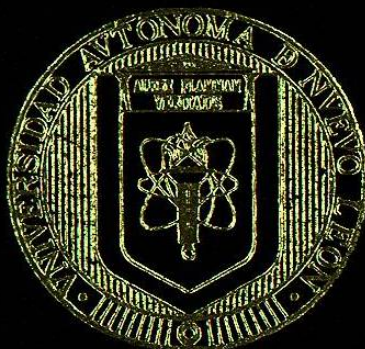


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ELEMENTOS PARA UNA AGRICULTURA ORGANICA
E
INTRODUCCION DE CULTIVOS ALTERNATIVOS
PARA SUELOS CON PROBLEMAS DE SALINIDAD

T E S I S

PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGRICOLA

POR

JOSE GUADALUPE DAVILA HERNANDEZ.

MARIN, N. L., MEXICO

NOVIEMBRE 2004

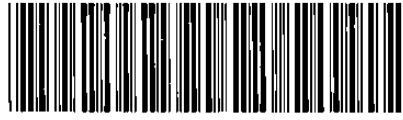
G. D.

E

INSTRUMENTOS ALTERNATIVOS

TM
Z5071
FA
2004
.D3

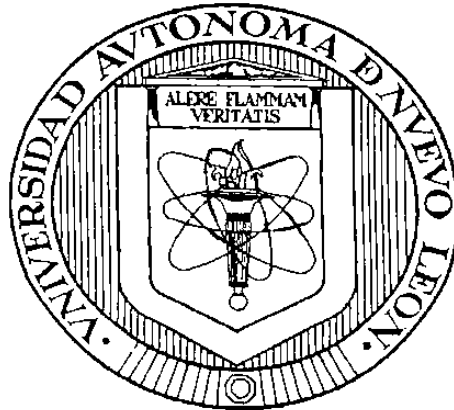
02



1020150309

502

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ELEMENTOS PARA UNA AGRICULTURA ORGÁNICA
E
INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS
PARA SUELOS CON PROBLEMAS DE SALINIDAD**

TESIS

**PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

POR

JOSÉ GUADALUPE DÁVILA HERNÁNDEZ

MARÍN, N. L., MÉXICO

NOVIEMBRE 2004

987 943

TM
Z5071
FA
2004
.D3



FONDO
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ELEMENTOS PARA UNA AGRICULTURA ORGÁNICA
E
INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS
PARA SUELOS CON PROBLEMAS DE SALINIDAD**

TESIS

**PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

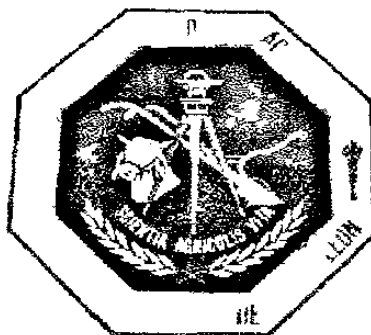
POR

JOSÉ GUADALUPE DÁVILA HERNÁNDEZ

MARÍN, N. L., MÉXICO

NOVIEMBRE 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**ELEMENTOS PARA UNA AGRICULTURA ORGÁNICA
E
INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS
PARA SUELOS CON PROBLEMAS DE SALINIDAD**

TESIS

**PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

POR

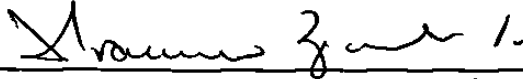
JOSÉ GUADALUPE DÁVILA HERNÁNDEZ

MARÍN, N. L., MÉXICO


NOVIEMBRE 2004

**ELEMENTOS PARA UNA AGRICULTURA ORGÁNICA
E
INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNATIVOS
PARA SUELOS CON PROBLEMAS DE SALINIDAD**

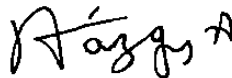
Aprobación de la Tesis:



**Ph.D. Francisco Zavala García
Asesor Principal**



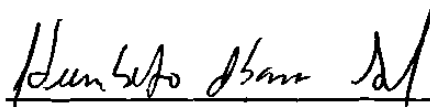
**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz
Co-Asesor**



**Ph.D. Rigoberto E. Vázquez Alvarado
Co-Asesor**



**Dra. Hilda Gámez González
Asesor Externo**



**Ph.D. Humberto Ibarra Gil
Subdirector de Estudios de Postgrado**

MARÍN, N. L., MÉXICO, NOVIEMBRE 2004

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi agradecimiento al:

Dr. Francisco Zavala García el que con su hacer permanente invita a la acción; gracias por su apoyo y empuje constante para culminar el presente trabajo; científico a quien admiro y le expreso mi reconocimiento.

