, con el 51.7%.

El Valle del Mayo se localiza en la región de la costa del Distrito de Desarrollo Rural 149-Navojoa. Sus coordenadas geográficas son 26° 41' a 27° 22' de latitud Norte y 109° 22' a 109° 44' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Queda enclavado en los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo. Limita al Norte con el Distrito de Desarrollo Rural 148-Cajeme, al Sur con el Golfo de California, al Este con el límite del Canal Principal Margen Izquierda y al Oeste con el Dren Colector Las Mayas.

## CLIMA

SARH 1987. La región se caracteriza por tener un clima estepario semiárido, la precipitación media anual es de 388.0 mm y corre en la mayor parte en los meses de julio, agosto, septiembre y parte de octubre. La evaporación total es de 2222.5 mm. La temperatura media anual de 21.4°C, la insolación es - abundante todo el año, principalmente en la época de sequía. - El número de horas luz al año es elevado con relación a los - días nublados.

## TOPOGRAFIA

Cuenta con una planicie costera, con suelos que presentan una configuración topográfica sensiblemente plana con pendientes menores de 1%, su altitud con respecto al nivel del mar - oscila de 5-50 m, sin embargo, cabe señalar que en la zona comprendida entre las inmediaciones y vegas del río Mayo, existen porciones de tierra que presentan una configuración topográfica que va de ligeramente ondulado a ondulado con pendientes - hasta de 1.5%.

## SUELOS

Reyes et. al. 1989. Señala que los suelos del Valle del - Mayo son de origen aluvial, es decir, por depositaciones de se

dimentos erosionados por el agua de los materiales rocosos localizados en las partes altas donde el río Mayo tiene su origen. Estos sedimentos fueron depositados sobre las plataformas geológicas descritas como conglomerados y algunos depósitos aluviales que se encuentran hasta la costa.

Reyes et. al. 1989. Este autor de acuerdo a un estudio agroecológico encontró cuatro grupos texturales de suelos que claramente muestran su localización física debida a la influencia del río Mayo al hacer sus depositaciones sobre la superficie. Se tiene el suelo de aluvi6n que se circunscribe a ambas márgenes del río y es el mas influenciado por dicha corriente caracterizándose por tener drenaje interno eficiente, pero en los que encuentran algunas presiones mostrando en su perfil - altas concentraciones de carbonato de calcio y manto freático elevado, afectando negativamente los rendimientos.

El aluvi6n pesado corresponde a la zona de transici6n entre el aluvi6n y el barrial profundo en donde la influencia - del cauce es menor y da lugar a depositaciones de partículas mas finas, su perfil muestra un horizonte superficial con acumulaci6n de arcilla.

El barrial profundo son suelos ya con poca o ninguna influencia del cauce y de propiedades físicas difíciles de manejar y en su perfil se detecta un horizonte claramente compac-

tado, producto del excesivo tráfico de maquinaria agrícola. - Finalmente las arenas que se localizan físicamente en las vegas dejadas por el cambio de dirección del cauce del río, las cuales presentan alta permeabilidad que origina alto consumo de agua de riego en los cultivos tradicionales.

Del mismo estudio edafológico se agruparon los suelos - con base a la similitud de la disposición en su perfil de horizontes y características físicas, químicas y morfológicas - mas relevantes, generándose 10 series de suelos. Para la finalidad del presente trabajo se describirá únicamente la serie Moroncárit, la cual se localiza al SW del Distrito y ocupa el 9.8% del área, es la porción del Valle del Mayo mayormente - afectada por la salinidad y sodicidad, muchas de las cuales son depositaciones finales de la corriente del río a través - de los años y por intrusiones marinas a través del manto freático, ésto ha originado una degradación mixta de las propiedades de los suelos presentando como resultado la formación de fuerte encostramiento que impide la emergencia de las plántulas, así como altas concentraciones salinas que evitan la germinación de la semilla y decremento en la disponibilidad de - agua del suelo para los cultivos.

Dada la disposición geográfica de esta serie, aliviar el problema del manto freático mediante drenaje, es poco factible dado que puede ocurrir intrusión del agua de mar, por lo

cual lo mas recomendable es integrar métodos de recuperación como drenaje parcelario-lavados-mejoradores-cultivos con tendencias halófitas, esto permitirá ir paulatinamente recuperando los suelos e incrementar la productividad.

#### RECURSOS HIDRAULICOS

SARH 1987. Establece que la fuente de abastecimiento de agua la constituye el río Mayo, nace en el Estado de Chihuahua en la parte occidental de la Sierra Madre y cuyos escurrimientos son controlados mediante la presa Adolfo Ruiz Cortínez; - la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 1,386.0 millones de metros cúbicos.

La cuenca de captación del río tiene 11,130 Km<sup>2</sup> y su longitud es de 350 km. El régimen del río y sus afluentes es torrencial y muy variable.

Beltrán F. 1988. Señala que el Distrito cuenta además - con 129 pozos profundos, operando en plan colectivo, de los - cuales 71 son de combustión interna y 58 operan con energía - eléctrica; 99 son particulares y 30 oficiales. Mediante estudios preliminares se ha determinado que es factible disponer de esta fuente de un volumen anual de 200 millones de m<sup>3</sup>.



## LA SALINIDAD DE LOS SUELOS EN EL VALLE DEL MAYO

Beltrán F. 1988. Menciona que en el área de riego del Valle del Mayo, se tiene una superficie afectada por sales en diferentes grados, siendo un total de 18,365 hectáreas con suelos salinos, 8,213 salino-sódicos y 598 sódicos, resultando - 8,811 hectáreas altamente salinas, en las cuales son pocos los trabajos encaminados al aprovechamiento racional de estos suelos, lo cual se hace necesario buscar una metodología apropiada para el aprovechamiento de estos recursos; aparte de las técnicas tradicionales de mejoramiento y recuperación que en muchos de los casos son antieconómicos.

En forma natural todos los suelos agrícolas contienen sales; sin embargo, la presencia de dichas sales pueden dañar a plantas y animales cuando su concentración y/o forma en que se encuentren excede de ciertos límites. En caso específico para la región del Valle del Mayo, desde el inicio de la operación del Distrito, hasta ahora, se han venido registrando manifestaciones de salinidad, tanto analizada como aparente.

La cuantificación de estas afectaciones son las siguientes:

CUADRO I SUPERFICIE AFECTADA POR SALES EN EL VALLE DEL MAYO.

CLASIFICACION	SUPERFICIE HAS.	( % )
NORMALES	86,824	76.16
SALINOS	18,365	16.10
SALINO-SODICOS	8,213	7.20
SODICOS	598	0.50
T O T A L:	114,000	100.00

La salinidad aparente dentro de esta área afectada, es del orden de 9,000 hectáreas (ver figura 1). El proceso de salinización en estos suelos agrícolas, consiste en la acumulación elevada de sales en la zona de explotación de las raíces de los cultivos que ahí se establecen, causados en este caso por niveles freáticos elevados, el cual viene a afectar en menor o mayor grado 27,000 hectáreas con oscilaciones que van de 0 a 2 m. El proceso tiene lugar por la alteración del régimen de humedad del suelo, y esta alteración es ocasionada principalmente por las condiciones de las corrientes naturales de las aguas freáticas (ver fig. 3), lo cual agudiza el problema de salinidad aparente en la parte baja del Distrito al quedar mas superficial el manto freático (ver fig.2). Aunado a esto, también el proceso de salinización se está atribuyendo a las filtraciones de los canales, los cuales contribuyen a elevar

el nivel freático. (Ver fig. 4).

