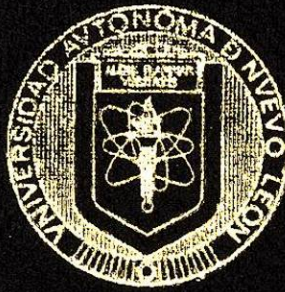


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ANALISIS DE LA VARIACION ESTACIONAL DE LA  
CALIDAD DEL AGUA EN EL CAMPO AGRICOLA  
EXPERIMENTAL DE MARIN, N. L.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTA  
JUAN ENRIQUE LEAL CARDENAS

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1980

T

S613

L4

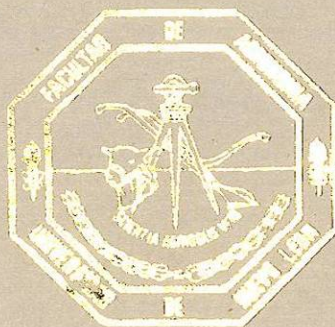
C.1



1080062028

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ANALISIS DE LA VARIACION ESTACIONAL DE LA  
CALIDAD DEL AGUA EN EL CAMPO AGRICOLA  
EXPERIMENTAL DE MARIN, N. L.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA  
P R E S E N T A  
JUAN ENRIQUE LEAL CARDENAS

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1980

J  
5613  
L4

040631  
FA-13  
1980



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. tesis*



FONDO  
TESIS LICENCIATURA

A LA MEMORIA DE MI PADRE:

SR. JUAN ENRIQUE LEAL GARZA (Q.E.P.D)

A MI MADRE:

SRA. MARIA CARDENAS V. DE LEAL

Que con su apoyo y comprensión supo  
hacer de mí un profesionalista.

A MIS HERMANOS

JOSE ALFREDO

HUGO

PEDRO

A MIS FAMILIARES:

ING. BENJAMIN S. IBARRA RUIZ .

Mi más sincero agradecimiento por sus --  
buenos consejos a lo largo de mi carrera  
y por su valioso asesoramiento para la -  
realización del presente Experimento.

Mi más sincero agradecimiento a las perso-  
nas e Instituciones que de alguna manera -  
cooperaron para la elaboración del presen-  
te trabajo y en particular al Técnico Sr.  
Roberto Mireles así como al Dibujante Sr.  
Miguel Jiménez de la Rosa que con su ayuda  
desinteresada contribuyeron al desarrollo  
del presente trabajo.

LABORATORIO DE SUELOS F.A.U.A.N.L.

Quedo agradecido al citado Laboratorio y al  
personal que en él labora por los servicios  
y facilidad prestados.

INTRODUCCION. . . . .	1
REVISION DE LITERATURA. . . . .	4
Origen de las sales en el agua de riego . .	4
Muestreo de Aguas. . . . .	6
Calidad del agua de riego. . . . .	7
Criterios o indices de clasificación. .	7
Contenido de sales solubles. . . . .	8
Conductividad eléctrico (C.E.). . . . .	8
Salinidad efectiva (S.E.). . . . .	8
Salinidad potencial (S.P.). . . . .	9
Efecto probable del Sodio sobre las caracte <u>r</u>	
rísticas físicas del suelo. . . . .	10
Relación de adsorción de Sodio (R.A.S.) . .	10
Carbonato de Sodio Residual (C.S.R.). . . .	11
Clasificación para salinidad. . . . .	11
(C.) Agua baja en Sodio. . . . .	12
(C <sub>2</sub> ) Agua de salinidad media. . . . .	12
(C <sub>3</sub> ) Agua altamente salina . . . . .	12
(C <sub>4</sub> ) Agua muy altamente salina. . . . .	13
Clasificación de la relación de adsorción -	
de Sodio (R.A.S.). . . . .	13
(S <sub>1</sub> ) Agua baja en Sodio . . . . .	13
(S <sub>2</sub> ) Agua media en Sodio. . . . .	13
(S <sub>3</sub> ) Agua alta en Sodio . . . . .	14



(S <sub>4</sub> ) Agua muy alta en Sodio. . . . .	14
Porcentaje de Sodio posible (P.S.P.). . . . .	17
Contenido de elementos tóxicos para las plan <u>tas</u> . . . . .	18
Contenido de Boro. . . . .	18
Contenido de Cloruros. . . . .	18
Variación estacional de la calidad del agua de riego. . . . .	21
Composición química del agua para riego. . . . .	23
Cultivo por irrigar . . . . .	23
Suelos por irrigar. . . . .	24
Clima. . . . .	25
Manejo del riego y drenaje . . . . .	25
Efecto de la calidad del agua sobre los cultivos. . . . .	28
Calcio. . . . .	28
Magnesio. . . . .	29
Sodio. . . . .	29
Potasio. . . . .	30
Carbonato y Bicarbonato. . . . .	30
La Acidez de las aguas . . . . .	31
Sulfatos. . . . .	31
Cloruros. . . . .	32
Nitratos. . . . .	32

	PAGINA
Elementos menores y secundarios. . . . .	32
El Boro. . . . .	33
Daños por Boro. . . . .	34
Clasificación de suelos y aguas. . . . .	35
Efecto de la presencia de sales en el suelo y agua sobre los cultivos. . . . .	36
Tolerancia de los cultivos a las sales. . . . .	39
Interacción entre el suelo, el agua y las sales. . . . .	39
Prevención del ensalitramiento de terrenos agrícilas. . . . .	39
MATERIALES Y METODOS. . . . .	42
Muestreo. . . . .	42
Método de análisis de laboratorio. . . . .	43
Boro. . . . .	44
RESULTADOS. . . . .	46
DISCUSION. . . . .	55
Contenido total de sales solubles. . . . .	55
Represa. . . . .	55
Presa Grande. . . . .	56
Presa Chica. . . . .	56
Río Marín. . . . .	56
Tinaco (Aulas Viejas en Marín, N.L.). . . . .	57
Relación de adsorción de Sodio (R.A.S.). . . . .	58

Boro. . . . .	59
Carbonato de Sodio residual (C.S.R.). . .	60
Cationes. . . . .	60
Aniones. . . . .	61
Salinidad efectivo y/o Salinidad potencial.	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .	65
RESUMEN. . . . .	63
BIBLIOGRAFIA. . . . .	66

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA			PAGINA
1		Diagrama para la clasificación de las - aguas para riego. . . . .	15
2		Precipitación contra sales disueltas -- según Bibliografía Consultada. . . . .	27
<b>TABLA</b>			
1		Resultados del análisis del agua de la Represa perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L., de la Facul tad de Agronomía de la U.A.N.L. . . . .	47
2		Resultados del análisis del agua de la Presa Grande perteneciente al Campo Agrí cola Experimental de Marín, N.L. de la - Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.. . .	48
3		Resultados del análisis de agua de la -- Presa Chica perteneciente al Campo Agrí cola Experimental de Marín, N.L. de la - Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.....	49
4		Resultados del análisis de agua de Río - Aguas Arriba del Salado perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N. L. de la Facultad de Agronomía de la -- U.A.N.L. . . . .	50
5		Resultados del análisis de agua de Río - Aguas Abajo del Salado perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N. L. de la Facultad de Agronomía de la U. A.N.L.. . . . .	51
6		Resultados del análisis de agua Tinaco - Aulas Viejas perteneciente al Campo Agrí cola Experimental de Marín, N.L. de la - Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.....	52
7		Datos climatológicos de la Estación del Campo Experimental de Marín, N.L., duran te el desarrollo del experimento. . . . .	53

FIGURA

1 Variación de la concentración de sales  
de acuerdo a los registros de precipi-  
tación. . . . .

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

Entre los factores más importantes para la conservación y propagación de la vida, el agua ocupa el primer lugar, --- pues no solo interviene en todos los procesos vitales, sino que también constituye la parte principal de todo organismo vivo lo que demuestra de manera rotunda que el agua de la -- vida no se puede separar. El agua que un animal bebe es solo una pequeña fracción de la que necesita para sobrevivir, las plantas de cuya existencia dependen todas las demás formas de vida tomando del agua y el aire más del 90% de sus -- elementos. (10)

De todos los seres vivientes el hombre es el que necesita y consume mayor cantidad de agua no solo para sobrevivir desde el punto de vista biológico sino para conservar y mejorar las comodidades materiales, las satisfacciones espirituales y culturales de que está rodeado sin las cuales la civilización dejaría de existir. (16)

El aprovechamiento racional del agua es pues el medio básico y fundamental que permite mejorar el ambiente natural en todas sus formas adaptándolo a la vida civilizada, por esto en cuanto mayor sea el grado de civilización mayor es el consumo de agua. (1)

Nuestro país se encuentra localizado entre los paralelos 16° y 32° al norte del Ecuador, es una zona donde normalmente

no ocurren nevadas abundantes y esta fuente en otras zonas - constituye una fuente de abastecimiento, pero en México la - principal fuente de abastecimiento de agua es la de precipi- tación dependiente de la distribución, el monto y la frecuen- cia con la que ocurre, de lo anterior se concluye que en la región norte del país donde la precipitación media anual es muy escasa, los ríos, arroyos y manantiales son muy escasos y los que presentan tienen poco caudal y predominan zonas -- áridas y semiáridas con áreas desérticas y despobladas. (10)

En el presente trabajo el punto de vista con respecto -- al agua que nos interesa es el de su aplicación con fines -- agrícolas y uno de los factores fundamentales que condicio-- nan su uso para riego es la calidad de esta.

Para determinar la calidad del agua de riego se toma --- como base análisis químicos y bromatológicos pero esto es -- solo una parte del proceso ya que deberán de tomarse muchos otros factores para determinar su calidad agrícola, entre -- los factores que se toman en cuenta estas condiciones físi-- cas y químicas de suelos en los cuáles se aplicará dicha --- agua, tales como presencia o ausencia de sales solubles de - Hierro (Sulfato de Calcio) y/o Carbonato de Calcio; la permea- bilidad y condiciones de drenaje interno y externo del sue-- lo, la tolerancia o susceptibilidad del cultivo a sembrar, -- la salinidad que tolera su raíz en diferentes etapas de cre--

cimiento, condiciones climáticas durante el ciclo de desarrollo del cultivo (influyen en el proceso de evapotranspiración) la incidencia de las lluvias según la etapa del cultivo cubriendo así sus necesidades hídricas, las láminas de agua que caen en forma de lluvia, las prácticas de Manejo de Suelos y los sistemas de siembra y manejo de los cultivos utilizados en una región determinada, también en la cantidad y naturaleza de las sales. (9)

Otro de los aspectos que es necesario considerar es el estudio de la calidad del agua de riego precisamente la variación estacional de la misma.

El objetivo de este trabajo fué el de determinar la variación estacional de la calidad del agua de riego del Campo Agrícola Experimental de Marín, N. L., perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.



## LITERATURA REVISADA

### Origen de las sales en el agua de riego

El origen de las sales en el agua de riego depende de varios factores; como lo son las sales que aporta el arrastre cuando es agua corriente como es el caso de rios, arroyos y canales. También depende de las rocas con que esté haciendo contacto y la oxidación de las rocas, liberando así algunas sales que al contacto con el agua se hacen solubles. (2)

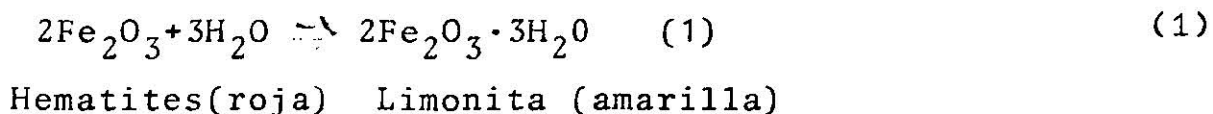
Entre las rocas que al hacer contacto con el agua libe--ran iones o cationes estan las Zeolita, Vermiculita, Montmo--rillonita, algunos materiales orgánicos como el Humus y las raíces de las plantas. Estas últimas además de Carbono Bi--drógeno y Oxígeno también liberan Calcio, Silicio, Potasio, -Azufre, Magnesio y Sodio además concentran Estroncio, Molib--deno, Cobre, Boro y Zinc. (1,2)

Otros factores que son fuente de origen de las sales en el agua son procesos mecánicos tales como temperatura y ero--sión. La primera interviene por sus cambios repentinos ha--ciendo que la superficie de solidos se desintegre en peque--ñas fracciones y con el paso del agua la erosión es favoreci--da tomando el agua los compuestos de las rocas desintegradas en pequeñas fracciones pasando a formar parte del agua. (2)

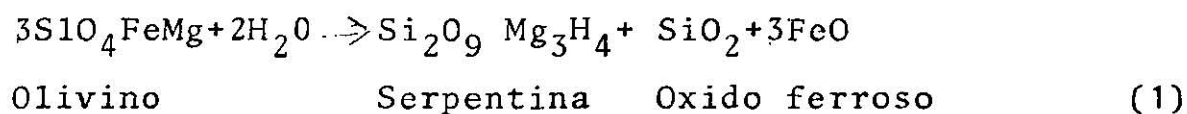
Con respecto ha procesos químicos existen varias fuentes

como son hidrolisis, hidratación, carbonatación, oxidación y disolución; en la hidrolisis los minerales al contacto con el agua dispersada en su forma estructural H y OH se disuelven en gran parte tal es el caso de micas y feldespatos. (1)

La Hidratación es el agregado de agua que ataca en su forma estructural H y OH al compuesto por ejemplo la Hematita al contacto con el agua se mezcla de la siguiente manera



La Oxidación es otro proceso en el cual los elementos pasan a formar parte del agua un ejemplo real es el caso del Olivino que en presencia de agua reacciona y forma Serpentina y Oxido Férrico ya disuelto en esta forma está en condiciones de formar parte en la estructura del agua



En la disolución el agua juega el papel más importante pues al paso constante contribuye a disolver la corteza de suelos y rocas pasando los minerales existentes a formar parte en la composición de esta.