A los Doctores Emilio Olivares Sáenz, Rigoberto E. Vázquez Alvarado y a la Doctora Hilda Gámez por haber aceptado formar parte del comité de Tesis y aportar su sapiencia, sus conocimientos, ya que sus sugerencias en la elaboración de este documento evidencian su experiencia.

La Doctora Aurora Garza Zúñiga por su paciencia, tolerancia, comprensión y amistad.

Al Dr. José Luis de la Garza González por su valiosa colaboración en la estructura de este trabajo a quien admiro y respeto por su amistad mostrada.

Al Dr. Ciro G. S. Valdés Lozano, por su apoyo incondicional y por haberlo tenido como catedrático, de quien obtuve información valiosísima que llevaré durante mi vida profesional.

A todos mis maestros que de cada uno llevo sus aportaciones académicas, sus experiencias compartidas y sus muestras de amistad.

A los productores de Santa María La Floreña de Pesquería, Nuevo León, doctorados en sentido común, gracias por su facilidad para establecer los bioensayos.

AGRADECIMIENTOS

A la UANL, semillero de esperanza de México y el mundo, mi agradecimiento por su apoyo financiero a través del PAICYT, sumamente valioso para la realización del proyecto.

Al personal de la DGETA-N. L. por sus facilidades para la culminación de mis estudios.

A mi amiga, Maestra en Ciencias, mujer tenaz e inteligente Manuelita del Rosario Mendoza Orozco.

Al personal de asistencia del Dr. Francisco Zavala García (Sr. Rogelio Meza y Javier Sánchez) por hacer de su trabajo una diversión constante.

A Don Arturo y Doña Tere por sus muestras de amistad y apoyo.

A la Señorita Gabriela Barrera por su apoyo en la escritura de este trabajo.

A todos mis amigos y amigas que fueron impulso y aliento en éste, mi propósito.

AGRADECIMIENTO

A mi amigo, consultor externo y científico destacado: El Doctor Antonio Muñoz Santiago.

DEDICATORIA

A Dios por su constante iluminación.

A mis creadores y formadores mi agradecimiento y reconocimiento.

A los que quiero y me quieren.

A los que amo y me aman.

A mi esposa e hijos, quienes son la causa de mi lucha: Maida Elizabeth Aranda García, Adrián Marcelo, Daniel Carlos y José Mauricio Dávila Aranda.

A mis padres y hermanos gracias por creer en mi: Juventino Dávila Quintanilla, Esmelida Hernández Bazán, Bertha, Sergio, Pavis, Mario Alberto, Alma Nelly, Juventino, Luis Lauro, Angel Alejandro y Jessica Judith Dávila Hernández.

A mi tío Rodamiro: ejemplo, guía, aliento y superación constante.

A toda la gente que me rodea y le da sentido a mi vida..... gracias.

ÍNDICE

Capítulo	Página
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE	xv
LISTA DE FIGURAS	xviii
RESUMEN	xx
SUMMARY	xxii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Tolerancia y/o Resistencia a la Salinidad.....	6
2.2. Clasificación de Suelos por su Salinidad y Sodicidad....	10
2.3. Medida de la Salinidad.....	12
2.4. Síntomas y Daños Ocasionados por la Salinidad.....	14
2.5. Recuperación de Suelos con Problemas de Salinidad...	15
2.5.1. Recuperación por Métodos Físicos.....	15
2.5.2. Recuperación por Métodos Químicos.....	15
2.5.3. Recuperación por Métodos Hidrotécnicos.....	16
2.5.4. Recuperación por Métodos Químico-hidrotécni cos (uso de aguas salinas como método para recuperar suelos sódicos).....	17
2.5.5. Recuperación por Métodos Eléctricos.....	17
2.5.6. Recuperación por Métodos Biológicos.....	18
2.5.6.1. Efectos de la vegetación sobre las propiedades del suelo.....	18
2.5.6.2. Efecto de la adición de la materia or gánica al suelo sobre sus propieda des físicas y químicas.....	23