Otro factor decisivo que periódicamente ocurre y viene a recargar el manto freático son las inundaciones periódicas - provocadas por las avenidas del río Mayo y consecuentemente - las roturas de los canales, (ver fig. 5), los cuales vienen a agudizar el problema en suelos agrícolas ya afectados, y aquellos que se encuentran en proceso de recuperación.

Beltrán et. al. 1988. Reportan que en el área de riego del Distrito de Desarrollo Rural No. 149-Navojoa se cuenta con una red de drenaje de 204 km de drenes principales y 624 km de drenes secundarios, los cuales tienen como una de sus funciones principales la de interceptar las corrientes del manto freático y desalojar las aguas en exceso en el Distrito, sin embargo, esta función no se realiza en su totalidad por la falta de desazolve y la presencia de maleza en el cauce de estas obras hidráulicas, por lo que produce un afloramiento de las sales en los terrenos adyacentes difundiéndose a lo largo y ancho de los predios agrícolas. Ante esta situación existen agricultores que hacen labores para bajar las concentraciones de sales presentes en sus suelos agrícolas, por lo que realizan prácticas inadecuadas como son: subsuelos profundos 1.50 m para posteriormente lavar y desalojar las sales superficiales; mas sin embargo el efecto es contrario debido a que una vez realizado el lavado, el manto freático es recarga

do y aflora de una manera mas marcada en la parte superficial del terreno, mostrándose lo que comunmente llamamos "salinidad aparente" o "manifiesta".

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Aceves 1981. Pone de manifiesto que para la recuperación de los suelos implica un mejoramiento de sus condiciones con respecto a las plantas; mientras en los suelos salinos es necesario reducir el contenido de sales. Para los salino sódicos se requerirá reducir dicho contenido de sales y tomar medidas para evitar que se deterioren sus propiedades físicas. En cambio en los suelos sódicos, el desplazamiento del  $\text{Na}^+$  intercambiable de las micelas coloidales por el calcio, repercute en un mejoramiento de las condiciones físicas; a este respecto (Reyes et. al. 1989) afirma que las diferencias entre los suelos salino-sódicos y sódicos, en cuanto a su rehabilitación, residen en que en los primeros se conservan las condiciones físicas, y en los segundos se deben mejorar, por lo que estos últimos son los mas difíciles de recuperar.

Para la recuperación de los tres tipos de suelos se utilizan varios métodos, que en su mayoría, la mejor eficiencia de su aplicación resulta de la combinación de varios de ellos es decir, complementándose unos con otros.

Aceves 1981, hace una breve descripción de los diferentes métodos de recuperación de suelos con problemas de ensalamiento.

A) Recuperación por métodos físicos.- La recuperación de los suelos salinos y/o sódicos mediante métodos físicos, involucra un conjunto de medidas mecánicas bien diferenciadas, - siendo las mas usuales, las siguientes: inversión del perfil, acondicionamiento de la textura del suelo, subsoleo, labranza o barbecho profundo e impermeabilizantes artificiales.

B) Recuperación por métodos químicos.- Los métodos químicos se basan en la adición de sustancias y/o compuestos químicos al suelo llamados mejoradores o correctores, cuyos fines son proveer de calcio en forma soluble a los suelos con problemas de sodio y neutralizar su p.H., reaccionar con el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  libre en solución y reemplazar al sodio adsorbido en las partículas de la fracción coloidal.

C) Recuperación por métodos hidrotécnicos.- Consisten en la eliminación de las sales fuera de la zona radical por medio de volúmenes de agua en cantidad suficiente para ello.

D) Recuperación por métodos químico-hidrotécnicos.- (Uso de aguas salinas como un método para reducir suelos sódicos), se considera como una transición entre los métodos químicos y los hidrotécnicos, pues su fundamento y aplicación son una combinación de ambos, utiliza los principios propios de lavado, así como el abastecimiento de cationes divalentes para el desplazamiento del sodio intercambiable.

E) Recuperación por métodos eléctricos.- Estos métodos se basan en la aplicación directa de una corriente eléctrica al suelo, involucrando varios procesos y principios electroquímicos complejos como: electrodiálisis, electroforesis, electrolisis y electroósmosis, que toman lugar cuando una corriente eléctrica pasa a través de un suelo saturado. Este método es el más reciente para la recuperación de suelos con problemas de sales, y aún se hallan en vías de experimentación.

F) Recuperación por métodos biológicos.- Se basan en la adición de materia orgánica al suelo y/o establecimiento de plantas, con el propósito de aprovechar los beneficios que ambos ejercen en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

En base a lo anteriormente señalado y en los objetivos mismos de esta Revisión Bibliográfica. A continuación se analizará la recuperación de suelos afectados por sales mediante el establecimiento de praderas.

Aragón 1985. Menciona a este respecto que la salinidad no es un factor incompatible con la vida de las plantas. Estas durante su proceso evolutivo se han adaptado a diferentes condiciones ecológicas, mostrando características morfológicas y fisiológicas en respuesta a los factores adversos para su desarrollo en un habitat determinado. De acuerdo a su reac

ción a la salinidad, las plantas han sido divididas en dos - grandes grupos: halófitas y glicófitas. Las halófitas se defi- nen como "la flora nativa de los suelos salinos", que es em- pleado específicamente para aquellas plantas que se pueden de- sarrollar en presencia de altas concentraciones de sales, en cambio, las glicófitas (plantas dulces) no pueden desarrollar- se en habitats salinos, o bien su desarrollo está limitado - por su capacidad de adaptación a la salinidad durante el cre- cimiento. Dentro de las glicófitas se encuentran la mayoría - de las plantas cultivadas.

La principal diferencia entre las halófitas y las glicó- fitas es mas de naturaleza cuantitativa que cualitativa. Las halófitas se caracterizan por una mayor habilidad para acumu- lar altas concentraciones de iones, principalmente en las va- cuolas de las células de las hojas. Se habla entonces de una mayor tolerancia de las halófitas. De este modo se puede defi- nir a la tolerancia como la habilidad de la planta para sobre- vivir, crecer y desarrollar en una alta actividad de un ión específico en sus tejidos. Al parecer la resistencia de las plantas a las sales está en función de los niveles de acumula- ción de iones. Algunos autores han encontrado que las especies y/o variedades mas resistentes acumulan sales en mayor canti- dad de órganos y tejidos que los menos resistentes, siendo - este caso principalmente en el tipo de las halófitas. Otros investigadores sin embargo señalan que en las glicófitas la -



exclusión de ión principal de los órganos aéreos parece ser - un eficiente mecanismo de resistencia intermedia a las sales, como por ejemplo el encontrado en cebada y en soya, en vid, - en trigo y en maíz. Se ha dicho que en los casos de mayor resistencia a las sales la raíz parece ser la barrera que impide la acumulación de iones en los órganos aéreos. Sin embargo en algunas ocasiones el sistema regulador parece estar presente dentro de la raíz, mientras que en otros en o cerca del - sistema de traslocación del tallo y raíz.

Por otra parte, también se ha sugerido que una posible - disminución de la traslocación puede proteger a la planta so lo si su sistema radicular posee una mayor tolerancia a las sales que las partes aéreas.