Sufren también Hidratación e Hidrolisis algunos minerales como Feldespatos, Micas y Hornblendas; estos se ablandan pierden brillo y se vuelven más porosos y estos minerales con las reacciones anteriores liberan cationes activos como

el Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, estos sufrirán carbonataciones y se disuelven y mezclan en el agua. (1)

Muchos factores climáticos influyen en la meteorización de las rocas como la temperatura, lluvia, acción de viento, erosión del agua y acción química. (1)

#### Muestreo de aguas

Para evaluar la calidad de las aguas lo primero que debe hacerse es elegir los sitios de muestreo, los más frecuentes son:

- a) Canales de riego
- b) Pozos de bombeo
- c) Presas de almacenamiento y lagos
- d) Ríos y arroyos
- e) Manantiales
- f) Drenes
- g) Mantos freáticos

Para seleccionar los sitios de muestreo se debe saber la finalidad del trabajo a desarrollar y se distinguen dos casos:

- A) Cuando interesa prever oportunamente los cambios de ésta y calcular las láminas de sobre-riego, estos --- muestreos se realizan en canales de riego, pozos de - bombeo y eventualmente mantos freáticos. (7)

B) Para detectar y cuantificar el ensalitramiento de terrenos y la calidad del agua. (7)

#### Calidad del agua de riego

Es un término que se basa para indicar la limitación del empleo del agua con fines agrícolas, generalmente se toman como base características químicas, así como la tolerancia de cultivos a las sales, propiedades del suelo, condiciones de manejo de suelos, agua y climatológicas. (7)

#### Criterios e índices de clasificación

En general existen tres criterios para juzgar el empleo del agua con fines agrícolas y son el contenido de sales solubles; el efecto probable del sodio sobre las características físicas de los suelos y el contenido de elementos tóxicos para las plantas, para cada uno de estos criterios se tienen diferentes criterios como se ilustra a continuación. (7)

#### Criterios e Índices de Clasificación del Agua de Riego

CRITERIOS	INDICES	ABREVIATURAS
1 Contenido de Sales Solubles	1a) Conductividad Eléctrica	C.E.
	1.b) Salinidad Efectiva	S.E.
	1.c) Salinidad Potencial	S.P.

2 Efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo	2.a) Relación de adsorción de Sodio	RAS.
	2.b) Carbonato de Sodio Residual	C.S.R.
	2.c) Porcentaje de Sodio posible	P.S.P.
3 Contenido de elementos tóxicos para las plantas	3.a) Contenido de Boro	B
	3.b) Contenido de Cloruro	Cl

A continuación se discute cada uno de los índices y se explica la forma de calcularlos.

#### 1.- Contenido de sales solubles

El efecto nocivo de las sales solubles, se debe a que -- producen en el suelo presiones osmóticas elevadas y éste al estar en contacto con las raíces de las plantas le -- ocasiona disminución en el rendimiento o pérdida total de las cosechas. Los efectos son diferentes para cada cultivo y etapa de desarrollo de este. (7)

1.a) Conductividad Eléctrica (CE). Generalmente se expresa en micromhos por centímetro a 25°C ( $CE \times 10^6$ ). La conductividad eléctrica es una medida indirecta de la presión osmótica que ha recibido gran difusión, debido a la facilidad y rapidez con que puede ser determinada. Muchos cuadros de clasificación de aguas y tolerancias de cultivos se expresan en este término. (7)

1.b) Salinidad Efectiva (SE). Es una estimación más real --

del peligro que presentan las sales solubles del agua - de riego al pasar a formar parte de la solución del suelo, pues toma en cuenta la precipitación ulterior de sales menos solubles: Carbonatos de Calcio y Magnesio y Sulfato de Calcio, los que dejan de participar en la -- elevación de la presión osmótica en la solución del suelo. Este proceso es más notable cuando las aguas tie--nen alto contenido de Carbonatos y Bicarbonatos. La -- salinidad efectiva se calcula con alguna de las siguien--tes fórmulas. (7)

1.b.1) Si Ca  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4$ , Entonces

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes}^* - (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4)$$

1.b.2.) Si Ca  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{SO}_4$  pero Ca  $\text{CO}_3 \text{HCO}_3$  Entonces

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes}^* - \text{Ca}$$

1.b.3) Si Ca  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$  pero Ca+Mg  $\text{CO}_3 + \text{CHO}_3$  Entonces

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes}^* - (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3)$$

1.b.4) Si Ca+Mg  $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$  Entonces

$$\text{SE} = \text{Suma de cationes}^* - (\text{Ca} + \text{Mg})$$

todos los iones se expresan en Me/l

1.C) Salinidad potencial (S.P.). Cuando la humedad aprove--chable del suelo disminuye a niveles inferiores del 50% las últimas sales que quedan en solución son los Cloruros y parte de los Sulfatos. La salinidad potencial es un índice que estima el peligro de estas sales que que--

dan en solución, a bajos niveles de humedad aumenta la presión osmótica. Por esto la S.P. es un buen estimador de las sales sobre las plantas. Este índice se calcula con la siguiente fórmula

$$SP = Cl + \frac{1}{2} SO_4 \quad (7)$$

\* Si la suma de cationes es menor que la de aniones deberá emplearse la suma de aniones en lugar de la de cationes.

(7)

2 Efecto probable del Sodio sobre las características del suelo.

Cuando las aguas de riego contienen cantidades considerables de sodio en solución este se va acumulando en el suelo y alcanza concentraciones elevadas en relación con otros cationes disueltos, ya sea por acumulación de Sodio o por precipitación del Calcio y Magnesio, sustituye a estos del complejo de intercambio, ocasionando un desequilibrio eléctrico de la miscela coloidal, en la que dejan cargas negativas residuales por lo que las partículas se repelen y el suelo se deflocula perdiendo su estructura. Por esto el suelo pierde su permeabilidad tanto al agua como al aire y favorece la formación de costras, todo lo cual afecta o impide el desarrollo normal de los cultivos. (7)

2.a) Relación de Adsorción de Sodio (R.A.S.). Es uno de los

índices más difundidos para medir el peligro de sodificación que presenta el agua de riego, este índice a más de sencillo se sabe que está correlacionado con el porcentaje de Sodio intercambiable del suelo que está en -- equilibrio con el agua de riego. Por lo tanto a mayor R.A.S. mayor P.S.I. y mayor peligro de sodificación del mismo.

Se calcula con la siguiente fórmula

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}}$$

2.b) Carbonato de Sodio Residual (C.S.R.). Cuando el agua de riego el contenido de Carbonatos y Bicarbonatos es mayor que el Calcio y Magnesio, existe la posibilidad de que se forme Carbonato de Sodio, debido a que por su alta solubilidad puede permanecer en solución aún después de que han precipitado los Carbonatos de Calcio y Magnesio. En estas condiciones la concentración de sodio es de flocculación del suelo. Cuando la diferencia es negativa el C.S.R. se supone igual a cero. (7)

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) - (\text{Ca} + \text{Mg})$$

a).- Clasificación para Salinidad

Conductividad Eléctrica en micromohos cm. (C.E. X 10<sup>6</sup>) a 25°C.



La clasificación de las aguas muestreadas se hizo tomando como base los rangos establecidos por el laboratorio de salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica (9) los cuales se describen a continuación:

100 - 250 =  $C_1$  = agua de baja salinidad.

250 - 750 =  $C_2$  = agua de salinidad media.

750 - 2250 =  $C_3$  = agua altamente salina.

más de 2250 =  $C_4$  = agua muy altamente salina.

( $C_1$ ).- Agua baja en salinidad.- Puede usarse en la mayor parte de los cultivos, y en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad, se necesita algún lavado pero este se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

(9)

( $C_2$ ).- Agua de salinidad media.- Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se puede producir plantas moderadamente tolerantes a las sales. (9)

( $C_3$ ).- Agua altamente salina.- No se puede usar en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar de prácticas especiales de control de salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente plantas muy tolerantes a sales. (9)

(C<sub>4</sub>).- Agua muy altamente salina.- No es apropiada en irri-  
gación bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse oca-  
sionalmente en circunstancias muy especiales, los suelos de-  
ben ser permeables, el drenaje adecuado; debiendo aplicar -  
un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso  
se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.  
(9)

b).- Clasificación de la relación de adsorción de Sodio ---  
(RAS).

0	---	10	=	S <sub>1</sub>	=	agua baja en Sodio.
10	---	18	=	S <sub>2</sub>	=	agua media en Sodio.
18	---	26	=	S <sub>3</sub>	=	agua alta en Sodio.
más de		26	=	S <sub>4</sub>	=	agua muy alta en Sodio.

(S<sub>1</sub>).- Agua baja en Sodio.- Puede usarse para el riego de -  
la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar -  
niveles peligrosos de Sodio intercambiable. No obstante, --  
los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, -  
pueden acumular grandes cantidades perjudiciales de odio.

(S<sub>2</sub>).- Agua media en Sodio.- En suelos de textura fina el -  
Sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos  
suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes,  
especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos  
que el suelo contenga yeso. Estas aguas pueden usarse solo  
en suelos de textura gruesa ó en suelos orgánicos de buena --

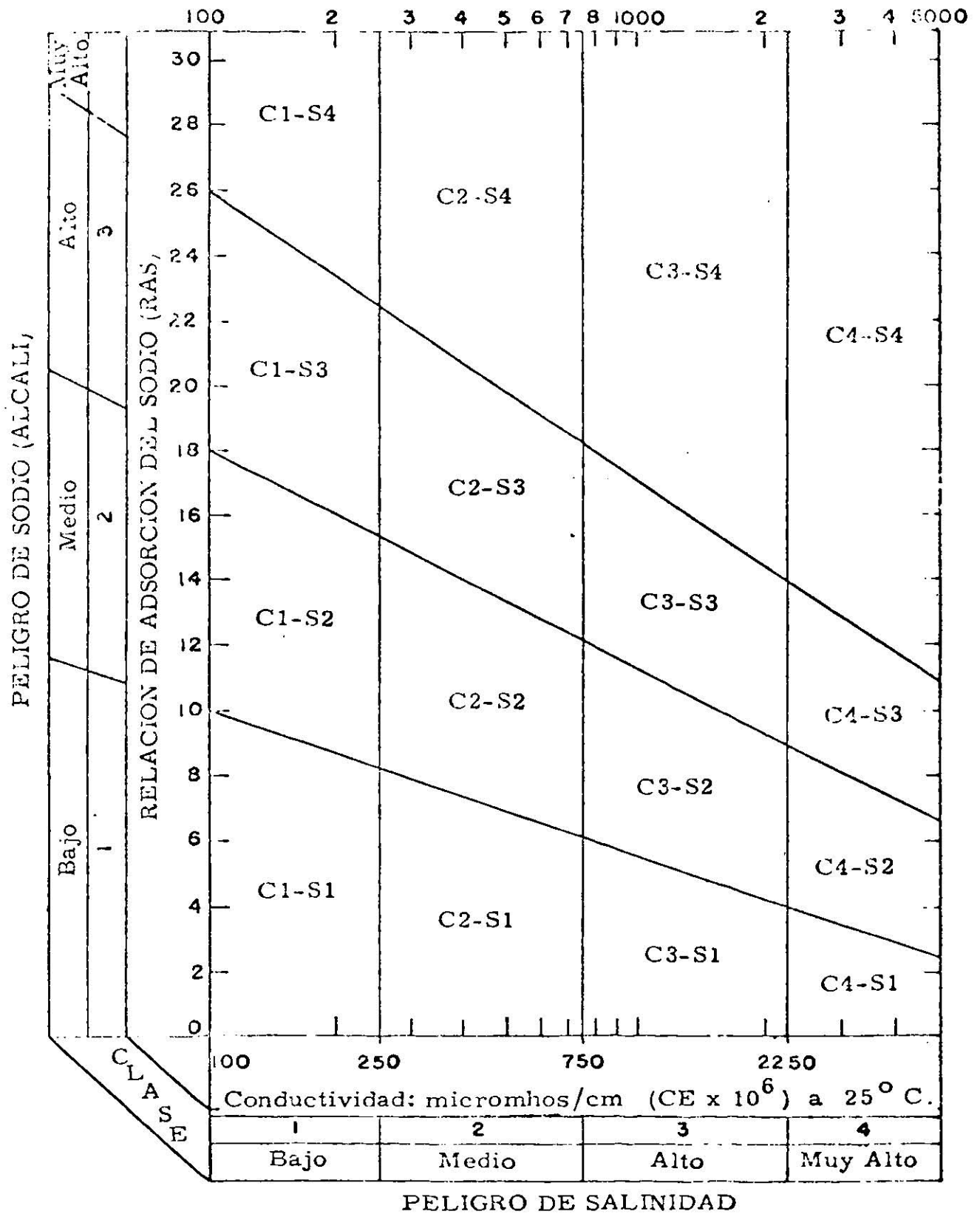
permeabilidad.

(S<sub>3</sub>).- Agua alta en Sodio.- Puede producir niveles tóxicos de Sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, -- por lo que estos necesitarán prácticas especiales de manejo, tener buen drenaje para fácil lavado y adiciones de materia orgánica.

Los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de Sodio intercambiable, cuando se riegan con -- este tipo de aguas pueden requerir el uso de mejoradores -- químicos para substituir al Sodio intercambiable, sin embargo tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas - de muy alta salinidad.