Capítulo	Página
2.5.6.3. Efectos de los cultivos y la materia orgánica sobre el régimen de humedad del suelo.....	29
2.5.6.4. Efecto combinado del establecimiento de vegetación y adición de materia orgánica sobre el sodio adsorbido del suelo.....	33
2.6. Agricultura Orgánica.....	34
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. Características Generales del Área de Estudio.....	37
3.1.1. Ubicación de los Experimentos.....	37
3.1.2. Clima.....	37
3.1.3. Suelo.....	38
3.1.4. Elección del sitio de siembra.....	38
3.2. Materiales.....	39
3.2.1. Selección de los genotipos.....	39
3.2.2. Mejoradores del suelo elegidos.....	40
3.2.3. Elección de macetas.....	40
3.3. Metodología.....	40
3.3.1. Ciclo de Siembra Otoño-Invierno 2000-2001 en Pesquería, N. L. (Experimento 1).....	40
3.3.1.1. Modelo y diseño estadístico.....	41
3.3.1.2. Preparación del suelo.....	42
3.3.1.3. Dosificación de la semilla.....	43
3.3.1.4. Pesado de mejoradores del suelo.....	43

Capítulo	Página
3.3.1.5. Delimitación del área de siembra.....	44
3.3.1.6. Siembra.....	46
3.3.1.7. Adición de tratamientos (productos orgánicos).....	46
3.3.1.8. Riegos.....	47
3.3.1.9. Control de plagas.....	48
3.3.1.10. Cosecha.....	48
3.3.1.11. Los parámetros determinados fueron ..	49
3.3.2. Ciclo de Siembra Primavera – Verano 2001 en Pesquería, N. L. (Experimento 2).....	49
3.3.2.1. Modelo y Diseño Estadístico.....	49
3.3.2.2. Preparación del suelo.....	51
3.3.2.3. Dosificación de la semilla.....	51
3.3.2.4. Pesado de mejoradores del suelo.....	52
3.3.2.5. Delimitación del área de siembra.....	55
3.3.2.6. Siembra.....	55
3.3.2.7. Adición de tratamientos.....	56
3.3.2.8. Riego.....	56
3.3.2.9. Cosecha.....	56
3.3.2.10. Los parámetros determinados fueron.	57
3.3.3. Ciclo de Siembra Primavera-Verano 2001 en Macetas en Marín, N. L. (Experimento 3).....	57

Capítulo	Página
3.3.3.1. Diseño Experimental.....	57
3.3.3.2. Preparación de las macetas.....	60
3.3.3.3. Dosificación de la semilla.....	60
3.3.3.4. Pesado de mejoradores del suelo.....	61
3.3.3.5. Selección del área de siembra.....	61
3.3.3.6. Siembra.....	61
3.3.3.7. Adición de tratamientos.....	64
3.3.3.8. Riego.....	64
3.3.3.9. Control de plagas.....	64
3.3.3.10. Cosecha.....	64
3.3.3.11. Los parámetros determinados fueron..	65
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1. Experimento 1. Ciclo de Siembra Otoño-Invierno 2000.....	67
4.1.1. Peso seco (PST).....	67
4.1.2. Número de tallos o plantas (NTOP).....	69
4.1.3. Índice de cosecha.....	70
4.2. Experimento 2. Ciclo de Siembra Primavera-Verano 2001.	71
4.3. Experimento 3. Ciclo de Siembra Primavera-Verano 2001 en macetas.....	72
4.3.1. Peso seco total.....	73
4.3.2. Rendimiento.....	75
4.3.3. Índice de cosecha.....	76