Es difícil en muchos de los casos determinar con precisión si las sales han sido excluidas o extruídas. Al parecer la exclusión es un mecanismo pasivo, en tanto que la extrusión parece ser activa, estando esta última relacionada con - la exportación o "bombeo" de sales desde los órganos aéreos. Hay evidencias que la traslocación del sodio desde los órganos aéreos y el flujo de sodio al medio radical contribuyen a los bajos contenidos encontrados en los órganos aéreos de los tipos "excluidores del sodio", tales como la calabaza y el - frijol, entre otros. Así mismo, la extrusión del  $\text{Na}^+$  se ha en contrado en raíces de plantas de cebada, sugiriendo una proba

ble importancia en la diferenciación a la resistencia de sales en variedades de trigo y de cebada.

Muchos factores influyen en la adaptabilidad de las plantas a las condiciones de este tipo de estrés edáfico; y en el caso de las plantas cultivadas en el pasado ha sido resuelto casi exclusivamente por modificaciones del suelo. En el futuro, las investigaciones sobre los mecanismos de control genético y hereditario de la planta a la respuesta al estrés salino, deberán conducir al desarrollo de nuevos cultivares mejorados específicamente para estas condiciones.

Aceves 1981. Haciendo alusión a lo anterior dice que los efectos benéficos mas importantes propiciados por la vegetación sobre las propiedades de los suelos ensalitrados se deben principalmente a la acción mecánica de sus raíces, las cuales modifican de manera directa las propiedades físicas e indirectamente las propiedades químicas y biológicas; a groso modo, incrementan la permeabilidad y conductividad hidráulica por efecto de los canales formados.

El sistema radical afloja el suelo, incrementando su porosidad; mientras mas profundo, mayor es el efecto, lo que facilita que el lavado se verifique a mayores profundidades en el perfil del suelo, y con ello favorezca un mayor drenaje, o sea, la desalinización del suelo.

Para mayor comprensión del efecto de la vegetación sobre el mejoramiento de las propiedades de los suelos ensalitrados éste fue dividido en tres clases: árboles, arbustos, cultivos y/o rotaciones de cultivos.

Según Pak, K.P. 1965, citado por Aceves 1981. Presenta - datos sobre suelos salinos no sódicos y sódicos no salinos, - los cuales han sido recuperados por el establecimiento de especies forestales, como olmo, arce, álamo y roble.

Los principales beneficios que aportan las especies ante riores, son la prevención de la salinidad y la sodicidad secundaria, formación de estructuras granulares, disminución en el valor del p.H., aumento en el contenido de humus y el mejo ramiento de las condiciones de humedad del suelo.

La desventaja de la utilización de este método, reside - en que la recuperación es a largo plazo, debido a su acción - lenta, pues se ven los resultados en un tiempo no menor de - 10, 30 y hasta 50 años. Por lo que se debe utilizar como una medida auxiliar de otros métodos de recuperación. En cuanto - al establecimiento de arbustos, el efecto de las raíces es parecido al de los árboles, con la única diferencia de su pro fundidad. Los arbustos nativos de suelos salinos y sódicos, - aunque poseen dos hileras de raíces, presentan la primera en el horizonte húmico y la segunda por abajo de éste a poca pro

fundidad, y por último señala que en los cultivos y/o rotaciones, se han considerado pastos, alfalfa, cultivos de abonos verdes, arroz y rotaciones con otros cultivos. Menciona que los efectos físicos y químicos ejercidos por las raíces son parecidos a los anteriores; solo habría que destacar que el arroz y algunos zacates son los más socorridos como auxiliares de los métodos hidrotécnicos, ya que soportan períodos largos de inundación, lo que permite que se efectúen lavados muy pesados.

Las leguminosas como el trébol y alfalfa son también usados en la desalinización del suelo, y se cultivan solas o en combinación con zacates, debido a sus efectos sobre la agregación del suelo, la capacidad de retención de humedad, la reducción de la escorrentía y la erosión.

Lab. E.U.A. 1985. Caracteriza algunas plantas forrajeras de acuerdo a su tolerancia a la salinidad, donde se aprecia una diferencia marcada entre gramíneas y leguminosas, siendo las primeras las más tolerantes a las altas concentraciones salinas.

Beltrán F. 1988. En base a lo antes citado en el presente trabajo, se retomó un estudio realizado por este autor, en el cual se seleccionaron cuatro especies forrajeras con antecedentes de tolerancias a altas concentraciones de sales, -

siendo éstas las siguientes: zacate salado, kikuyo, bermuda y estrella africana. Por lo que su descripción botánica, distribución geográfica y tolerancia a los medios salinos se describen a continuación:

Zacate Salado (*Districhlis spicata* L.) Green.- Planta perenne, tallos de 10 a 40 cm de altura, hojas numerosas; las vainas estrechamente sobrepuestas, las hojas conspicuamente dísticas, son extendidas, panícula usualmente pálida verdosa, de 1 a 6 cm de largo; espiguillas la mayoría de 5 a 9 flósculos.

El radio de adaptación es de llanuras salitrosas y pastizales húmedos, se localiza en suelos de diversas texturas, pero se encuentra mas generalmente en suelos migajosos. La capacidad de retención de humedad es por lo general elevada; los suelos están húmedos la mayor parte del año y tienen un manto freático a poca profundidad.

Llerena 1983, citado por Duarte J. 1988, menciona que una de las alternativas propuestas para resolver el problema de las tolvaderas que se generaban en el exlago de Texcoco, se optó por aquella que proponía el establecimiento de una cobertura vegetal, para ello y después de probar diversas especies halófitas, fue seleccionado el pasto nativo de la zona (*Districhlis stricta*) (L) Green.

Beltrán 1988. Encontró que la adaptación de esta especie en el Valle del Mayo es aceptable, contribuyendo con una disminución de la salinidad de 30 a 9.2 mmhos/cm y de 21 a 9% de sodio intercambiable.

Zacate Kikuyo (Penisetum clandestinum Hochst), esta especie de zacate es originaria de la Provincia de Kikuyo, lugar donde se tomó su nombre.

En el año de 1925, fue introducida de Africa a la República de Colombia de ahí fue traída posteriormente a México.

Beltrán 1988. Dice que según Quilan, et. al. 1975, el kikuyo es una gramínea perenne, vigorosa y rastrera que se difunde por medio de semillas, rizomas subterráneos y estolones. Sus tallos son suculentos y las hojas de un verde brillante y sin pubescencia, excepto en los márgenes. Las inflorecencias son pequeñas, poco notable y nacen en la axila foliar de tallos laterales cortos y erectos. Prosperan en cualquier tipo de suelo, tolerando alta acidez (p.H. de 4.5) y alcalinidad de los mismos. También se evaluó su tolerancia a concentraciones elevadas de sales hasta 9,790 ppm, resultando como una de las plantas tropicales mas tolerantes. (Russell 1976).

En evaluaciones realizadas en suelos salinos del Distrito de Riego No. 38, esta gramínea presentó una buena gustosi-

dad en el ganado y alto contenido proteínico (14% de proteína) y una recuperación de suelos, reduciendo de 30 a 3.8 mmhos/cm de conductividad eléctrica y de 21 a 4.8% de sodio intercambiable.

Zacate Bermuda (Cynodón dactylón L.), es un pasto cespitoso de poca altura; extendiéndose por medio de estolones o guías sobre la superficie del suelo, el color es variable, de verde a amarillo verdoso, tornándose a un color pardo después de una helada, las hojas son cortas, planas y angostas.

Según Dudeck, Singh, et. al. 1983, señalan que esta gramínea presenta tolerancia a la salinidad, reduciendo su desarrollo vegetativo hasta el 22%, aún cuando el crecimiento de la raíz se incrementó en un 270% a este nivel de salinidad (2.7 a 9.9 C.E.).