(S<sub>4</sub>).- Agua muy alta en Sodio.- Es inadecuada para irrigación, excepto cuando su salinidad es baja ó media y cuando la disolución del Calcio del suelo y la aplicación del yeso u otro elemento mejorador no hace antieconómico el empleo - de esta clase de aguas.

La Gráfica 1 sirve para clasificar las aguas por medio de la combinación de los índices de conductividad eléctrica (C.E.) y relación de adsorción de Sodio (R.A.S.)



Gráfica 1 Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.

Clasificación de las aguas de riego de acuerdo con el -  
CSR.

C l a s e	Valor del CSR en me/1
Buena	menos de 1.25
Condicionada	de 1.25 a 2.50
No Recomendable	mas de 2.50

Clasificación de las aguas de riego de acuerdo con Su SE

Clase	Salinidad efectiva en me/1
Buena	menos de 3.0
Condicionada	de 3.0 a 15.0
No Recomendable	más de 15.0

Clasificación de las aguas de riego por su contenido de Boro

Clase	contenido de Ben PPM
Buena	menos de 0.30
Condicionada	de 0.5 a 4.00
No Recomendable	más de 4.00

Clasificación de las aguas de riego por su contenido de cloru  
ros

Clase	contenido de cloruros en me/1
-------	-------------------------------

---

Buena	Menos de 1.0
Condicionada	de 1.0 a 5.0
No recomendable	más de 5.0

---

Para clasificar las aguas con respecto a su PSP. Se consideran de la siguiente manera:

Buenas si su PSP  $\leq$  50%

Condicionadas PSP  $>$  50%

Por su PSP aparentemente no hay aguas No Recomendables.

El agua se considera buena si los índices tienen los siguientes valores:

2.C) Porcentaje de Sodio posible (P.S.P.). El peligro del -- desplazamiento del Calcio y del Magnesio por el Sodio, en el complejo de intercambio, empieza cuando el contenido de So-- dio en solución representa más de la mitad de los cationes - disueltos. El porcentaje de Sodio en solución en el agua de riego no es suficientemente representativo de este peligro, debido a que, las sales menos solubles ( $\text{CaCO}_3$ ),  $\text{MgCO}_3$  y  $\text{Ca - SO}_4$ ) precipitan por lo tanto el Sodio en solución aumenta -- por la razón anterior, el PSP está referido a la salinidad - efectiva. (7)

$$\text{PSP} = \frac{\text{Na}}{\text{SE}}$$

donde el Na y la SE se expresan en  $\text{me/l}_1$

### 3. Contenido de elementos tóxicos para las plantas.

Dentro de los elementos que contienen en solución las --  
aguas de riego, existen algunas que, independientemente  
de los efectos anteriores, son tóxicos para las plantas,  
aún en pequeñas cantidades. Los que más a menudo se pre-  
sentan son: el Boro, el ión Cloruro, el Litio y el Sodio  
aunque los efectos tóxicos de estos últimos no han sido  
suficientemente estudiados. ( 12)

3.a) Contenido de Boro (B). Es un microelemento indispensa-  
ble para el buen desarrollo de las plantas; sin embargo,  
a muy bajas concentraciones, apenas superiores a las in-  
dispensables, empieza a ser tóxico para la mayoría de --  
los cultivos. ( 8 ) El contenido de Boro de las aguas de  
riego se expresa en ppm.

3.b) Contenido de Cloruros (Cl) Se sabe que el ión Cloruro  
es especialmente tóxico en árboles frutales como cítri--  
cos y algunos otros cultivos como la fresa. En vista de  
que en la actualidad se carece de información sobre la -  
tolerancia de otros cultivos. (17)

El contenido de Cloruros se expresa en me/1.

Clasificación de las aguas de riego de acuerdo con su --  
salinidad potencial

Clase	Salinidad potencial en me/l
Buena	menos de 3
Condicionada	de 3 a 15
No recomendable	más de 15

Aguas con menos de 20% de $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$		Aguas con menos del 20% de $\text{CO}_3$ y $\text{HCO}_3$	
a) Cl	S1	a) CE+10	250, o SE 3 me/l
b) SP	3 me/L	b) SP	3 me/L
c) CSR	1.25 me/L	c) CSR	1.25 me/L
d) B	0.3 me/L	d) PSP	50%
e) Cl	1 me/L	e) B	0.3 ppm
		f) Cl	1 me/L

Bueno estas aguas pueden ser utilizadas para el riego de la mayoría de los cultivos, y esto con el mínimo de cuidados en el manejo de suelos y aguas. (7)

No Recomendable. El agua se considera no recomendable - si uno o más índices rebasan los valores siguientes:

Aguas con menos de 20% de $\text{CO}_3$ y $\text{HCO}_3$	Aguas con más de 20% de $\text{CO}_3$ y $\text{HCO}_3$
--	--



a) $C_4 Si$ y/o $Ci S_4$ ( $i=1,2,3,4$ ) y/o	a) SE 15 me/L y/o
b) SP 15 me/L y/o	b) SP 15 me/L y/o
c) CSR 2.5 me/L y/o	c) CSR 2.5 me/L y/o
d) B 4.0 ppm y/o	d) B 4.0 ppm y/o
e) Cl 5.0 me/L	e) Cl 5.0 me/L

---

Estas aguas no se recomiendan para ser empleadas directamente y de manera permanente en el riego de la mayoría de los suelos y cultivos bajo las prácticas usuales de manejo; a menos que sean mezcladas con otras de mejor calidad de manera que los índices de la mezcla no rebasen los valores señalados. Solo en casos muy especiales podrá permitirse el empleo de estas aguas; ejemplo aplicación esporádica para cultivos muy tolerantes, con aplicación de fuertes láminas sobre-riego, con buenas condiciones de drenaje, aplicación de mejoradores, tanto al agua, como al suelo etc. (7)

Condicionada. Cuando los valores de los índices estén comprendidos entre los extremos señalados, la calidad del agua no puede ser definida en base exclusivamente a sus características químicas sino que requiere información adicional sobre cultivos y suelos en los que va a ser empleada, manejo de suelo y agua y condiciones climatológicas. (7)

## Variación estacional de la calidad del Agua de Riego

La agricultura de riego ejerce mucha acción sobre el medio ambiente, se dice que al principio de aplicaciones de riego en suelos virgenes es favorable pero con el tiempo se van acumulando sales en los suelos que aporta el agua de riego, la salinización del suelo y el agua subterránea ha creado problemas en su mayoría en zonas áridas donde se han aplicado riegos. (12)

En la actualidad se hace muy necesario el estudio del agua subterránea pues ésta desempeña el principal papel en el ciclo hidrológico así como también el suministro de agua dulce del mundo tanto es así que se considera que el 98% del agua dulce del mundo se encuentra bajo tierra, y es muy importante su estudio pues de esta no se sabe el grado de contaminación. (12)

Con el problema del crecimiento demográfico presente se deben buscar perspectivas para aumentar la producción en el campo ya que este es el que resolverá el problema de alimentación, y como sucede que también los recursos naturales de tierras y aguas se agotan o contaminan es necesario hacer buena utilización de estos. (6)

Las aguas destinadas a usos domésticos deben contener por lo general menos de 1,000 ppm aunque puede tener hasta 3 ppm, pero para definir la calidad química del agua en rela

ción a sus diferentes usos se debe basar en la concentración particular de cada ión y no en la suma total de sólidos disueltos. (3)

La composición salina del agua de riego no es estática sino que está cambiando continuamente, por lo tanto, la evaluación de un agua de riego se debe basar en el conocimiento de la variación estacional en su contenido de sales. La composición del agua cambia bajo la influencia de la precipitación de esa área. (Figura 7.2).

Bryson observó el contenido de Cloro del Oued Oum et Rbia en Marruecos variaba durante la estación de riego de 200 a 1,500 mg/lto. La falta de precipitación y una tasa de evaporación alta durante períodos secos contribuyen a la elevación de la concentración de sales de los lagos. Mientras en lagos grandes y abiertos (como el lago Tiberio) el aumento en la concentración de sales debido a condiciones climáticas como las anteriores no es mayor del 20% ésta se puede incrementar hasta el 100% en pequeñas cienagas. (5)

El contacto entre el suelo y el agua de riego puede dar lugar a un incremento brusco en la concentración de sales, especialmente bajo condiciones de inundaciones. (5)

Mientras que las aguas de niveles freáticos profundos, como regla general no tienen fluctuaciones estacionales en su contenido de sales, el contenido de sales del agua freática

ca cercana a la superficie cambia en función de la evaporación, precipitación, drenaje y prácticas de riego. (15)

Factores que afectan la adecuación del agua para riego: se deben tomar en cuenta 5 factores para determinar la adecuación del agua para riego.

- 1.- Composición química del agua para riego
- 2.- Cultivo por irrigar
- 3.- Suelos por irrigar
- 4.- Clima
- 5.- Manejo Del Riego y Drenaje.

La interacción de estos 5 factores constituyen la clasificación del agua.

#### 1.- Composición Química del Agua para Riego.

La calidad del agua se determina por el contenido total de sales y por su composición iónica. El contenido total de sales (expresado en gr/Lto, Meq/Lto, PPM) o la Conductividad Eléctrica pueden dar una indicación general de la calidad del agua. En algunos casos se debe tomar en cuenta la presencia de algunos microelementos.

#### 2.- Cultivo por irrigar.

El cultivo es el primero y más importante factor que debe ser considerado. La evaluación del agua se debe ba--

sar en la tolerancia de uno o varios cultivos específicos a la concentración de la solución del suelo que dará lugar a una reducción en la producción del mismo en comparación a condiciones no salinas. (5)

### 3.- Suelos por irrigar

El comportamiento de un suelo con agua salina depende de sus propiedades físicas iniciales y del contenido de sales. El contenido de arcilla del suelo afecta la capacidad de adsorción iónica la que a su vez tiene influencia sobre las propiedades hidrofísicas. (5)

Aún más, la presencia de un estrato impermeable o de un nivel freático elevado afecta la distribución de sales en el perfil del suelo. (8)

La composición química inicial del suelo tiene influencia sobre los procesos de intercambio durante el contacto del agua con el suelo. La aplicación del agua salina a un suelo libre de las mismas salinizará a éste, pero el uso de un agua de buena calidad puede reducir la salinidad del suelo si el drenaje es adecuado. Como la infiltración y la percolación del agua puede variar considerablemente con los tipos de suelos, se puede esperar que haya diferentes grados de salinización al usar la misma cantidad y calidad del agua de riego. (5)

#### 4.- Clima

La evaporación y la precipitación son dos de los elementos climáticos que hay que considerar cuando se evalúe la adaptabilidad del agua para riego. La lámina de agua que se aplicará a un cultivo durante una estación depende de la evapotranspiración la cual, por lo tanto, afecta el regimen de riego y consecuentemente la dinámica estacional de las sales en el perfil del suelo. La cantidad de distribución de lluvias es el segundo factor climático que debe considerarse. Una cierta cantidad de precipitación distribuida uniformemente en la estación de crecimiento del cultivo diluirá la solución del suelo pero no provocará el lavado del perfil del suelo como lo haría la misma cantidad de precipitación que ocurrirá en un período corto de lluvia. (5)

#### 5.- Manejo Del Riego y Drenaje

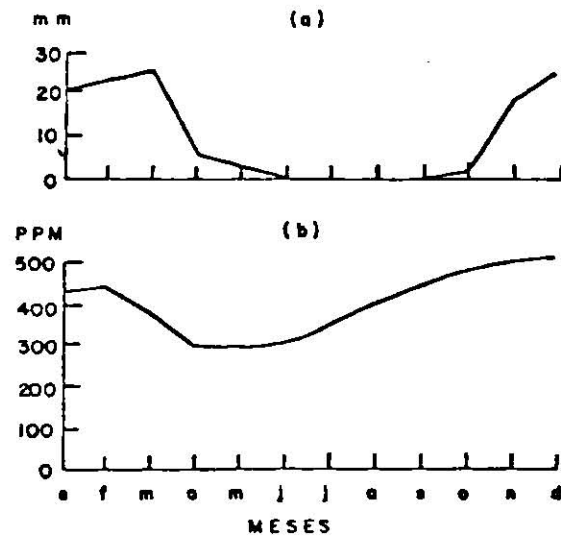
El método de riego influyen la acumulación de sales en el suelo y la planta. La aplicación de láminas de agua menores que el uso consultivo dará por resultados la acumulación de Sales en la Zona Radicular. Si se incrementa la lámina se lavarán las sales fuera de la zona radicular, y se podrá llegar a un equilibrio entre el contenido de Sales del agua y del Suelo. (5)

La falta de drenaje apropiado en una área con nivel freá

tico elevado dará lugar a la elevación capilar del agua incrementando la salinidad del suelo.

En agua relativamente salina aplicada por medio de surcos en un suelo permeable no tendrá efectos dañinos sobre el crecimiento de las plantas, mientras que la misma calidad de agua aplicada por aspersión puede reducir los rendimientos. (5)

En la siguiente gráfica se ilustra como influye el periodo de lluvias sobre la cantidad de sales en el contenido del agua en el río Tigris según cita.



Lamina promedio mensual precipitada (A) y las fluctuaciones mensuales del total de sales disueltas (B) del río Tigris en Bagdad (Dieleman et al 1963) .

Gráfica 2.