Capítulo	Página
4.3.4. Número de hojas.....	77
4.3.5. Altura de planta.....	79
4.3.6. Tasa de crecimiento.....	86
 V.- CONCLUSIONES.....	 89
 VI.- RECOMENDACIONES.....	 92
 VII.- BIBLIOGRAFÍA.....	 93
 VIII.- APÉNDICE.....	 99

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de suelos con problemas de sodio y/o sales.	10
2	Comparación de medias de la variable peso seco total (PST) en gramos para el ciclo agrícola otoño-invierno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.....	68
3	Comparación de medias de la variable número de tallos o plantas por parcela para genotipos en el ciclo agrícola otoño-invierno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.....	70
4	Comparación de medias de la variable índice de cosecha para genotipos en el ciclo agrícola otoño-invierno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.....	71
5	Comparación de medias de la variable peso seco total (PST) en gramos para genotipos cultivados en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	74
6	Comparación de medias de la variable índice de cosecha de genotipos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	75
7	Comparación de medias de la variable índice de cosecha para tratamientos al suelo. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	76

Cuadro		Página
8	Comparación de medias de la variable número de hojas en plantas cultivadas en macetas sujetas a diferentes tratamientos. Ciclo Agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	77
9	Comparación de medias de las variables número de capullos abiertos y de semillas en algodón; número de mazorcas en maíz, y número de panojas en sorgo y mijo perla en plantas cultivadas en macetas sujetos a diferentes tratamientos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	78
10	Comparación de medias de la variable altura (lecturas a1, a2 y a3, a4, a5, a6 y a7) para el factor genotipos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.....	79
11	Comparación de medias de la variable altura (lecturas a1, a2, a3, a4, a5, a6 y a7) para el factor tratamientos al suelo. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	80
12	Comparación de medias de la variable tasa de crecimiento (lecturas tc1, tc2, tc3, tc4, tc 5 y tc6) de genotipos en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	87
	Comparación de medias de la variable tasa de crecimiento (lecturas tc1, tc2, tc3, tc4, tc5 y tc6) de tratamientos en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N.L.....	88

LISTA DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
1A	Determinación de conductividad eléctrica y pH a 54 muestras de suelo a dos profundidades 0-30 y 30-60 cm.....	101
2A	Determinación de las propiedades físicas y químicas de la parcela elegida para siembra del nivel 0-30 cm.	104
3A	Determinación de las propiedades físicas y químicas de la parcela elegida para siembra del nivel 30-60 cm.....	105
4A	Determinación del porcentaje de germinación a los diez cultivos utilizados.....	106
5A	Muestra del primer análisis de agua para riego..	107
6A	Muestra del segundo análisis de agua para riego.....	108
7A	Muestra del tercer análisis de agua para riego...	109
8A	Determinación de la conductividad eléctrica y pH del suelo del nivel 0-30 al final de la cosecha.....	110
9A	Cuadrados medios para las variables Peso Seco Total (PST en g), Número de Tallos o Plantas (NTO) e Índice de Cosecha (IC). Ciclo Agrícola otoño-invierno 2000 Pesquería, N. L.....	111

Cuadro		Página
10A	Cuadrados medios y significancia de las variables comunes Peso seco total (PST en g), Rendimiento (RDTO en g) e Índice de cosecha (IC), consideradas en experimento 3 en base a un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano. Marín, N. L.....	111
11A	Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Mazorcas (nm) para el cultivo de maíz. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	112
12A	Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Panojas (np) para el cultivo de mijo pera. Ciclo Agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	112
13A	Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Panojas (np) para el cultivo del sorgo. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	113
14A	Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh), Capullos Abiertos (ca), Número de Semillas (ns), Peso de Semilla (ps; g) y Capullos Cerrados (cc) para el cultivo del algodón. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	113
15A	Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Semillas (ns) para el cultivo del girasol. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	114