Valdez y Duarte 1977, por otro lado, en dos experimentos realizados para evaluar la recuperación de un suelo salino-sódico en "Las Mayas" de calidad C4 S2 utilizaron como material vivo el zacate bermuda y encontraron que la producción de forraje se asoció fuertemente en forma negativa con la conductividad eléctrica, la relación de adsorción de sodio y el porcentaje de sodio intercambiable, y se obtuvieron rendimientos de 8 a 24 toneladas/Ha de forraje seco. Los análisis de suelo indicaron una excelente recuperación del mismo, dado que los

cuatro meses que duraron ambos ensayos, se abatieron considerablemente los valores de C.E., P.S.I. y RAS hasta un 82% con respecto a los niveles iniciales, antes del establecimiento del zacate bermuda, lo cual coincide con (Beltrán 1988), quien encontró una reducción del 30 a 6 mmhos/cm de C.E. y 21 a 7 P.S.I.

Zacate Estrella Africana (Cynodón plecostachyus). Es nativo de Kenia, Etiopía, Tanzania y Rhodesia, Este de Africa. Después de 1938 en que fue introducido en América, se diseminó rápidamente en varios países, entre estos Estados Unidos de Norteamérica (Flores 1980).

Es una gramínea perenne de larga vida que emite tallos erectos y numerosos estolones que lo propagan rápidamente por todos los terrenos comportándose como invasor. Alcanza una altura de 80 cm a 1 m, tolera bien el calor, la sequía y los suelos de baja calidad, pero en estos su rendimiento es menor; resiste también los suelos ácidos y los salinos, tiene buen desarrollo radical. (Flores 1980 y Robles 1983). En evaluaciones realizadas en el Valle del Mayo, este pasto tuvo un efecto significativo en el decremento de la salinización del terreno pasando de 30 a 3.9 mmhos/cm . (Beltrán 1988).

Los resultados obtenidos de las cuatro gramíneas forrajeras establecidas en el Valle del Mayo, fueron diferentes esta



dísticamente en cuanto a los rendimientos de materia seca obtenidos de los tres cortes de forraje realizados durante 1988. Por lo que al hacer la comparación de medias de rendimiento - utilizando la prueba de Tukey al 5% de significancia se tiene que los zacates bermuda cruz 2, estrella africana y kikuyo - fueron estadísticamente iguales en producción de materia seca y diferentes al pasto salado en cuanto a mayor producción de materia seca se refiere. Al correlacionar las variables del - suelo con las de las plantas se detectó que existe una correlación negativa del rendimiento con la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio intercambiable, así como los cationes y aniones, lo cual nos indica que al aumentar los valores de éstos. La producción de materia seca se reduce sobresaliendo básicamente los iones  $SO_4$ , por lo que se puede establecer que las sales predominantes fueron las del sulfato que están indicando en mayor proporción en la merma de la materia seca de cada pasto evaluado; sin embargo no muestran un peligro potencial dichas sales.

Además de las especies forrajeras probadas en los suelos salinos del Valle del Mayo se cuenta con otros materiales con antecedentes de tolerancia a este estrés edáfico (ver cuadro II), siendo éstos: la alfalfa, zacate rhodes, pasto dallis y zacate alcalino, entre otros, y cuyas características se describen a continuación:

**CUADRO II                    PLANTAS FORRAJERAS**

MUL TOLERANTES	MEDIANAMENTE TOLERANTES	P O C O TOLERANTES
CEe X 10 <sup>3</sup> = 18	CEe X 10 <sup>3</sup> = 12	CEe X 10 <sup>3</sup> = 4
ZACATON ALCALINO HOLANDES	TREBOL BLANCO	TREBOL BLANCO
ZACATE SALADO	TREBOL AMARILLO	ALOPECURO
Z. ALCALINO DE COQUILLO	Z. INGLES PERENNE	TREBOL ALSIKE
GRAMA O BERMUDA	BROMO DE MONTAÑA	TREBOL ROJO
HIERBA RHODES	TREBOL FRESA	TREBOL LADINO
CEBADILLA CRIOLLA	ZACATE DALLIS	PIMPINELA
CENTENO SILVESTRE DEL CANADA	ZACATE SUDAN	
GRAMA DE TRIGO OCCIDENTAL	TREBOL HABAM	
CEBADA (PARA HENO)	ALFALFA (CALIF.COMUN)	
CUERNECILLO	FESTUCA ALTA	
KIKUYO	CENTENO (PARA HENO)	
	TRIGO (PARA HENO)	
	AVENA (PARA HENO)	
	DACTILO APELTONADO	
	GRAMA AZUL	
	FESTUCA	
	HIERBA CINTA	
	TREBOL GRANDE	
	BROMO SUAVE	
	VEZA LECHOSA CICER	
	TREBOL AGRIO	
	VEZA LECHOSA HOZ	

\* EL NUMERO QUE SIGUE A LA CEe X 10<sup>3</sup> ES EL VALOR DE LA C.E. DEL ESTRATO DE SATURACION EN mmhos/cm A 25°C, ASOCIADO A UNA DISMINUCION EN EL RENDIMIENTO DE 50%.

Según Flores M. 1980 y Hughes H.D. Heath M. y D. 1970, la alfalfa (Medicago sativa) es una de las mas antiguas plantas forrajeras originarias del Medio Oriente y que debido a sus grandes cualidades es llamada con justa razón la "reina de las plantas forrajeras". Del género medicago existen unas 50 especies en la región del Mediterráneo hacia Turquestán, Norte de Judea y Oriente de la China.

Es una planta perenne que prospera bien en climas templados o templados-fríos y en terrenos francos o con buenas proporciones de arcillas; no resisten la acidez de los suelos, prefiriendo suelos alcalinos, es medianamente tolerante a la salinidad. Para su desarrollo se necesitan de 30 a 40 Kg de semilla por hectárea cuando se siembra sola, reduciéndose proporcionalmente esa cantidad cuando se siembra con otras gramíneas o leguminosas; de preferencia se siembra al voleo, a mano o con máquina.

Las leguminosas tienen el inconveniente de provocar fermentación en el estómago que produce meteorismo o timpanismo, padecimiento que de no atenderse a tiempo es mortal para los animales; esto suele suceder cuando se consume la planta antes del punto óptimo para su aprovechamiento que en casi todas las plantas forrajeras es un poco antes de su floración. Las plantas tiernas, mojadas por el rocío o calientes por su amontonamiento, provocan en unos cuantos minutos el meteoris-

mo de los animales que las consumen. Según el Lab. E.U.A. 1985, la alfalfa es medianamente tolerante a la salinidad; crece extraordinariamente bien, en los climas secos, sobre suelos fértiles, donde existe abundancia de humedad aprovechable, como ocurre en los suelos bajo riego.

Flores 1980. Respecto al zacate rhodes (Chloris guyana), menciona que es nativo de Africa, muy valioso porque se adapta a gran variedad de climas cálidos. Esta planta perenne alcanza de 1 a 1.20 m de altura, tiene un tallo delgado y apetitoso, así como sus hojas, su espiga es ramificada en un solo punto formado de ocho por nueve espiguillas. Con respecto a los suelos, crecen en gran variedad, ya sea humífero, arcilloso y con menos rendimiento en los arenosos.

En datos obtenidos en un ensayo de especies forrajeras - sobre un suelo salino con altos contenidos de carbonatos de Ca, Farmworth, J. 1974, encontró que el zacate rhodes tuvo el doble de producción de materia seca 8.9 toneladas en 188 días en comparación con otras especies evaluadas.