## Efecto de la calidad del Agua Sobre los Cultivos.

La calidad del agua se determina en cuanto a su contenido de sales y el tipo de estas, por lo general las sales que se analizan son las siguientes:

### Calcio

El contenido de Calcio lo toman las aguas por lo general de la disolución de la Calcita, Aragonita, Dolomita, Anhidrita y del yeso. En el caso de rocas igneas y metamofricas, los minerales que se encuentran en estas liberan Calcio como el Apatito, Wollastonita, Fluorita y otros minerales del grupo de los Feldespatos, Anfibolas y Piroxenos. (3,4)

El agua pura a 23° disuelve solo 5 ppm de Calcio pero si contiene  $\text{CO}_2$  o sales de Sodio y Potasio aumenta la solubilidad de cualquier componente asociado con el Calcio. Cuando el anión predominante en agua es el Sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ) y la concentración final del Calcio de las aguas en aguas saturadas de yeso puede existir concentraciones de Calcio hasta de --- 600ppm. La presencia de Calcio en el agua produce un efecto en el jabón pues al reaccionar con éste precipita formando - jabón cortado. Los iónes de Magnesio, Hierro, Manganeso, -- Bario, Cobre y Zinc producen efectos similares pero estos se presentan en el agua en forma de traza por eso es que para - clasificar la dureza del agua se toman más en cuenta el Calcio y Magnesio. (3)

La concentración de Calcio en agua potable normal fluctúa entre 10 y 100ppm estas concentraciones no le producen ningun mal al hombre ni a los animales pues se sabe que hasta 1,000ppm es inocua para la salud. (7)

### Magnesio

Las fuentes más comunes de Magnesio para el agua estan en las rocas igneas como lo son Biotita, Olivino, Bornblenda y Augita. Las sedimentarias como Dolomita. Y las metamor<sup>fi</sup>cas como la Serpentina, el Talco, el Diópsido y la Tremolita y algunas rocas calizas. (3)

La presencia de Magnesio la controla en parte el  $CO_2$ . -- Tanto el Cloruro como el Sulfato de Magnesio son muy solu---bles en el agua pudiendo encontrarse varios miles de partes por millón de Magnesio en equilibrio en presencia de loruro y Sulfato. Generalmente se encuentra más Magnesio que Cal---cio en las aguas naturales. La abundancia de Calcio con ---respecto a Magnesio es debido principalmente a que las plantas y animales asimilan el Calcio del agua para formar sus tejidos duros. (3)

### Sodio

El origen de ésta en las aguas se debe principalmente a la descomposición meteórica de los Feldespatos del grupo de las Plagioclasas. Aunque hay algunos minerales que aportan Sodio como es el caso de las Nefelinas, la Sodalita, la Stil

bita, Jadeita, Arfuedsonita, Glouconita y Erguita. El Sodio es difícil que precipite y solo ocurre cuando ha alcanzado el Cloruro de Sodio 264,000 ppm a 20°C que es su punto de saturación perteneciendo 105,000 ppm al Sodio. El agua natural varía en sus concentraciones de Sodio, en aguas de lluvia y nieve se presenta hasta 0.2 ppm y hasta 100,000 ppm en salmueras. (3)

### Potasio

Las fuentes de éste elemento se deben a la descomposición meteórica de Ortoclasas, Microclinas, Biotitas, Leucitas y Nefelinas de rocas igneas y metamofricas. El Potasio en el agua natural es menos abundante que el Sodio en el orden de diez veces menor uno que el otro y el Potasio es menos soluble, también lo anterior es debido a que cuando es liberado este se introduce en la estructura de las arcillas. La mayoría de las aguas potables contienen menos de 10 ppm encontrándose por lo general de 1.0 a 5.0 ppm.

### Carbonatos y Bicarbonatos

Para la valoración de la alcalinidad de las aguas que tienen pH mayor de 8.2 se utiliza la fenolftaleína como indicador de color, y para valores de pH menos de 4.5 se utiliza Naranja de Metilo, estos dos tipos se les denomina alcalinidad carbonatada y alcalinidad bicarbonatada. La mayoría de los iones Carbonato y Bicarbonato de las aguas se --

debe a la existencia de Dióxido de Carbono procedente de la atmósfera, del suelo y de la disolución de rocas carbonatadas. (3)

#### La acidez de las aguas

La llamada acidez mineralógica de un agua aparece cuando un pH es inferior a 4.5. La acidez de las aguas puede ser debido a factores muy diversos como presencia de ácido clorhídrico o sulfúrico en zonas de actividad volcánica, oxidación de depósitos de sulfuros, ácidos procedentes de la descomposición de materia orgánica vegetal etc. (3)

#### Sulfatos

Las rocas sedimentarias como arcillas orgánicas pueden proporcionar grandes cantidades de Sulfato mediante la oxidación de la Marcasita y de la Pirita. Una de las fuentes más abundantes de Sulfuro de Bihrógeno gaseoso la constituye la reducción bacteriana de la materia orgánica que se acumula en llanuras pantanosas. Casi todos los compuestos sulfatados se disuelven en el agua, el sulfato más común en la naturaleza es el Sulfato de Bario y el más soluble de los sulfatos es éste. Uno de los procesos naturales más eficientes en la movilización de sulfatos es la acción de las bacterias como en el caso de las sulfobacterias que utilizan los Sulfuros y los Sulfatos en su ciclo biológico. Estas bacterias hacen que el Sulfuro se encuentre disuelto en la solución --

del suelo listo para ser asimilado por las plantas. (3)

### Cloruros

Los Cloruros son constituyentes muy importantes en las aguas naturales. En las rocas ígneas y metamórficas como - las Sodalita y el Apatito contienen Cloruros que es su constituyente principal. También contienen Cloruros las Micas y Hornblendas. La mayor parte del Cloruro procede de cua--tro fuentes principales que son:

- 1.- Agua máxima de sedimentación atrapada en el interior de los sedimentos.
- 2.- La disolución de la sal común y de minerales afines de las Evaporitas.
- 3.- Concentración por evaporación de las aguas de lluvia y nieve.
- 4.- Disolución de partículas sólidas en la atmósfera en regiones ácidas. (3)

### Nitratos

La mayor parte del ión Nitrato proviene de fuentes orgánicas o breve elementos químicos. Algunas plantas como el - alfalfa y los guisantes tienen fauna bacteriana en los módu-los de las raíces que fija el Nitrógeno gaseoso de la atmós-fera. Pero estos Nitratos quedan unicamente a disposición -

de la planta. Los Nitratos son tan solubles que solo pueden ser movidos de las aguas naturales a través de la actividad orgánica o procesos de evaporación. (3)

#### Elementos menores y secundarios

Algunos de los elementos menores importantes a la agricultura son los que a continuación se nombran:

Bromuro.- Este es muy similar al Cloruro químicamente por lo general contiene 1ppm de Bromuro por cada 300 ppm de Cloruro, en concentraciones naturales no afecta la salud de plantas ni animales. (3)

El Boro: Es un elemento necesario para el crecimiento de las plantas pero puede ser nocivo si se encuentra en grandes cantidades. Los cítricos pueden ser afectados por concentraciones de Boro del orden de 0.5 ppm mientras que el alfalfa tolera hasta 10,000 ppm.(3)

Un micro elemento encontrado en la mayoría de las aguas de riego es el Boro aunque en bajas concentraciones. La más alta concentración de Boro en el mundo en agua corriente ocurre en Japón (1.3 a 1.5 ppm). Los síntomas más marcados de deficiencia de Boro es muerte de partes apicales en cualesquier cultivo, muerte de raíces y en leguminosas entrenudos cortos. Generalmente las monocotiledóneas requieren menos Boro que las dicotiledóneas. (8)

El Boro es perjudicial ligeramente arriba del óptimo o particularmente cítricos y nogales, y es perjudicial a la mayoría de cultivos y plantas a concentraciones 6.7 veces arriba del óptimo. (5, citado Allison)

#### Daño por Boro

En la tabla siguiente se clasifican las aguas de riego en base a la tolerancia de las plantas al Boro. El contenido de Boro que se encuentra en la parte superior de la columna se puede esperar que cause cierto daño a los cultivos más tolerantes y daños más serios a los cultivos sensibles del grupo. Probablemente todos los cultivos enlistados en la primer columna podrán ser irrigados con agua que contenga hasta 2 ppm de Boro sin daños severos. (5)

EEUA 1958).

Tolerantes	Semitolerantes	Sensitivas
4.0 ppm	2.0 ppm	1.0 ppm
Espárrago	Jirasol (Nativo)	Nogal
Palma	Papa	Pera
Palma datilera	Algodón (Pima)	Manzana
Remolacha Azucarera	Tomate	Cereza
Manglar	Chícharo	Ciruelo
Alfalfa	Rábano	Uva
Gladiola	Frijol Silvestre	Durazno
Cebolla	Olivo	Albaricoque
Nabo	Cebada	Naranja
Col	Trigo	Aguacate
Lechuga	Maíz	Limón
Zanahoria	Mijo	Toronja
2.0 ppm	Avena	0.3 ppm
	Calabaza	
	Pimienta	
	1.0 ppm	

Algunos factores que influyen en el ensalitramiento de -  
aguas y suelos son los siguientes. Los puntos más importan-  
tes en el ensalitramiento de los suelos son los siguientes:

(11)

Clasificación de suelos y aguas



- 1).- Efecto de la presencia de sales en el suelo y agua sobre los cultivos.
  - 2).- Tolerancia de los cultivos a diferentes concentraciones de iones.
  - 3).- Interacción entre el suelo, el agua y las sales.
  - 4).- Prevención del ensalitramiento de terrenos de riego.
  - 5).- Combate del ensalitramiento de terrenos de riego.
- 1.- Efecto de la presencia de sales en el suelo y agua sobre los cultivos.

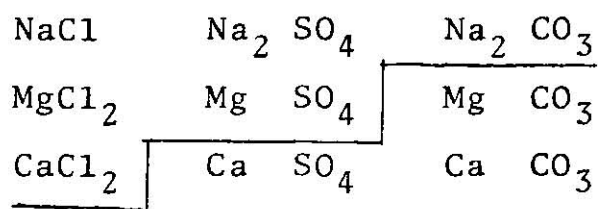
En general se define como problemas de ensalitramiento los debidos a la presencia de sales en el agua del suelo o en el suelo mismo (en la zona de desarrollo radicular) y que de una u otra forma disminuye la productividad de las tierras. Los efectos de las sales sobre las plantas se pueden clasificar de la siguiente manera. (6)

- a) Efectos directos sobre la planta. Estos se manifiestan del siguiente modo. Altas concentraciones de sales solubles en la solución del suelo que se traducen en altas presiones osmóticas que afectan el crecimiento de las plantas. Acumulación de ciertos iones en concentraciones tóxicas para los cultivos. (6)

b) Efectos indirectos sobre las plantas. Los más importantes son los siguientes: Sustitución de los iones Ca y Mg en el complejo de intercambio del suelo por el ión Na, con el consiguiente deterioro de la estructura del suelo, el que tiende a hacerse impermeable al paso del aire y agua, impidiendo de ésta forma el desarrollo normal de los cultivos. Además los suelos con alto contenido de sodio en el complejo de intercambio presentan una tendencia a formar costras -- que dificultan la emergencia de las plantas. Presencia de ciertos iones en concentraciones y proporciones tales que independientemente de los efectos señalados, alteran los procesos normales de absorción y nutrición de las plantas.

Las sales que dominan en las aguas son Cloruros, Sulfatos y Bicarbonatos, Sodio, Calcio y Magnesio y otros cationes de menor importancia.

Según Kostyakov (1961) clasifica así las sales



Las sales de arriba son las más tóxicas

Las de abajo de la línea son menos tóxicas por las propiedades de precipitación que poseen, influyendo poco en la

presión osmótica de las plantas. Para evaluar el peligro de salinidad de las aguas de riego debe considerarse la precipitación de los Carbonatos de Calcio y Magnesio así como los Sulfatos de Calcio. La salinidad total disminuída por estos conceptos ha sido denominada por Doneen (1959) "Salinidad efectiva" y da una evaluación más real de la calidad del agua por lo que respecta al peligro de altas presiones osmóticas. Los iones tóxicos son los que aunque se encuentren en pequeñas concentraciones afectan el crecimiento de las plantas. Los principales iones tóxicos son el Cloruro, el Sodio, los Bicarbonatos y el Boro. Los iones Cloruro y Sodio son tóxicos para cultivos tropicales y sensibles, se ha comprobado en Durazno, Ciruelo, Chabacano, Cítricos, --- Aguacate así como Vid, Fresa y Zarzamora (Allison 1966) los bicarbonatos son tóxicos para cultivos.

El principal efecto indirecto de las sales sobre los -- cultivos es debido a la sustitución del Calcio y Magnesio - por el Sodio en el complejo de intercambio del suelo. Debido a esto el suelo pierde su estructura y se manifiesta impermeable al agua e impide el desarrollo de los cultivos. - Las sales con menos solubilidad son Carbonato de Calcio y - Magnesio y Sulfato de Calcio, estos al precipitar modifican la estructura del suelo. Pero si en el suelo existen cantidades considerables de sales solubles, este sí floccula bien y no pierde sus características de permeabilidad (Arancy -- 1956 citado por Allison 1966). (6)

2.- Tolerancia de los cultivos a las sales.

La tolerancia de los cultivos a las sales se define como la capacidad de las plantas para resistir concentraciones de sales en la solución del suelo sin disminuir el rendimiento considerablemente.

3.- Interacción entre el suelo, el agua y las sales.

En muchas ocasiones la existencia de interacción entre los factores mencionados anteriormente se debe a efectos tales como temperatura como en el caso del  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  que disminuye su solubilidad al aumentar la temperatura arriba de  $20^\circ\text{C}$ , otro caso es la cantidad de iones en solución; ejemplo a medida que aumenta la cantidad de  $\text{NaCl}$  aumenta la solubilidad del  $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , también el caso de existencia de  $\text{CO}_2$  la solubilidad de los Carbonatos de Calcio y Magnesio crece al aumentar la cantidad de  $\text{CO}_2$ . (6)

4.- Prevención del salitramiento de terrenos agrícolas.