Cuadro**Página**

16A	Cuadrados medios y significancia para la variable altura (a), en base a un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.....	114
17A	Cuadrados medios y significancia para la variable tasa de crecimiento (tc) en el experimento 3 en base a un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Croquis alusivo a la distribución de parcelas y subparcelas en campo para el experimento 1, Otoño-Invierno 2000.....	45
2	Distribución en campo de genotipos y tratamientos del experimento 2 en primavera-verano 2001 Pesquería, Nuevo León.....	53
3	Distribución de macetas y tratamientos del experimento 3 en primavera-verano 2001 con tierra y agua de Pesquería, Nuevo León.....	62
4	Distribución de macetas y tratamientos del experimento 3 en primavera-verano 2001 con tierra y agua de Marín, Nuevo León.....	63
5	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del maíz con diferentes tratamientos al suelo.....	81
6	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del mijo perla con diferentes tratamientos al suelo.	82
7	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del sorgo con diferentes tratamientos al suelo.	83
8	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del algodón con diferentes tratamientos al suelo.....	84

Figura		Página
9	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo de oca con diferentes tratamientos al suelo.	85
10	Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del girasol con diferentes tratamientos al suelo.	86

RESUMEN

Cerca del 33% de la superficie bajo riego en todo el mundo tiene problemas de salinidad; en México la cifra es semejante. Con el propósito de proponer alternativas para recuperar esas áreas se realizó este estudio con los siguientes objetivos: a) Introducir y comparar cultivos alternativos que se adapten a suelos con problemas de salinidad. b) Evaluar el efecto de mejoradores orgánicos del suelo sobre cultivos tradicionales y de alternativa bajo condiciones salinas, y que además promuevan la agricultura orgánica. Se escogió para establecer los experimentos un predio con suelo extremadamente salino ($CE = 29.1 \text{ dS/cm}$) en la localidad de Santa María La Floreña, Mpio. de Pesquería, N. L., y la Fac. de Agronomía, UANL en Marín, N. L. para el experimento en macetas. Los materiales para el Ciclo O-I 2000 fueron: trigo cv. Choice, y avena cv. L-138, como cultivos tradicionales, y los de alternativa: cebada cv. Esperanza y remolacha forrajera cv. Eckendorfer. Los tratamientos fueron: Organodel 6 t ha^{-1} ; Vermicompost 5 t ha^{-1} ; Green Turf 1.2 t ha^{-1} , Algaenzims 2 L ha^{-1} , Urea 200 kg ha^{-1} y un testigo sin tratar. El experimento se sembró y aplicaron los tratamientos el 20 de diciembre de 2000. La cosecha se efectuó el 30 de mayo de 2001.

El mejor peso seco total lo obtuvo la avena; en número de tallos la avena fue mejor y para el índice de cosecha la remolacha.

Los materiales para el ciclo P-V 2001 fueron: maíz cv. Aspros y sorgo cv. Pronase como cultivos tradicionales, y los de alternativa, mijo perla cv. Población 57, oca cv. Spinneless, girasol y algodón. Los tratamientos fueron los mismos que en ciclo O-1 2000. La siembra y aplicación de los tratamientos fue en abril 7 de 2001. Ninguno de los cultivos germinó, el experimento se canceló.

En el experimento en macetas ciclo P-V 2001, los cultivos y los mejoradores fueron los mismos que para el experimento de campo P-V 2001. La mitad de las macetas se llenaron con suelo de Marín, la otra mitad con suelo de Pesquería. La siembra se efectuó el 11 de mayo de 2001. Las macetas con suelo de Marín se regaron con agua de Marín, y las que tenían suelo de Pesquería se regaron con agua de ese lugar, en las macetas con suelo y agua de Marín se establecieron los cultivos y llegaron hasta cosecha. La cosecha se realizó el 28 de septiembre de 2001.

Para peso seco total el sorgo fue el mejor y para rendimiento e índice de cosecha el algodón, entre los cultivos. Con respecto a los mejoradores del suelo, el mayor índice de cosecha fue para Algaenzims, pero sin diferencia estadística con Organodel, el testigo y la urea. En número de hojas el mayor valor fue para Green Turf y el menor para Vermicompost en sorgo; en algodón, el mayor valor fue para la urea y el menor para el testigo. Con la altura, los mayores valores entre los cultivos fueron para el

mijo perla y el maíz; y los mejoradores de suelo, al final de temporada no fueron superiores al testigo.