Según Hughes H. D., H. M. y Darrel S. 1970.- El pasto dallis o zacate dallis, se encuentra desde Nueva Jersey hasta Tennessee y Florida y hacia el Oeste, hasta Texas. Se adapta prácticamente a las mismas regiones que el algodón, donde la precipitación anual sea como mucho de 740 mm.

Crece bien sobre una gran variedad de suelos, pero se desarrolla mejor en los suelos de fondo, húmedos y fértiles. Es más tolerante a una excesiva humedad en el suelo y más resistente a la sequía, que el pasto bermuda o el pasto alfombra. En los suelos arcillosos pesados, el pasto dallis puede soportar condiciones extremas, tanto de sequía como de humedad. Esta gramínea es una planta perenne, relativamente vigorosa. - Crece en macizos de algunos o varios tallos cada uno. Nacen brotes estériles con hojas de una base nudosa de rizomas extremadamente cortos. Se propaga por semillas producidas en tallos sin hojas, muy erectos (de 60 cm a 1.20 m). Los tallos son delgados y generalmente se doblan bajo el peso de las inflorescencias, cuando se forman las semillas. (Según personal del Laboratorio de Salinidad de Estados Unidos, 1985) el zacate dallis es una planta medianamente resistente a la salinidad.

Grime 1982. Reporta que el zacatón alcalino (Sporobolus airoides) tiene un amplio radio de adaptación: desde áreas bajas y húmedas y en valles de ríos. Se presenta en suelos francos y arcillosos que tengan una capacidad de retención de humedad de intermedia a elevada. la superficie del suelo está húmeda durante gran parte del año, y el manto freático es generalmente elevado. La salinidad del suelo puede tener gran variación (.3 a más de 3.0%), encontrando en los primeros 30 cm los valores más elevados; sin embargo, la planta se desa--

rolla mejor en el límite inferior (0.3 a 0.5%). Puede presentarse sodio intercambiable, pero este pasto es muy tolerante a tal condición.

## C O N C L U S I O N E S

En el Valle del Mayo la salinidad se debe a varios factores limitativos como son: mal drenaje, mal uso y manejo de los recursos agua y suelo, mantos freáticos elevados, clima, uso indiscriminado de fertilizantes, filtraciones de los canales, avenidas del río, mal drenaje, entre otros.

Dentro del Distrito de Riego, existen terrenos que ya no son utilizados dado el grado de avance de la salinidad; éstos son abandonados por presentar degradación en su estructura - causada por altas concentraciones de sales de sodio provocadas por factores inducidos.

En el mundo, existe una gran variedad de especies forrajeras tolerantes a la salinidad, y dadas sus características de adaptación coinciden perfectamente con las condiciones ambientales (climáticas y edáficas) del Valle del Mayo; por lo tanto, es factible seleccionar y retomar los métodos de recuperación de suelos mediante el establecimiento de especies forrajeras tolerantes a la salinidad.

La ventaja que se tiene al utilizar el establecimiento de especies tolerantes a la salinidad, es el poderlo complementar con otros métodos de recuperación como lo son: quími-

cos, físicos, hidrotécnicos, entre otros, y de esta manera se obtendría mayor eficiencia.

Al establecer especies forrajeras en un suelo afectado por sales; a la vez que las plantas están mejorando las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, también se obtienen beneficios en la parte superior de éste, ya que el productor aprovecha el forraje para alimentación del ganado.

En el Valle del Mayo se han establecido especies forrajeras tolerantes a la salinidad, de las cuales podemos mencionar cuatro muy importantes: zacate salado (*Distichlis spicata* L. Green), zacate kikuyo (*Penisetum clandestinum* Hochst), zacate bermuda (*Cynodón dactilón* L.) y estrella africana (*Cynodón plecostachyus*). Estas se adaptan muy bien y además se obtienen buenos rendimientos y se mejoran las características químicas, físicas y biológicas de los suelos.

Por otro lado existen otras especies mediana y altamente tolerantes a la salinidad, las cuales son factibles de establecerse en suelos salinos y salino-sódicos.



## RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

En el Valle del Mayo existen cada vez mas terrenos con presencia de sales en menor o mayor grado, por lo que se recomienda utilizar el método de recuperación mediante el establecimiento de especies forrajeras que han sido probadas y con buenos resultados; tal es el caso del zacate salado (Distichlis spicata L.), zacate kikuyo (Penisetum clandestinum Hochst), zacate bermuda (Cynodón dactylón L.) y estrella africana - - (Cynodón plecostachyus).

El problema de salinización de los suelos es un caso que va creciendo conforme a las características del terreno y/o manejo que se le dé; por lo tanto se sugiere informar al usuario acerca de las técnicas y métodos que existen para la rehabilitación y/o recuperación de suelos afectados por sales.

Fomentar e incrementar la investigación en la adaptación de nuevas especies forrajeras que permitan abatir las altas concentraciones de sales en los suelos del Valle del Mayo.

Es necesario se otorguen apoyos financieros por parte de Dependencias e Instituciones a los productores que requieran abatir el problema de salinidad de sus terrenos.