En la prevención de los problemas de ensalitramiento tanto a nivel de distrito como de parcela se distinguen las siguientes fases:

- a).- Pronóstico de la presentación probable del problema.
- b).- Análisis de causas y jerarquización por orden de importancia.

c).- Aplicación de medidas correctivas en el orden ya --  
establecido.

Para prevenir ensalitramientos se debe tomar en cuenta la fuente de donde provienen las sales, por ejemplo las que provienen de subseulo y/o aguas freáticas. Cuando un distrito de riego es nuevo aunque al principio el manto freático - este hondo con las pérdidas por filtración, con duración y sobre riego del agua en el canal, el nivel freático aumentará llegando en algunas ocasiones a ser muy elevado y al aplicarse el riego si el agua es muy salina no alcanzan a lixi--viarse las sales o las sales del manto freático se van hacia arriba y al bajar el manto freático las sales quedan cerca - de la superficie. (6)

Otro de los factores que hay que tener presente para evitar ensalitramiento es, la fuente de las sales, que en este caso la constituye el agua de riego. En este caso si no se asegura que el sobreriego atraviese y lave las capas superiores del suelo se tendrán problemas de sales en el suelo. Es muy importante que las aguas de sobreriego sean desalojadas fuera del distrito de riego en el que se efectúan, para que el lavado de sales sea efectivo cuando esto no se hace solo se logrará una distribución uniforme de las sales agrandándose los problemas más en las zonas topográficamente más bajas. (6)

Algunas formas de prevenir ensalitramientos son los siguientes:

- 1.- Construir drenes para filtraciones provenientes de presas o partes altas.
- 2.- Realizar campañas entre los usuarios para que aprovechen mejor el agua a nivel de parcela, con buena nivelación de éstas y haciendo buenos trazos del sistema de riego.
- 3.- Evitar todo lo posible pérdidas por filtración.
- 4.- Revestimiento de los canales donde se estima que se tendrán más pérdidas por filtración.
- 5.- Si no se tiene drenaje natural como en el caso de planicies costeras o partes cercanas al mar, cuencas cerradas etc. que se construya este. (6)

## MATERIALES Y METODOS

### 1.- Muestreo.

Para la evaluación de las aguas del área de estudio, Campo Agrícola Experimental Marín, N.L. perteneciente a la FAUA NL, se utilizaron los siguientes materiales: botes de plástico de un lto. de capacidad, etiquetas, vehículo de transporte y reactivos químicos y equipo de laboratorio para su análisis.

Los lugares muestreados incluyeron: El Río Marín, Aguas arriba y aguas abajo del arroyo el Saladito, la precha chica el Bordo, la presa grande y el depósito localizado en las Aulas Viejas.

El muestreo se realizó de la siguiente manera:

- a).- La cantidad mínima colectada fué de un Lto.
- b).- Se recomienda que las muestras se manejen en recipientes de plástico, debiendo enjuagarse con la misma agua que va a ser muestreada.
- d).- La muestra debe ser etiquetada, con la descripción siguiente:
  - 1.- Nombre y localización del sitio del muestreo.
  - 2.- La fecha en que fué tomada.

3.- Cultivo en que va a ser utilizada.

4.- Nombre de la persona que tomó la muestra.

d).- La muestra debe ser analizada lo más pronto posible --- cuando menos debe determinarse el pH y la CE. (12)

En el muestreo de Canales, Arroyos y Ríos, la muestra de be tomarse del agua en movimiento, unos centímetros abajo de la superficie. Con respecto a pozos profundos, estos de --- muestran cuando operan en condiciones normales, ó sea que -- las extracciones son aproximadamente iguales a las aportaciones del acuífero, considerando de importancia para la obtención de la muestra, que esta debe tomarse después de que se haya bombeado durante una hora por lo menos, para que la concentración de sales sea representativa. (12)

2.- Método de Análisis de Laboratorio.

Las principales determinaciones y métodos utilizados -- para el análisis de las aguas muestreadas, fueron las siguientes:

a).- Cantidad total de sales solubles (conductividad eléctrica), por medio del puente de Wheatstone, con celda de - pipeta.

b).- pH, por medio de un potenciómetro ó pH metro.

c).- Boro, por medio de un Espectro fotómetro ó Galvanómetro.



d).- La concentración de Sodio, se determinó por medio de diferencia entre la conductividad eléctrica (CE) con respecto a la concentración de Calcio mas Magnesio.

$$\text{Meq/Lto. Na} = \frac{\text{C.E.} \times 10^6}{100} - (\text{Ca} + \text{Mg}).$$

e).- La concentración de los cationes Calcio y Magnesio, se determinó por medio del vercenato (Etilendiamino-Tetracato de sodio ó Edta).

f).- La concentración de los aniones Carbonato y Bicarbonato, se determinó por titulación con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 0.01 normal.

g).- La concentración del anión Cloro, se obtuvo por medio de titulación con Nitrato de Plata.

h).- La concentración de anión Sulfato se determinó por medio de gravimetria como Sulfato de Bario ( $\text{Ba SO}_4$ ).

i).- La relación de Adsorción de Sodio (RAS) se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{RAS} = \text{Na}^+ \text{ Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}/2$$

En donde el Sodio, Calcio y Magnesio representan las concentraciones en Meq/Lto. de los iónes respectivos.

Boro

Para la determinación de Boro se utilizó el siguiente material:

1 Microbureta de .01 me.	Reactivos
1 pH metro	Azul de bromatimol (1 gr. /50 mls. de H <sub>2</sub> O)
1 Agitador	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.1 N
1 Probeta	Buffer pH-7 y pH-4
1 Parrilla eléctrica	NaOH 0.5 N y 0.023 N
	Manitol (Libre de oro)

### Procedimiento

250 mls de agua + 3 gotas de Azul de Bromatimol, acidificar con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N al vire del indicador ( 1 ml en exceso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) de azul pasa a amarillo, llevar a ebullición y agitar, se tapa, y se deja enfriar la muestra.

Estandarizar el pH metro con buffer pH=7 y pH=4

La muestra se lleva a pH=7 con Na O.H 0.1N, se agrega después 5 grs. de Manitol, agitar, el pH baja y subir a pH=7.1 con NaOH 0.023 N

### Cálculos

Mg/lto de Boro= (mlg gastados de NaOH desp. de manitol)

Mg/lto de Boro  $\frac{\text{(Mls gast. de NaOH desp. de Manitol - Mls gst en bco) N de NaOH X 10.820}}{\text{MLs de muestra (250)}}$

R E S U L T A D O S

Se obtuvieron un total de 133 muestras de agua, de las cuales 46 pertenecieron al río, 64 a las presas y 1 al tinaco.

El número de muestras por sitio se detalla a continuación.

	Lugar muestreado	Nº de muestras
Tabla # 1	Represa	23
Tabla # 2	Presa Grande	19
Tabla # 3	Presa Chica	23
Tabla # 4	Río Marín Agua Arriba del Arroyo el Saladito	23
Tabla # 5	Río Marín Agua Abajo del Arroyo el Saladito	23
Tabla # 6	Tinaco Aulas Viejas, Marín, N.L.	22
Tabla # 7	Datos Climatológicos, Marín, N.L.	
Fig. # 2	Gráfica de datos de cantidad de concentración de sales en el período del experimento.	

En la Tabla #7 se presentan los datos climatológicos que se presentaron en el transcurso del experimento.

Tabla # 1 Resultados del análisis del agua de la Represa perteneciente al Campo Agrícola Experimental - de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 1

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON																			
FACULTAD DE AGRONOMIA																			
ANALISIS DE AGUA																			
LOCALIDAD		MARIN, N L						SITIO						REPRESA				1978 - 79	
FECHA	D A T O S																		
	CE X 10 <sup>8</sup> a 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de cationes Meq/l	CO <sub>2</sub> Meq/l	HCO <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm		
JULIO 1	2600	7.6	13.7	12.3	0.0	26.0	0.0	2.5	18.75	4.75	26.0	23.7	18.75	0.0	0.0	0.0	0.0		
JULIO 15	1350	7.7	4.8	3.5	5.2	13.5	0.6	2.5	8.75	1.65	13.5	8.7	7.92	2.5	0.0	59.42	0.03		
AGOSTO 1	1500	7.3	6.2	3.6	5.2	15.0	0.6	1.9	5.95	6.50	15.0	5.9	2.70	2.3	0.0	87.39	0.03		
AGOSTO 15	1700	7.6	2.8	8.2	6.0	17.0	0.4	4.2	7.50	4.90	17.0	7.5	1.45	2.5	0.0	80.00	0.0		
AGOSTO 31	1300	7.4	5.0	3.0	5.0	13.0	0.0	1.9	5.35	5.75	13.0	5.3	2.48	2.5	0.0	93.45	0.0		
SEPT 15	1500	7.4	7.3	4.0	3.7	15.0	0.0	5.6	9.40	0.0	15.0	9.4	9.40	1.5	0.0	39.36	0.0		
SEPT 29	1600	7.5	7.4	4.2	4.4	16.0	0.4	5.7	9.20	0.70	16.0	9.3	8.85	1.8	0.0	47.31	0.0		
OCT 16	1650	7.6	5.9	5.3	5.3	16.5	0.1	5.6	10.80	0.0	16.5	10.8	10.80	2.3	0.0	49.07	0.0		
OCT 31	1500	7.4	8.0	4.0	3.0	18.0	2.0	4.1	6.80	2.10	18.0	6.8	5.75	1.2	0.0	44.10	0.0		
NOV 17	1480	7.0	8.8	3.2	8.5	14.5	0.0	6.0	6.65	1.85	14.5	6.6	5.75	1.0	0.0	37.59	0.0		
DIC 14	1400	8.3	7.8	4.5	1.8	14.0	0.0	5.4	4.65	3.95	14.0	4.6	2.68	0.6	0.0	34.40	0.0		
ENERO 3	1360	7.8	7.0	6.0	0.6	13.6	0.4	5.0	5.40	2.80	13.6	5.4	4.10	0.2	0.0	13.63	0.0		
ENERO 16	1400	8.6	8.1	3.4	2.5	14.0	0.4	4.4	4.60	4.60	14.0	4.6	2.30	1.0	0.0	54.30	0.0		
FEB 1	1400	8.1	8.6	2.5	2.9	14.0	0.4	4.7	5.50	3.35	14.0	5.5	3.83	1.2	0.0	52.72	0.0		
FEB 19	1800	7.9	8.5	4.9	4.6	18.0	0.0	5.4	5.45	7.15	18.0	5.4	8.88	1.7	0.0	84.40	0.0		
MAR 1	1500	8.2	6.7	4.6	3.7	15.0	0.4	3.7	5.05	5.85	15.0	5.0	2.13	1.5	0.0	73.26	0.0		
MAR 15	1500	7.9	6.8	2.2	6.0	15.0	0.8	3.8	5.30	5.10	15.0	5.3	2.75	2.8	0.0	100.00	0.0		
ABRIL 5	1300	8.5	7.2	2.9	2.9	13.0	8.8	3.4	5.75	3.05	13.0	5.7	4.18	1.2	0.0	15.40	0.0		
ABRIL 24	1250	8.4	5.1	4.3	3.1	12.5	0.6	3.1	5.55	3.25	12.5	3.5	3.93	1.4	0.0	37.32	0.0		
MAYO 3	1250	8.5	3.5	5.4	3.6	12.5	0.4	3.3	5.50	3.30	12.5	5.5	3.85	1.2	0.0	47.20	0.0		
MAYO 17	1350	8.3	7.0	2.6	3.9	13.5	0.8	3.1	5.85	3.75	13.5	5.8	3.98	1.7	0.0	66.60	0.0		
MAYO 30	1300	8.2	4.3	6.1	2.6	13.0	1.2	1.2	3.95	6.65	13.0	3.9	0.62	1.1	0.0	65.80	0.0		
JUNO 21	1200	7.8	5.2	4.6	2.2	12.0	0.6	2.4	6.30	2.70	12.0	6.3	4.95	1.0	0.0	34.92	0.0		

Tabla # 2 Resultados del análisis del agua de la Presa - Grande perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 2