## LITERATURA CONSULTADA

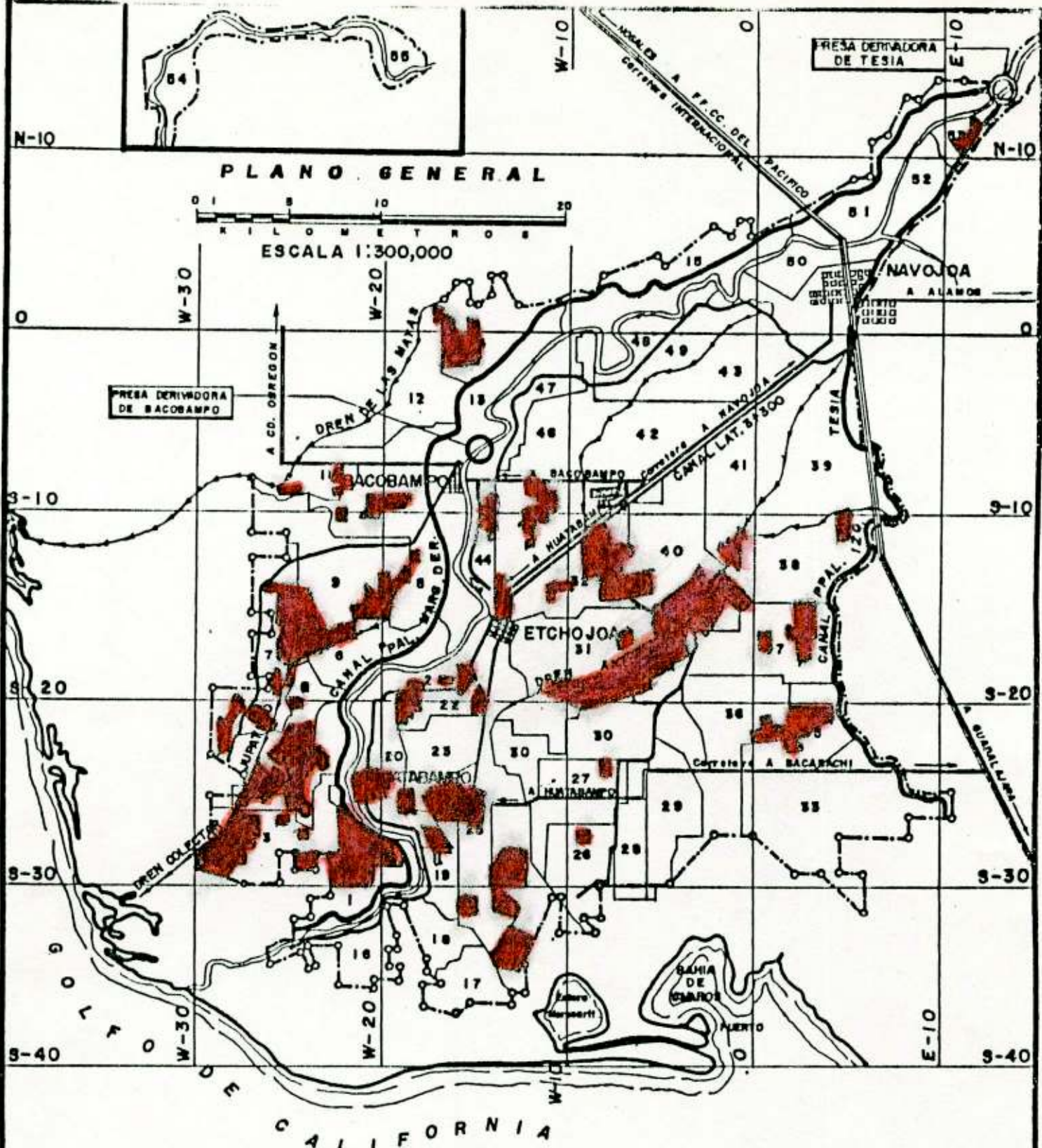
- Aceves, N. E.** 1979. El Ensalitramiento de Suelos Bajo Riego, Departamento de Riego y Drenaje, Colegio de Post-Graduados de Chapingo, México.
- Aceves, N. Lorenzo.** Agosto 1981. Los Terrenos Ensalitrados y los Métodos para su Recuperación, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Aragón, Coronado M.** 1985. Estudio de Tolerancia y Susceptibilidad del Trigo (Triticum spp.) a la Salinidad y algunos Mecanismos de Adaptación. Colegio de Post-Graduados de Chapingo, México.
- Beltrán Fonseca M.** 1988. Evaluación bajo Condiciones Controladas de la Tolerancia a la Salinidad de Zacates Bermuda, Salado, Rhodes y Kikuyo, el Grado de Rehabilitación de Suelos Altamente Salinos (19 mmhos).
- Beltrán M. et. al.** 1988. Marco de Referencia del Valle del Mayo con Enfoque a la Salinidad de los Suelos Agrícolas.
- De la Peña Ildefonso.** Salinidad de los Suelos Agrícolas - Su Origen-Clasificación-Prevención y Rehabilitación.

- Duarte** Ramirez J.J. 1988. Rehabilitación de un Suelo Salino-Sódico mediante el Establecimiento de Praderas con Zacate Bermuda (Cynodón dactylón) Irrigadas con Aguas - del Dren en el Sur de Sonora.
- Flores** M. Jorge. 1980. Bromatología Animal.
- H. D.** Hughes, M.H. y D.S. 1970. La Ciencia de la Agricultura basada en la Producción de Pastos, traducido del Inglés. México. Continental.
- John** Philp Grime. 1982. Estrategias de Adaptación de las Plan-  
tas y Procesos que controlan la Vegetación.
- Maas** E.U. y Hoffman G. J. 1979. Tolerancia de los Cultivos a las Sales. Boletín Técnico Núm. 9, Universidad Autóno-  
ma de Chapingo, México.
- Memorándum** Técnico Núm. 351. SARH. Calidad del Agua de Riego y Aprovechamiento Específico en el Suelo y Cultivos.
- Palacios** S. J. Instructivo de Muestreo de Suelos y Aguas.
- Personal** de Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América. 1985. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos.

**Programa** Distrital de Aprovechamiento de Agua 1990-1994. Julio de 1989.

**Reyes C. et. al.** 1989. La problemática de los Suelos Agrícolas del Valle del Mayo.

**Subsecretaría** de Infraestructura Hidráulica. 1987. Sistema Hidráulico Interconectado del Noroeste. Proyecto de Modernización de Areas de Riego. Valle del mayo.



SALINIDAD APARENTE

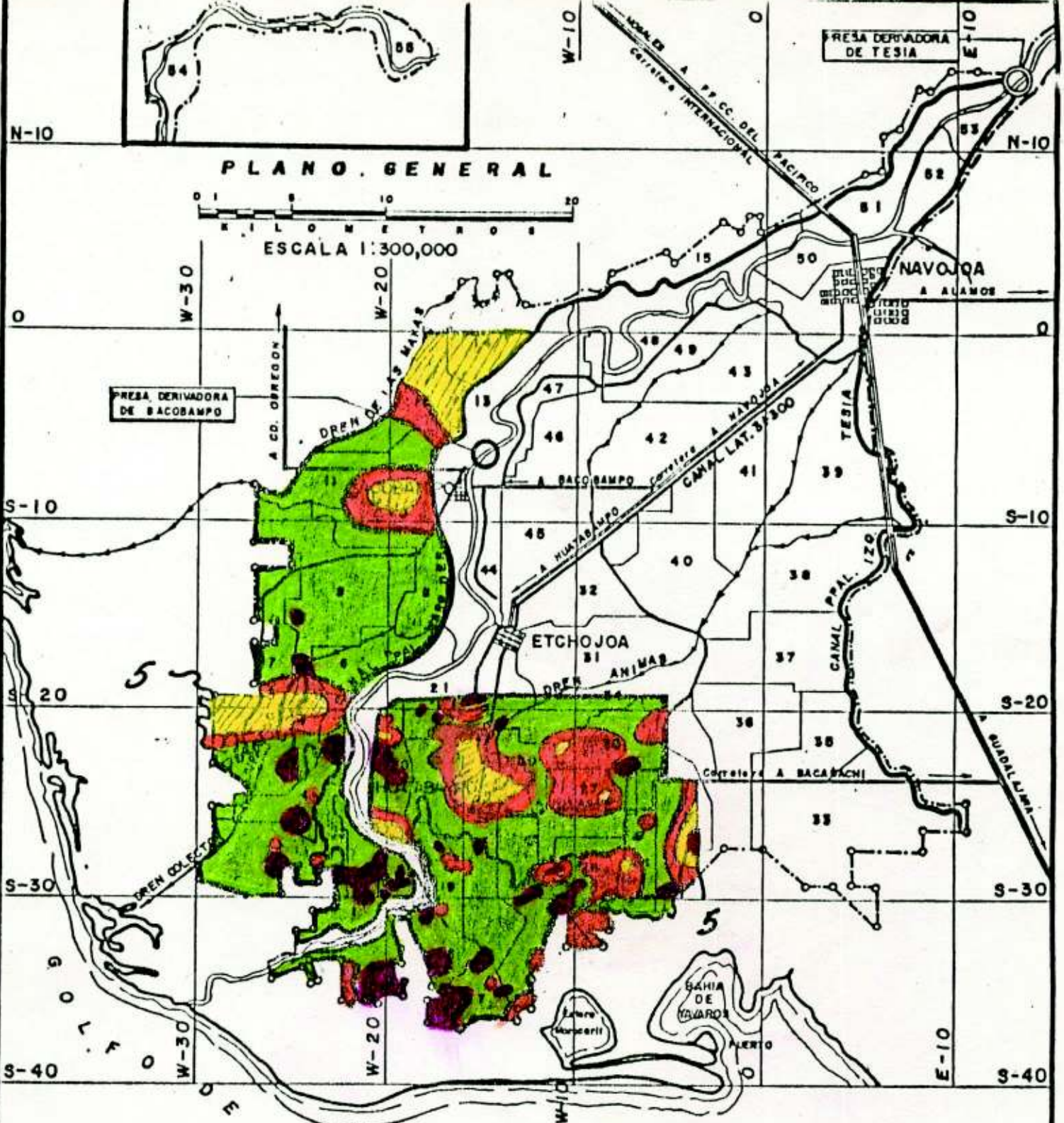
SERIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GRAL. DE DTOS. Y UNIDADES DE REGO  
 OFICINA DE REGO Y DRENAJE

Distrito de Rego No. 30, Rio Mayo, Son.