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON FACULTAD DE AGRONOMIA																			
ANALISIS DE AGUA																			
LOCALIDAD		MARIN, N L						SITIO						PRESA GRANDE				1978 - 79	
FECHA	D A T O S																		
	CE X 10 <sup>3</sup> a 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de sulfatos Meq/l	CO <sub>3</sub> Meq/l	HCO <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de sulfatos Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CBR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm		
JULIO 1																			
JULIO 15																			
AGOSTO 1																			
AGOSTO 15																			
AGOSTO 31	1100	77	4.1	2.8	4.1	11.0	0.0	1.6	4.85	4.55	11.0	4.85	2.58		0.0	84.53	0.01		
SEPT. 15	1000	73	4.5	1.9	3.6	10.0	0.0	1.9	8.10	0.00	10.0	8.10	8.10	2.0	0.0	44.40	0.02		
SEPT. 29	1100	74	5.1	2.1	3.8	11.0	0.2	3.4	7.30	0.10	11.0	7.30	7.25	2.0	0.0	52.05	0.07		
OCT. 18	1200	75	4.6	3.1	4.3	12.0	0.5	3.8	7.70	0.00	12.0	7.70	7.70	2.1	0.0	55.83	0.07		
OCT. 31	1200	78	5.4	2.6	4.0	12.0	2.2	0.6	5.65	3.55	12.0	5.65	4.88	2.0	0.0	70.80	0.07		
NOV. 17	1050	68	5.3	3.2	2.0	10.8	0.0	2.8	5.15	2.88	10.8	5.15	3.93	0.9	0.0	38.83	0.00		
DIC. 14	1000	84	5.7	3.3	1.0	10.0	0.0	2.9	5.40	1.70	10.0	5.40	4.56	0.4	0.0	18.50	0.00		
ENERO 3	1100	80	4.6	4.3	1.1	11.0	6.8	1.7	5.25	3.25	11.0	5.25	3.83	0.4	0.0	20.95	0.00		
ENERO 18	1100	87	4.8	6.0	0.2	11.0	0.4	2.3	6.35	1.95	11.0	1.95	5.38	0.0	0.0	10.25	0.00		
FEB. 1	1150	80	6.8	3.3	1.4	11.5	0.2	3.2	5.45	2.65	11.5	4.45	4.10	6.6	0.0	31.46	0.00		
FEB. 19	1250	78	6.5	5.9	0.1	12.5	0.0	3.0	5.65	3.95	12.5	5.55	3.68	0.0	0.0	1.80	0.00		
MAR. 1	1200	8.1	4.5	4.5	3.0	12.0	0.0	3.0	5.25	3.75	12.0	5.25	3.38	1.4	0.0	57.14	0.00		
MAR. 18	1200	85	4.2	3.7	4.1	12.0	0.4	2.9	5.15	3.55	12.0	5.15	3.30	2.0	0.0	79.61	0.00		
ABRIL 5	1000	84	6.2	1.1	2.7	10.0	0.2	2.6	5.15	2.50	10.0	4.70	3.90	1.4	0.0	57.44	0.00		
ABRIL 24	1000	86	5.2	2.2	2.6	10.0	0.2	1.7	5.20	2.90	10.0	5.20	3.75	3.3	0.0	50.00	0.00		
MAYO 3	1100	87	3.6	2.9	4.5	11.0	0.2	1.8	4.80	4.20	11.0	4.80	2.70	2.5	0.0	93.70	0.00		
MAYO 17	1150	82	3.0	4.1	4.4	11.5	0.4	1.1	5.00	5.00	11.5	5.00	2.50	2.3	0.0	88.00	0.00		
MAYO 30	1100	87	4.4	2.4	4.2	11.0	0.2	1.4	4.45	4.95	11.0	4.45	1.97	2.3	0.0	94.30	0.00		
JUNIO 21	850	79	2.7	3.5	2.3	8.5	0.0	1.8	5.30	1.40	8.5	5.30	4.66	1.3	0.0	43.39	0.00		

Tabla # 3 Resultados del análisis de agua de la Presa Chica perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 3

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON																		
FACULTAD DE AGRONOMIA																		
ANALISIS DE AGUA																		
LOCALIDAD <u>MARIN, N.L.</u> SITIO <u>PRESA CHICA</u> 1978-79																		
FECHA	D A T O S																	
	CE x 10 <sup>6</sup> @ 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de cationes Meq/l	CO <sub>3</sub> Meq/l	HCO <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm	
JULIO 1	2500	6.8	7.7	6.3	11.0	25.0	0.4	2.7	10.9	11.0	25.0	10.9	16.4	3.1	0.0	100.0	0.0	
JULIO 15	1750	7.3	6.6	5.5	8.4	17.5	0.0	1.7	8.6	7.1	17.5	8.6	5.0	2.3	0.0	62.4	0.0	
AGOSTO 1	2900	6.9	13.9	8.3	7.8	29.0	0.4	1.5	12.6	14.5	29.0	12.6	5.3	2.3	0.0	61.9	0.0	
AGOSTO 15	6000	7.6	39.0	14.4	6.6	60.0	0.4	2.7	31.8	25.0	60.0	27.0	30.2	1.2	0.0	20.7	0.2	
AGOSTO 31	2050	7.1	16.0	4.4	0.1	20.5	0.0	1.4	4.0	15.0	20.5	4.0	0.0	0.3	0.0	2.4	0.0	
SEPT. 15	2050	7.1	10.2	5.3	4.6	20.5	0.0	3.5	17.0	0.0	20.5	17.0	17.0	1.6	0.0	27.0	0.0	
SEPT. 29	2100	7.3	9.2	7.5	4.5	21.0	0.1	5.1	16.6	1.2	21.0	16.7	16.0	1.5	0.0	26.9	0.0	
OCT. 16	2800	6.9	7.7	7.9	12.4	28.0	0.4	3.6	24.0	0.0	28.0	24.0	24.0	4.5	0.0	51.6	0.0	
OCT. 31	2100	7.2	9.1	6.8	5.5	21.0	1.0	2.9	11.7	5.3	21.0	11.7	8.0	1.8	0.0	45.1	0.0	
NOV. 17	1800	7.3	7.5	4.9	5.8	18.0	0.0	4.1	6.9	6.9	18.0	6.9	3.4	2.2	0.0	80.5	0.0	
DIC. 14	1700	8.2	7.2	8.2	1.6	17.0	0.0	4.5	6.1	4.3	17.0	6.1	5.9	0.5	0.0	19.8	0.0	
ENERO 3	1800	7.7	8.8	9.0	0.2	18.0	0.6	1.5	9.0	3.9	18.0	9.0	7.2	0.0	0.0	2.2	0.0	
ENERO 16	2000	8.6	8.5	9.9	1.6	20.0	0.8	2.8	9.7	6.6	20.0	9.7	6.4	0.5	0.0	16.4	0.0	
FEB. 1	2050	8.1	10.3	7.0	3.2	20.5	0.3	3.8	10.4	5.6	20.5	11.7	7.6	1.0	0.0	27.2	0.0	
FEB. 19	2200	7.5	10.7	7.3	4.0	22.0	0.0	3.1	10.5	8.3	22.0	0.5	6.3	1.3	0.0	37.9	0.0	
MAR. 1	2300	8.0	7.5	9.2	6.3	23.0	0.4	2.5	10.5	9.5	23.0	10.5	5.7	2.1	0.0	59.7	0.0	
MAR. 15	2400	7.8	8.5	7.2	8.3	24.0	0.2	2.0	9.9	11.8	24.0	9.9	4.0	2.9	0.0	63.4	0.0	
ABRIL 9	1850	8.6	6.6	7.8	4.1	18.5	0.1	1.8	10.2	6.3	18.5	10.2	7.1	1.5	0.0	40.4	0.0	
ABRIL 24	1500	8.3	6.0	4.7	4.3	15.0	0.6	1.6	7.2	5.5	15.0	7.2	4.4	1.7	0.0	59.3	0.0	
MAYO 3	1600	8.2	3.6	6.6	5.8	16.0	0.6	1.0	7.3	7.1	16.0	7.3	3.7	2.5	0.0	79.4	0.0	
MAYO 17	1750	8.3	7.0	3.6	6.9	17.5	0.6	0.5	8.5	7.8	17.5	8.5	4.6	2.9	0.0	80.7	0.0	
MAYO 30	1400	8.3	4.5	4.7	4.8	14.0	0.2	1.6	2.6	9.6	14.0	2.6	0.0	2.2	0.0	100.0	0.0	
JUNIO 21	1700	7.8	5.1	6.1	5.8	17.0	0.6	0.9	8.9	6.6	17.0	8.9	5.6	2.5	0.0	65.4	0.0	

Tabla # 4 Resultados del análisis de agua de Rio Aguas Arriba del Salado perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 4

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON																	
FACULTAD DE AGRONOMIA																	
ANALISIS DE AGUA																	
LOCALIDAD <u>MARIN, N.L.</u> SITIO <u>RIO AGUAS ARRIBA DEL SALADO</u> 1978-79																	
FECHA	D A T O S																
	CE X 10 <sup>3</sup> a 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de cationes Meq/l	CO <sub>3</sub> Meq/l	HCO <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm
JULIO 1	3600	7.3	13.5	13.2	9.3	36.0	0.6	1.5	13.5	20.4	36.0	13.5	23.7	2.5	0.0	68.8	0.0
JULIO 15	3800	7.5	4.6	28.0	5.4	38.0	0.3	2.5	21.3	13.9	38.0	21.3	13.3	2.1	0.0	39.4	0.0
AGOSTO 1	300	7.6	2.1	0.9	0.0	3.0	0.6	0.6	1.2	0.4	3.0	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGOSTO 15	1500	7.9	5.2	3.4	1.4	15.0	0.8	1.7	3.7	8.8	15.0	3.7	0.0	0.5	0.0	37.8	0.0
AGOSTO 31	225	7.9	1.5	0.7	0.05	2.2	0.0	1.5	0.6	0.0	2.2	0.7	0.6	0.0	0.0	6.6	0.0
SEPT. 15	1000	7.7	5.7	3.2	1.1	10.0	0.0	3.8	6.2	0.0	10.0	6.2	6.2	0.5	0.0	17.7	0.0
SEPT. 29	1300	7.6	6.4	4.3	2.3	13.0	0.3	4.3	7.7	0.7	13.0	7.7	7.3	0.9	0.0	29.8	0.0
OCT. 18	1400	7.3	4.7	6.1	3.2	14.0	0.1	3.2	10.6	0.0	14.0	10.6	10.6	1.3	0.0	30.1	0.0
OCT. 31	1300	7.6	6.4	4.4	2.2	13.0	2.0	1.9	6.6	2.5	13.0	6.6	5.3	0.9	0.0	33.7	0.0
NOV. 17	1400	7.8	6.8	4.6	2.6	14.0	0.0	3.8	6.8	3.6	14.0	6.5	4.7	1.0	0.0	39.6	0.0
DIC. 14	1350	8.3	7.1	5.1	1.3	13.5	0.1	4.2	6.0	3.3	13.5	6.0	4.3	0.5	0.0	21.6	0.0
ENERO 3	1340	7.6	6.2	5.5	1.7	13.4	0.0	4.0	6.5	2.8	13.4	6.5	5.1	0.6	0.0	25.9	0.0
ENERO 16	1400	8.5	6.0	7.6	0.4	14.0	0.4	3.3	6.3	3.9	14.0	3.9	4.3	0.1	0.0	10.12	0.0
FEB. 1	1550	7.9	8.7	5.5	1.3	15.5	0.4	3.8	7.5	3.7	15.5	7.5	5.6	0.4	0.0	17.4	0.0
FEB. 19	2050	7.9	8.0	9.5	3.0	20.5	0.1	4.3	7.8	8.4	20.5	7.9	3.6	1.0	0.0	37.9	0.0
MAR. 1	1650	8.0	5.9	7.8	2.8	16.5	0.0	3.9	8.2	4.3	16.5	8.2	6.0	1.0	0.0	33.9	0.0
MAR. 15	1750	8.3	5.7	6.5	5.3	17.5	0.8	3.6	7.8	4.8	17.5	8.3	5.4	2.1	0.0	63.8	0.0
ABRIL 5	1600	8.3	7.3	5.9	2.8	16.0	0.4	2.9	8.85	3.85	16.0	8.8	6.9	1.0	0.0	31.6	0.0
ABRIL 24	1800	8.2	7.0	7.0	4.0	18.0	0.4	2.8	9.6	5.1	18.0	9.6	6.0	1.5	0.0	41.4	0.0
MAYO 3	2500	8.4	6.8	12.1	6.1	25.0	0.4	3.2	13.6	7.7	25.0	13.6	9.7	1.8	0.0	44.6	0.0
MAYO 17	2700	8.0	7.3	14.5	5.2	27.0	0.6	2.6	14.6	9.1	27.0	14.6	10.0	1.6	0.0	35.5	0.0
MAYO 30	3000	8.1	13.6	12.1	4.3	30.0	1.0	3.4	4.8	20.8	30.0	4.8	0.0	1.2	0.0	89.5	0.0
JUNIO 21	1150	7.5	4.4	6.0	1.1	11.5	0.5	3.1	6.8	1.4	11.5	6.8	6.1	0.5	0.0	16.0	0.0