**FIGURA 1**

FORMULO: \_\_\_\_\_ APROBO: \_\_\_\_\_  
 Rego y Drenaje Operador y Director

CONFORME: \_\_\_\_\_  
 El Jefe de Distrito



ISOBATAS FEBRERO 1988

CALIFORNIA

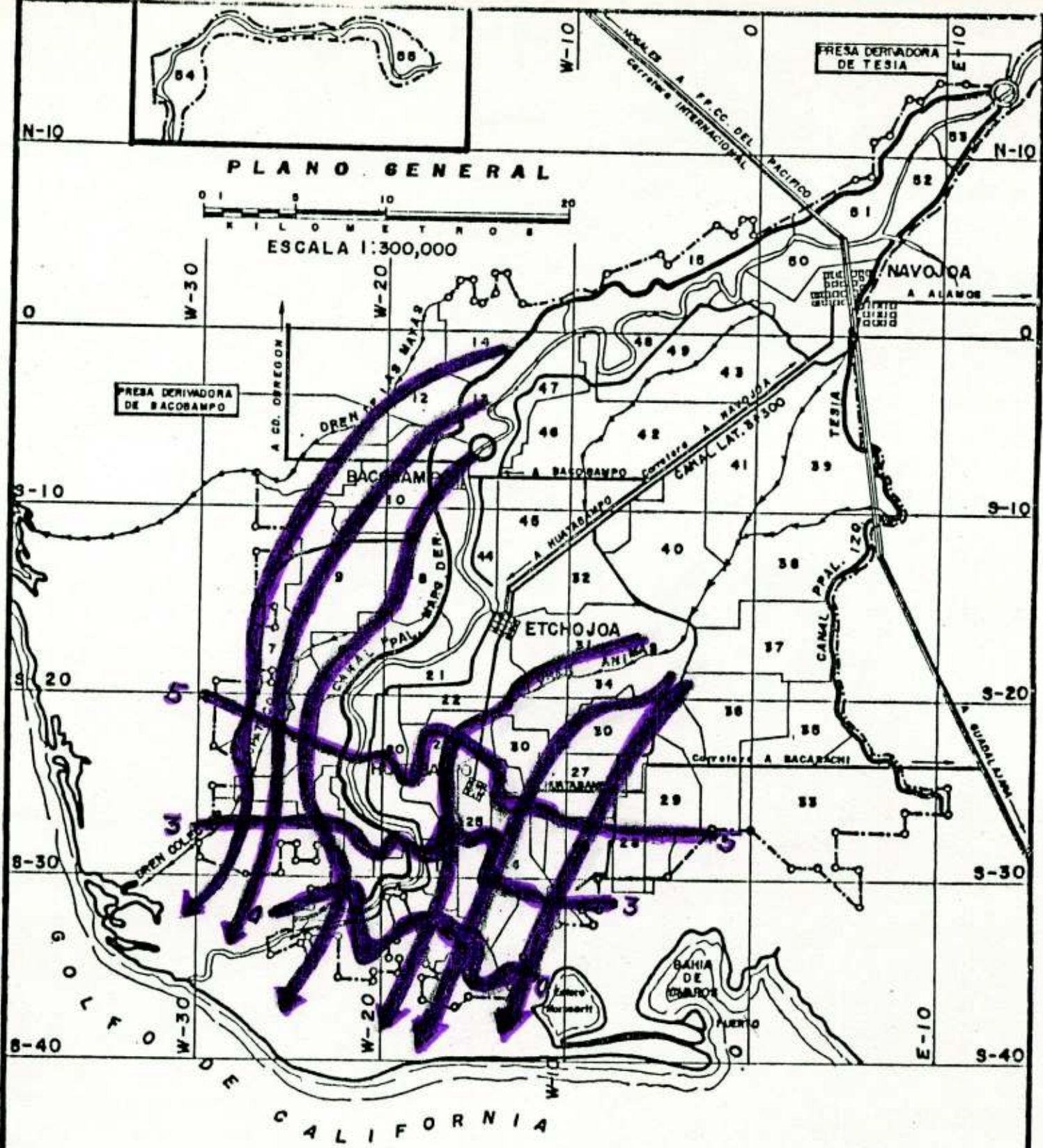
- DE 0 A 100 Cms. SUP. 4,100 Has.
- DE 100 A 150 " SUP. 34,441 "
- DE 150 A 200 " SUP. 7,200 "
- DE 200 A 300 " SUP. 5,430 "
- DE 300 A MAS " SUP. 250 "

SRIA. DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GRAL. DE OTOS. Y UNIDADES DE REGO  
 OFICINA DE REGO Y DRENAJE  
 Distrito de Rego No. 30, Rio Mayo, Son.