Tabla # 5 Resultados del análisis de agua de Rio Aguas Abajo del Salado perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON																		
FACULTAD DE AGRONOMIA																		
ANALISIS DE AGUA																		
LOCALIDAD <u>MARIN, N.L.</u> SITIO <u>RIO AGUAS ABAJO DEL SALADO 1978-79</u>																		
FECHA	D A T O S																	
	CE X 10 <sup>6</sup> a 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de cationes Meq/l	CO <sub>3</sub> Meq/l	H <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm	
JULIO 1	3600	72	9.4	21.8	4.8	36.0	0.0	4.0	12.5	19.4	36.0	12.5	22.2	1.2	0.0	37.6	0.0	
JULIO 15	4000	7.5	3.6	25.1	11.3	40.0	0.6	2.5	22.2	14.7	40.0	24.2	15.8	2.1	0.0	34.2	0.0	
AGOSTO 1	300	7.7	2.3	0.6	0.1	3.0	0.6	0.8	0.9	0.6	3.0	0.9	0.6	0.0	0.0	10.8	0.0	
AGOSTO 15	1700	7.6	5.5	9.0	2.5	17.0	0.2	2.1	4.2	10.4	17.0	4.2	0.9	0.9	0.0	58.8	0.0	
AGOSTO 31	250	7.7	2.7	0.8	0.0	2.5	0.0	2.0	0.5	0.0	2.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
SEPT. 15	1000	7.5	5.7	3.5	0.8	10.0	0.0	3.8	6.2	0.0	10.0	6.2	6.2	0.3	0.0	12.9	0.0	
SEPT. 29	1300	7.6	6.8	4.0	2.2	13.0	0.3	4.5	7.7	0.5	13.0	7.7	6.4	0.9	0.0	28.5	0.0	
OCT. 16	1500	6.8	5.6	4.8	4.6	15.0	0.2	3.5	11.3	0.0	15.0	11.3	11.3	2.0	0.0	40.7	0.0	
OCT. 31	1400	7.6	6.9	4.8	2.3	14.0	1.4	1.7	6.8	4.0	14.0	6.8	4.8	0.9	0.0	33.5	0.0	
NOV. 17	1500	7.1	6.9	5.7	2.4	15.0	0.0	3.9	7.9	3.1	15.0	7.9	6.4	0.9	0.0	30.1	0.0	
DIC. 14	1300	8.2	11.4	0.6	1.0	13.0	0.0	4.3	6.6	2.1	13.0	6.6	5.5	0.4	0.0	15.1	0.0	
ENERO 3	1400	7.7	6.1	7.9	0.0	14.0	0.0	3.9	6.6	3.5	14.0	6.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
ENERO 16	1400	8.5	10.3	3.9	0.1	14.0	0.2	3.5	6.4	3.8	14.0	6.4	4.5	0.0	0.0	1.5	0.0	
FEB. 1	1600	8.0	9.2	5.1	1.7	16.0	0.2	3.8	8.3	3.6	16.0	8.3	6.4	0.6	0.0	20.48	0.0	
FEB. 19	2200	7.7	8.4	8.8	4.8	22.0	0.0	4.1	8.5	9.4	22.0	8.5	3.8	1.6	0.0	56.47	0.0	
MAR. 1	1700	8.0	6.9	7.9	2.2	17.0	0.0	4.1	8.7	4.1	17.0	8.7	6.6	0.8	0.0	25.14	0.0	
MAR. 15	1750	7.9	6.7	5.9	4.9	17.5	0.6	3.6	7.8	5.0	17.5	10.3	5.3	1.9	0.0	47.5	0.0	
ABRIL 5	1650	8.5	7.9	6.1	2.5	16.5	0.4	3.6	9.5	3.0	16.5	9.5	8.0	0.9	0.0	26.3	0.0	
ABRIL 24	1950	8.1	8.1	8.1	3.3	19.5	0.4	2.8	11.0	5.2	19.5	10.5	8.4	1.1	0.0	31.2	0.0	
MAYO 3	2500	8.3	8.4	13.5	3.1	25.0	0.6	3.0	14.6	6.7	25.0	14.6	11.2	0.9	0.0	21.1	0.0	
MAYO 17	2700	8.2	10.4	11.5	5.1	27.0	0.6	3.1	15.6	7.6	27.0	15.6	11.8	1.5	0.0	33.8	0.0	
MAYO 30	2800	8.4	11.7	13.5	2.8	28.0	1.0	3.7	4.9	18.4	28.0	4.9	0.0	0.8	0.0	57.1	0.0	
JUNIO 21	1250	7.4	4.7	6.1	1.7	12.5	0.5	2.7	6.5	2.7	12.5	6.5	5.1	0.7	0.0	26.1	0.0	



Tabla # 6 Resultados del análisis de agua Tinaco Aulas Viejas perteneciente al Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L. de la Facultad de -- Agronomía de la U.A.N.L.

TABLA # 6

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON																	
FACULTAD DE AGRONOMIA																	
ANALISIS DE AGUA																	
LOCALIDAD		MARIN, N. L.										SITIO		TINACO AULAS VIEJAS - 1978-79			
FECHA	D A T O S																
	CE X 10 <sup>6</sup> a 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Σ de cationes Meq/l	CO <sub>3</sub> Meq/l	HCO <sub>3</sub> Meq/l	Cl Meq/l	SO <sub>4</sub> Meq/l	Σ de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm
JULIO 1	1000	7.4	6.8	2.5	0.7	10.0	0.6	3.4	6.0	0.0	10.0	5.6	6.6	0.3	0.0	12.50	0.0
JULIO 15	850	7.5	5.4	3.1	0.0	8.5	1.2	3.1	2.5	1.7	8.5	4.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
AGOSTO 1	1000	7.4	6.7	2.6	0.7	10.0	1.1	2.7	2.6	3.5	10.0	2.6	0.8	0.3	0.0	26.40	0.0
AGOSTO 15	1050	7.6	6.2	3.7	0.6	10.5	0.8	3.7	2.9	3.1	10.5	2.9	1.2	0.2	0.0	20.60	0.0
AGOSTO 31																	
SEPT 15	900	7.2	6.6	2.4	0.0	9.0	0.0	6.2	2.8	0.0	9.0	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
SEPT. 29	950	7.2	6.1	2.4	1.0	9.5	0.7	7.1	1.7	0.0	9.5	1.7	1.7	0.4	0.0	58.82	0.0
OCT. 18	1100	6.7	6.2	4.4	0.4	11.0	0.0	5.9	5.1	0.0	11.0	5.1	5.1	0.0	0.0	7.84	0.0
OCT. 31	950	6.7	7.2	2.3	0.0	9.5	0.0	6.3	3.1	0.1	9.5	3.1	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NOV. 17	850	6.9	6.8	1.8	0.1	8.5	0.0	3.8	2.2	2.4	8.5	2.2	1.0	0.0	0.0	4.44	0.0
DIC. 14	850	7.6	6.7	1.8	0.0	8.5	0.0	5.7	2.8	0.0	8.5	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
ENERO 3	800	7.4	5.9	1.1	1.0	8.0	0.0	5.0	2.7	0.2	8.0	2.7	2.6	0.5	0.0	36.36	0.0
ENERO 18	850	7.6	6.0	2.2	0.3	8.5	0.0	5.5	2.5	0.4	8.5	2.5	2.3	0.1	0.0	12.00	0.0
FEB. 1	800	7.1	7.7	0.3	0.0	8.0	0.0	5.2	2.6	0.2	8.0	2.6	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
FEB. 19	850	7.5	6.9	1.6	0.0	8.5	0.0	3.3	2.0	0.1	8.5	2.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
MAR. 1	900	7.7	6.6	2.4	0.0	9.0	0.0	6.1	2.5	0.4	9.0	2.5	2.3	0.0	0.0	7.0	0.0
MAR. 15	850	7.5	6.8	1.6	0.1	8.5	0.0	5.5	2.4	0.5	8.5	2.4	2.1	0.0	0.0	4.00	0.0
ABRIL 6	750	7.2	6.0	1.5	0.0	7.5	0.2	6.0	1.3	0.1	7.5	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
ABRIL 24	680	7.6	6.1	0.7	0.0	6.8	0.6	4.7	1.5	0.0	6.8	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
MAYO 3	775	7.6	5.2	2.5	0.0	7.7	0.2	5.8	1.5	0.2	7.7	1.5	1.3	0.2	0.0	33.30	0.0
MAYO 17	800	7.7	5.9	2.0	0.1	8.0	1.0	4.9	2.0	0.0	8.0	2.0	2.0	0.0	0.0	4.80	0.0
MAYO 30	800	7.3	4.5	1.4	2.1	8.0	0.6	3.2	4.2	0.0	8.0	4.2	4.2	1.2	0.0	50.00	0.0
JUNIO 21	725	6.8	6.0	1.2	0.0	7.2	1.0	3.5	1.7	0.0	7.2	2.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0

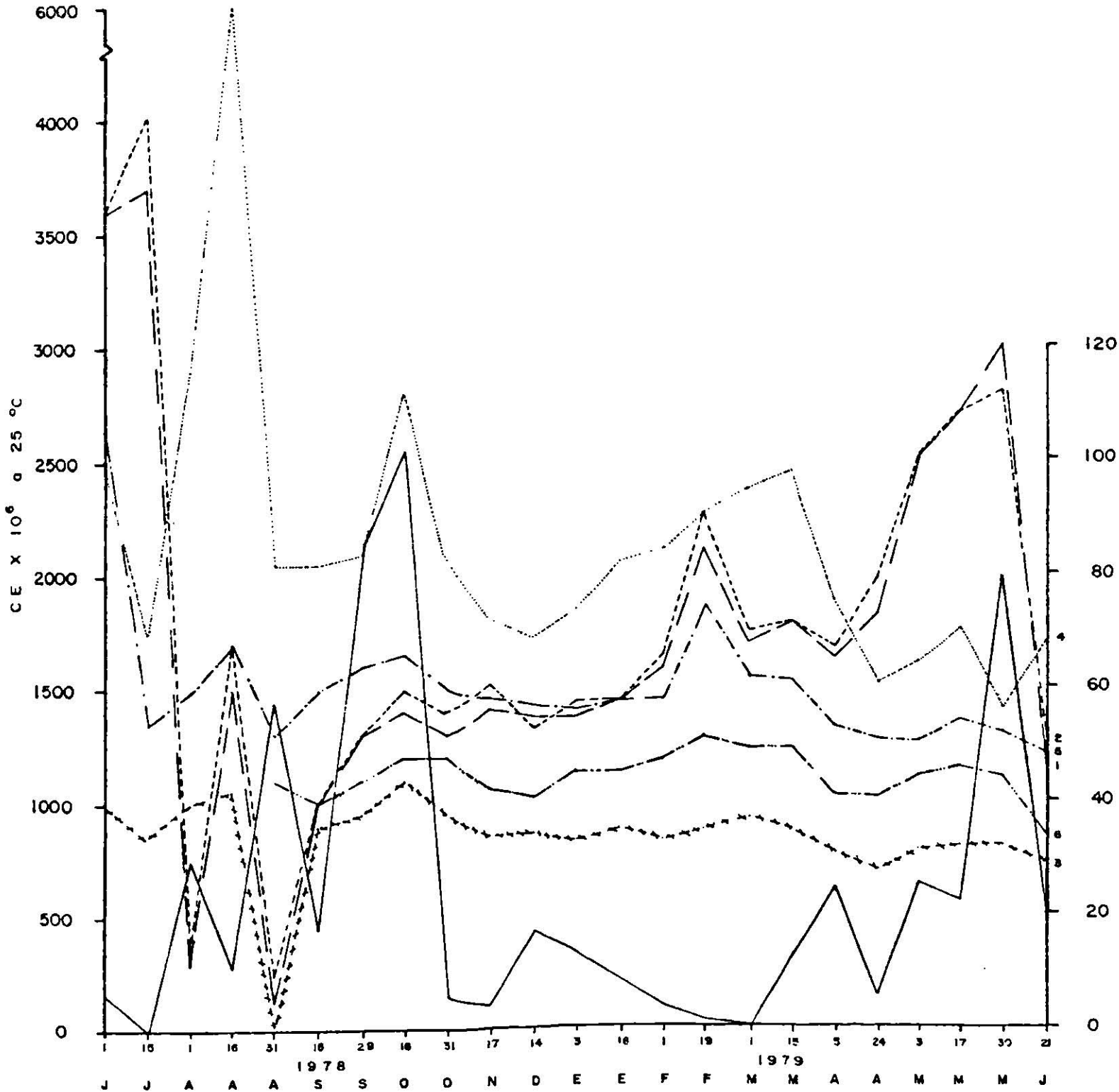
TABLA 7 DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACION DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE MARIN, N L. DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

MES	Temp. Min. ( °C )	Temp. Max. ( °C )	p.p. Total ( m m )	p.p. Maxima ( m m )	dia de p.p. Maxima
1978					
JULIO	23	40	30.3	17	31
AGOSTO	20	40	69.0	52	30
SEPTIEMBRE	16	39	118.9	52	23
OCTUBRE	10	30	108.1	51	5
NOVIEMBRE	7	28	21.6	4	21
DICIEMBRE	4	31	6.8	5.8	29
1979					
ENERO	8	25	4.7	2.8	27
FEBRERO	-4	35	1.1	1.1	17
MARZO	7	34	36.0	21.0	16
ABRIL	10	40	30.5	25.0	30
MAYO	11	42.5	94.0	68.0	30
JUNIO	15	38	19.75	6.0	2

ALTITUD 367.3

LATITUD 25° 53'

LONGITUD 100° 03'



- 1. - Rio Marin, Aguas arriba del arroyo El Saladito.
- 2. - Rio Marin, Aguas abajo del arroyo El Saladito.
- 3. - Tinaco aguas viejas .
- 4. - Presa chica .
- 5. - Bordo .
- 6. - Presa grande .

La línea continua indica la cantidad de precipitación.

FIG. #1

VARIACION DE LA CONCENTRACION DE SALES EN EL AGUA DE ACUERDO A LOS REGISTROS DE PRECIPITACION .

## D I S C U S I O N

### Contenido total de sales solubles

Se sabe que la cantidad de sales solubles presentes en un agua de riego afectan el desarrollo y rendimiento de los cultivos. El parámetro que se usa para estimar el contenido de sales en el agua de riego es la conductividad eléctrica -  $(\text{CEX}10^6)$  de la misma a este respecto se analizan los resultados de las muestras en cada uno de los sitios.

### Represa

De acuerdo con los datos reportados en la Tabla 1 la conductividad Eléctrica en este sitio varió de 1,200 micromhos en Junio 21 de 1979, a 2,600 en Julio 1º de 1978. El promedio de los valores reportados a lo largo de la duración del trabajo da como resultado un  $\text{CEX}10^6$  de 1485, lo cual hace -- que esta agua se clasifique como  $C_3$  (agua altamente salina). Sin embargo, no se puede tomar este promedio como indicador de la calidad del agua, debido a las variaciones que se presentan de acuerdo a las condiciones climatológicas que prevalezcan al momento del muestreo.

En el caso de la represa se puede considerar que las condiciones meteorológicas no tuvieron efecto significativo sobre el contenido de sales del agua de la represa ya que ésta permaneció como agua altamente salina ( $C_3$ ) en todo el período.

do del presente trabajo, a pesar que las condiciones de pre- cipitación y temperatura variaron considerablemente.