**FIGURA 2**

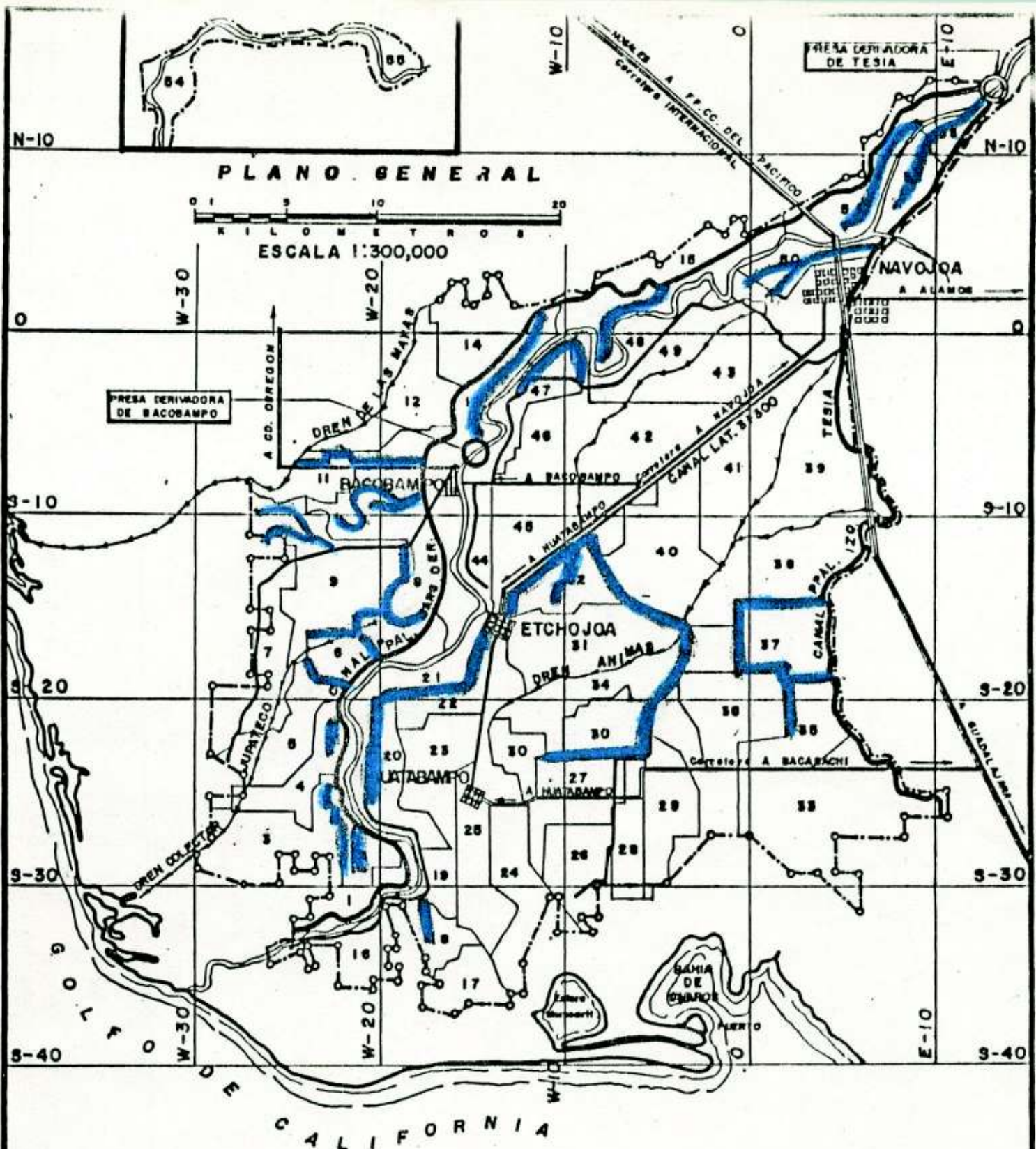
FORMULO: \_\_\_\_\_ APROBADO: \_\_\_\_\_  
 Rego y Drenaje Operador y Director

CONFORME: \_\_\_\_\_  
 El Jefe de Distrito



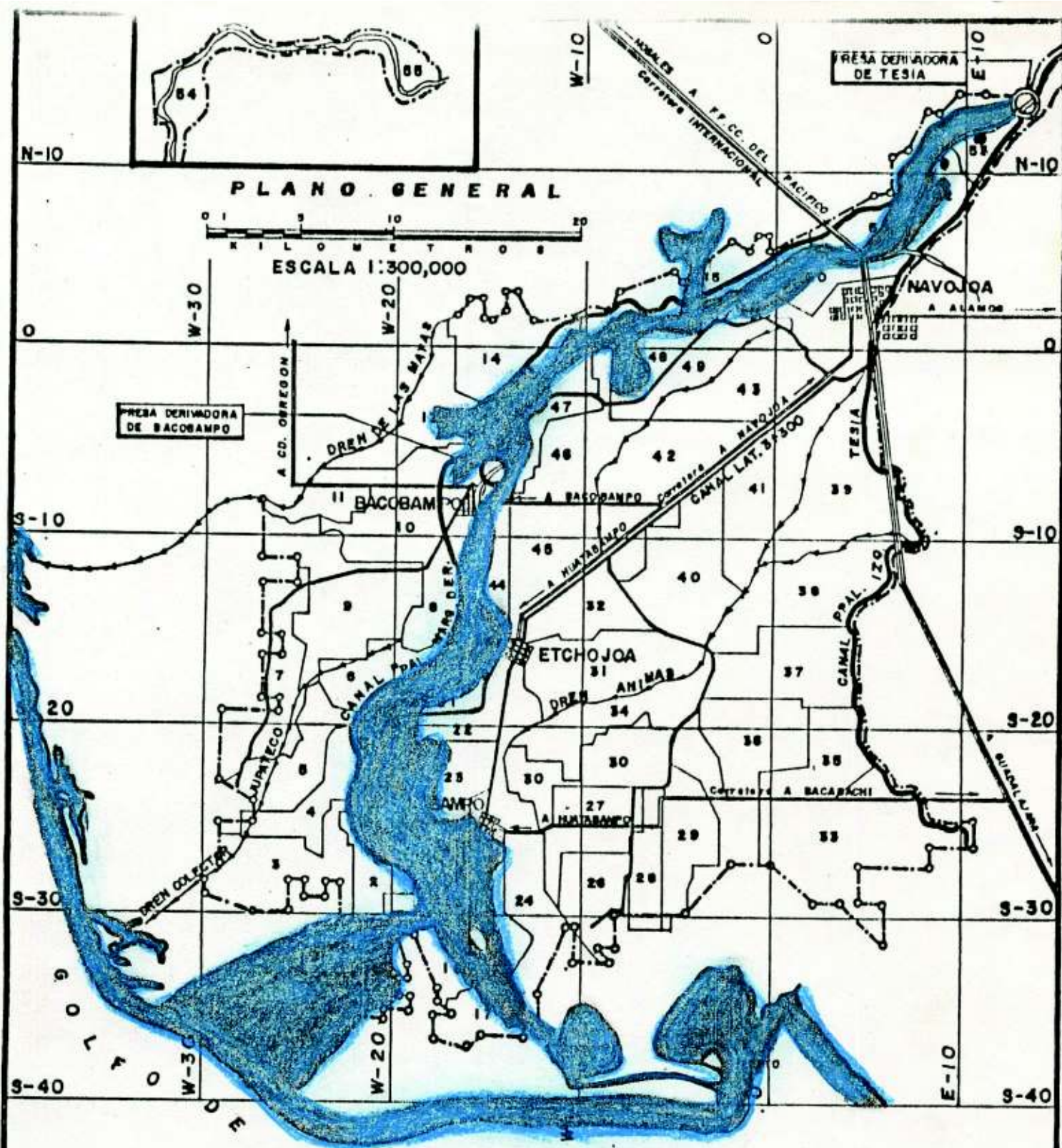
PLANO DE ISOHIPSAS MES MARZO AÑO 1986.

SRIA. DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS DIRECCION GRAL. DE DTOS. Y UNIDADES DE RIEGO OFICINA DE RIEGO Y DRENAJE	
Distrito de Riego No. 30, Rio Mayo, Son.	
<b>FIGURA 3</b>	
FORMULO: _____ Riego y Drenaje	APROBO: _____ Operación y Mantenimiento
CONFORME: _____ El Jefe de Distrito	



SERVICIO DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS DIRECCION GRAL. DE DTOS. Y UNIDADES DE RIEGO OFICINA DE RIEGO Y DRENAJE	
Distrito de Riego No. 58, Rio Mayo, Son.	
<b>FIGURA 4</b>	
FORMULO: _____ Riego y Drenaje	APROBO: _____ Operador de Distrito
CONFORME: _____ El Jefe de Distrito	





AREA AFECTADA POR LA AVENIDA REGISTRADA EL 12 DE DICIEMBRE DE 1984.

SRIA. DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
 DIRECCION GRAL. DE OTOS. Y UNIDADES DE RIEGO  
 OFICINA DE RIEGO Y DRENAJE  
 Distrito de Riego No. 58, Rio Mayo, Son.  
**FIGURA 5**  
 FORMULO: \_\_\_\_\_ APROBO: \_\_\_\_\_  
 Riego y Drenaje Operador y Director  
 CONFORME: \_\_\_\_\_  
 El Jefe de Distrito