En Septiembre y Octubre de 1978 se presentaron las pre- cipitaciones más altas 118.9 y 108.1 milímetros respectivamente, sin embargo, no se observó ningún efecto sobre el contenido de sales ni al momento de la precipitación ni en los -- meses posteriores. Con respecto a la temperatura, tampoco se observó un efecto significativo sobre la calidad del agua de éste sitio de muestreo, ya que los meses en que se reportaron las temperaturas más altas no hubo variación en el con- tenido de sales del agua.

#### Presas Grande

De las 19 muestras extraídas de la presa el 100% se clasificó como  $C_3$  con un promedio de 1,095 micromhos por cm. a 25°C, no se registró ningún efecto significativo de la pre- cipitación ni de la temperatura sobre la calidad del agua.

#### Presas Chica

Del total de muestras que fueron 23, 17 de estas se clasifican como  $C_3$  lo cual corresponde aun 73.9% con un promedio de 1,905 micromhos/cm a 25°C el restante 26.1% pertenece a  $C_4$  estando estas muestras distribuidas a través de todo el año.

#### Río Marín

De las 46 muestras que se hicieron en el río solo dos reportan valores correspondientes a la clasificación  $C_1$  (bajo contenido de sales) uno aguas arriba y otro aguas abajo del arroyo el Saladito, estos resultados fueron debidos a la alta precipitación al momento del muestreo y solo dos muestras se clasificaron como  $C_2$  que es de 250 a 750 micromhos/cm a  $25^{\circ}\text{C}$ , en ambos casos la escasa cantidad de sales en el agua fué debido posiblemente a la dilución de las sales ya que el río presentó un alto volumen de escurrimiento superficial.

El 69.5% de las muestras del río pertenecen a la clase  $C_3$  (750 a 2,250 micromhos/cm a  $25^{\circ}\text{C}$ ). Estas aguas necesitan prácticas especiales para controlar la salinidad, el resto, 21.7%, corresponde a aguas con clasificación  $C_4$ , agua muy altamente salina e inadecuada para riego, en las muestras de Mayo y Julio fué cuando se presentó esta condición, en estas fechas es cuando se presentaron temperaturas más altas y la evaporación es más intensa, en Agosto disminuyó la cantidad de sales debido a la lluvia que se presentó en este mes. De Septiembre del 78 al mes de Abril del 79 se presentó con clasificación  $C_3$  de manera constante con un promedio de 1,540 micromhos/cm a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Tinaco (Aulas Viejas Marín, N.L.)

De las muestras tomadas de este el 13.7% correspondieron

a  $C_2$  el 86.3% restante se manifestó con  $C_3$  con un promedio de 945, se debe tener cuidado con la aplicación de estas aguas al riego, estas aguas tienen más baja concentración de sales debido probablemente a que es agua subterránea y al percolarse el agua cierta cantidad de sales queda en el suelo al filtrarse el agua por éste.

Estas al contrario que las aguas superficiales presentan disminución de sales en la época de temperaturas más altas.

Respecto a la Fig. 1 en la cual se reporta la variación de la concentración de sales de acuerdo a los registros de precipitación, denotaremos que en todos los casos al aumentar la precipitación disminuye la concentración de sales, lo anterior no concuerda con lo reportado en la literatura revisada según Gráfica # 2 en un trabajo realizado en el año 1973 en el río Tigris en Bagdad, en el cual la concentración de sales aumentó en la época en que se presentaron las precipitaciones más altas.

#### Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

Sabiendo la cantidad de Sodio, Calcio y Magnesio que existe en el agua muestreada se sabe el peligro que hay de sodificación de los suelos que le puede causar el agua de riego. Si existe más Calcio y Magnesio que Sodio hay poco peligro de sodificación e inversamente.

De los resultados obtenidos y tomando base del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica el -- 100% de las muestras no tiene problema con respecto al Sodio (RAS) pues toda esta entre 0 a 10 meq/l. pertenece al rango de agua baja en Sodio ( $S_1$ ).

En todas las muestras la cantidad de Calcio y Magnesio -- fué mayor que la cantidad de Sodio por lo tanto no hay pro-- blema de sodificación de los suelos y lo anterior aunado a -- lo que reporta Villarreal G.J.G. (13) de que la mayoría de -- los suelos son calcáreos por lo tanto siempre habrá más ---- ( $Ca^{++}$ ) y ( $Mg^{++}$ ) que ( $Na^+$ ) esto disminuye la probabilidad de problema de Sodio en los suelos. El ( $Ca^+$ ) y ( $Mg^{++}$ ) tienen -- la propiedad de que en presencia de bicarbonatos precipitan creando así el problema de sales en los suelos pero en los -- muestreos realizados en el área de Marín, N.L. no tiene este problema pues por lo general siempre hay más Calcio y Magne-- sio que bicarbonatos casi igualándose con cantidades de ( $Ca^{++}$ ) y ( $Mg^{++}$ ) a los ( $HCO_3$ ) en período de lluvias y solo en el río donde la cantidad de agua es mucha y van muy diluidos el Cal-- cio y el Magnesio existiendo muy poco de estos dos elementos.

#### Boro

Se sabe que el Boro es un elemento necesario para el buen desarrollo de los cultivos pero este en bajas concentraciones, un exceso le causa daño a los cultivos.

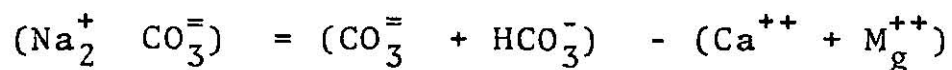


Según A. de Oliviera (8) clasifica los cultivos con respecto al Boro en cultivos sensibles, semitolerantes y tolerantes. En base a los resultados obtenidos el 100% de las muestras no tiene problemas de Boro pues presentan menos de 0.67 ppm y se pueden utilizar sin peligro de toxicidad por Boro.

Se hizo análisis de Boro un tiempo considerable y viendo que hasta en períodos de escasez de agua no había problemas con respecto a este elemento se dejó de analizar por encontrarse solo trazas de este elemento, pues la ocasión que se reportó más Boro fue de 0.2 ppm y fué con abatimiento casi total de la presa chica.

#### Carbonato de Sodio residual (CSR)

El agua con respecto a su (CSR) se clasifica en buena -- para riego cuando tiene 1.25 o menos me./l y no recomendable si tiene más de 2.5 me./l dudosa para riego si tiene más de 2.5 me./l refiriéndose a los resultados se puede deducir que no se tiene problemas de sodio residual, este se determinó -- por la fórmula.



#### Cationes

Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) y Sodio ( $\text{Na}^{++}$ )

Se sabe que cuando un agua presenta altas concentraciones de Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) es tóxico a las plantas

y que altos contenidos de Sodio ( $\text{Na}^{++}$ ) causan daños en el follaje y perjudican la estructura del suelo, influyen considerablemente estos tres cationes, reduciendo la producción de los cultivos.

### Aniones

Sulfatos ( $\text{SO}_4^{=}$ ) Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) Carbonatos ( $\text{CO}_3^{=}$ ) y  
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )

Las concentraciones altas de aniones pueden disminuir el rendimiento, pueden afectar el metabolismo (Bicarbonatos) aumenta la absorción de Sodio (Sulfatos) y limita la adsorción de Calcio por las plantas, pueden ser tóxicos (cloruros) con respecto a éste último solo al tinaco se reportaron cantidades excesivas de este anión, por el contrario los demás lugares muestreados, presentaron problemas con Cloro, salvo raras excepciones.

### Salinidad efectiva y/o Salinidad potencial

---

Salinidad Efectiva y/o	Salinidad Potencial (SE y/o SP) en $\text{Me}_{/1}$
Buena	menos de 3.0
Condicionada	de 3.0 a 16.0
No Recomendable	más de 16.0

---

Estos dos parámetros solo se usan para reclasificar las aguas, en estas solo la primera no tiene problemas pero las aguas que contengan más de  $3.0 \text{ me}/_1$  debe tomarse en cuenta - el agua más aparte prácticas adicionales de manejo de sue--- los.

Las tres presas muestreadas a lo largo de 1 año tienen - problemas de (S.E.). Solo una ocasión se registraron menos de  $3.0 \text{ Meq}/1$ . Las aguas del río por lo teneral también tie- ne problema con la (S.E.)

#### Por ciento de Sodio Probable (P.S.P.)

En cuanto al (P.S.P.) el tinaco es el que tiene estabili- dad y no tiene problemas con respecto a este Parametro, pero las muestras extraídas del río y de las presas sólo en dici- embre, enero y frebrero de las presas no tiene problema y en las demás fechas hay mucha diversidad, el 5.2% de las mues- - tras que tienen problema con el (P.S.P.) corresponden al río, la represa tiene un 8.% del total, la presa chica tiene un - 8.8 que es la que tiene mayor problema, la de menor problema es el tinaco con 1.49% corresponde a cada muestra un 17.16%

## R E S U M E N

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo Agrícola Experimental de Marín, N. L., perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El objetivo de este experimento fué analizar la variación estacional de la calidad del agua a lo largo de un año para saber el comportamiento del agua en el ciclo anual.

Los sitios muestreados fueron:

- 1.- Represa o bordo
- 2.- Presa Grande
- 3.- Presa Chica
- 4.- Río Marín Aguas arriba del Arroyo el Saladito
- 5.- Río Marín Aguas abajo del Arroyo el Saladito
- 6.- Tinaco (Aulas viejas Marín, N.L.)

De acuerdo a los resultados, se puede deducir que el efecto de la temperatura y la precipitación no resultó significativo en la calidad del agua de riego en los sitios de muestreo 4 y 5 que corresponden al río Marín. Notándose además un efecto nulo sobre la calidad del agua de riego en lo que corresponde a la concentración de sales con respecto a los sitios de muestreo 1, 2, 3, y 6 todos estos correspondien-

tes a agua sin movimiento o estancada como fué el caso de - todas las presas y el tinaco.

Para la realización del presente estudio se hicieron -- muestreos quincenales a partir del 1º de Julio de 1978 al - 21 de Junio de 1979. Los lugares de muestreo se establecieron previamente y en posteriores muestreos se tomaron siempre del mismo lugar. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente experimento la precipitación en cuanto a cantidad de ésta jugó un papel muy importante sobre la calidad del agua de riego en lo que respecta aguas de escurri--miento, más no tubo efecto significativo en aguas estáticas o de estanque.

La calidad del agua de riego permaneció constante a lo -largo del experimento con una clasificación  $C_3$  con ligeras -excepciones siendo considerada ésta agua como agua altamente salina o no apta para riego solo que el cultivo sea toleran--te a las sales y aplicarse técnicas de manejo adecuado a ---este tipo de aguas.

Es necesario desarrollar un programa de manejo del agua adecuado a la clasificación que se presentó y evitar de esta manera la destrucción de la capa arable y el deterioro cons--tante de los suelos.

La influencia positiva que aporta la precipitación cuan--do es alta en la calidad del agua de riego en lo que respec--ta a agua de escurrimiento como lo es el río Marín se conclu--ye que se podría emplear el agua del río cuando está crecido, pues se reporta una disminución alta en la cantidad de sales disueltas en el agua. También se podría hacer una deriva---ción del río y represas, el agua en estas ocasiones.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- BUCKMAN, HARRY O. y NYLE, C. BRADY. Naturaleza de Propiedades de los Suelos, Montaner y Simón, S.A. Barcelona, España. Reservados 1966.
- 2.- CUSTODIO, E. y M.R. LLAMAS. Hidrología Subterránea Ediciones Omega Barcelona, España 1970.
- 3.- DAVIS, S.N. y ROGER, J.M. DE WIEST. Hidrología (traducción) Editorial Ariel Barcelona, España 1966.
- 4.- E.U.A.  
Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Personal de Laboratorio y Salinidad. EE.UU.
- 5.- F.A.O. UNESCO 1973  
Irrigación/Drainage and. Salinity  
Hutchinson &co. (Publishers) LTD.  
3 Fitzroy Square, London W/ pp 180.
- 6.- PALACIOS VELEZ OSCAR  
Notas sobre la prevención y combate del empantamiento y ensalitramiento de terrenos agrícolas. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 7.- PALACIOS VELEZ O. y EVERARDO ACEVES N. 1970  
Instructivo para el muestreo, registro de datos e Interpretación de la calidad del agua para riego agrícola.  
Serie de Apuntes #15  
Escuela Nacional de Agric.  
Chapingo, México.

- 8.- SEBASTIAO A. DE OLIVIERA (Tesis)  
La influencia del boro en el crecimiento y nutrición mineral del Phaseolus vulgaris L.  
Colegio de Postgraduados.  
Chapingo, México. 1978.
- 9.- S.R.H.  
Dirección General de Distritos de Riego.  
Dirección de Estadística y Estudios Económicos.  
Salinidad de los Suelos y Calidad del Agua de Riego.  
Memorandum Técnico #351.  
México, D.F. Marzo de 1976.
- 10.- S.R.H. E.N.A.  
Dirección de Estadística y Estudios Económicos.  
Memorandum Técnico #181.  
México, D.F. 1º de Enero de 1962.
- 11.- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
Subsecretaría de Operación.  
Dirección General de Distrito de Riego.  
La ordenación integrada de las aguas en la agricultura.  
Memorandum Técnico #342.  
México, D.F. Junio de 1975.
- 12.- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS.  
Subsecretaría de Operación.  
La Salinización del Suelo y del Agua Subterránea bajo una agricultura de riego diversificada.  
Memorandum Técnico #338.  
México, D.F. Febrero de 1975.
- 13.- VILLARREAL G.J.G. Estudio de los Suelos y Generalidades del Aprovechamiento Agropecuario de la zona Sur del Estado de Nuevo León. Tesis M.C. I.T.E.S.M. 1977.