SUMMARY

Close to 1/3 of irrigated land in the whole world has salinity problems; in México the figure is alike. It is urgent to recuperate a portion of those areas; this is why this study was carried out with the following objectives: a) To introduce and compare alternative crops adapted to soil with salinity problems. b) To evaluate the effect to organic soil improvers upon traditional and alternative crops under saline conditions and that furthermore promote organic agriculture. To established the experiments, a farm with extremily saline soil (EC 29.1 dS/m) in the locality of Santa María La Floreña Country of Pesquería, N. L. was selected, and the Fac. de Agronomía, UANL in Marín, N. L., for the pot experiment. The materials for the A-W 2000 cycle were: wheat cv. Choice, and oats cv. L-138 as traditional crops, and as alternative: barley cv. Esperanza and forage beet cv. Eckendorfer. The treatments were; Organodel 6 t ha⁻¹, Vermicompost 5 t ha⁻¹, Green Turf 1.2 t ha⁻¹, Algaenzims 2 L ha⁻¹, Urea 200 kg ha⁻¹, and one untreated control. The experiment was set on the field and treatments applied on December 20, 2000. The crop was harvested on 30 March 2001.

Best total dry weight was for oats. Shoot number was highest for oats, and best crop index for beets.

The materials for S-S 2001 crop cycle were: Corn cv. Aspros and sorghum cv. Pronase as traditional crops, those of alternative were pear millet cv. Population 57, oca cv. Spinneless, sunflower and cotton; treatments were the same as for A-W 2000 crop cycle. Seeding date and treatment application were on 7 April 2001. None of the seeds ever germinated and the experiment was annulled.

For the pot experiment in the S-S 2001 crop cycle, crops and soil improvers were the same as those used in the field. Half the pots were filled with soil from Marín and the rest with soil from Pesquería, N.L. Seeding was carried out on 11 May 2001. Pots with soil from Marín were irrigated with water from Marín, and pots with soil from Pesquería were irrigated with water from that place. Pots with soil and water from Pesquería did not germinate and were discarded. Pots with soil and water from Marín had plants that grew to harvest. Harvest was effected on 28 September 2001. Best total dry weight was for sorghum, and the best crop index for cotton among crops. For soil improvers crop index was higher for Algaenzims, although not statistically different from Organodel, the control and urea. On leaf number, the greatest was for Green Turf, and least for Vermicompost in sorghum, in cotton, greatest leaf number was for urea, and lowest for the control. As for plant height, greatest values among crops were for pearl millet and corn; and for soil improvers, at the end of growing season, were not better than the control.

I.- INTRODUCCIÓN

Las áreas afectadas con sales y sodio están ampliamente distribuidas en el mundo, pero cobran mayor importancia para el hombre, aquellas zonas áridas y semiáridas que se han abierto a la agricultura intensiva (Crescimanno *et al.*, 1995).

Con el transcurrir del tiempo, áreas eminentemente agrícolas de todos los continentes, han perdido su productividad debido a la acumulación de sales en los suelos provocada por el mal uso y manejo de aguas, suelos y plantas en ellos (Aceves, s.f.).

Fernández (1990) estimó que en los litorales de México existen 800 mil ha ensalitradas, que en las zonas áridas y templadas, fundamentalmente en cuencas cerradas, hay 1 millón de ha ensalitradas y que en las zonas de riego existen de 2 a 3 millones de ha con diversos grados de salinización.

El problema de salinidad ha adquirido una magnitud considerable, ya que cuando se inició el riego de grandes extensiones, el ensalitramiento, sus causas y efectos no eran bien entendidos, y se le dió poca importancia al problema que representaba. Esto ha provocado que en la actualidad, el 33% de la superficie bajo

riego se encuentra afectada en mayor o menor grado, disminuyendo la productividad de algunos distritos de riego y causando pérdidas considerables.

En nuestro país, se reporta como zonas áridas y semiáridas al menos la mitad del territorio nacional, gran parte de las cuales están afectadas por sales, a causa de una lixiviación limitada ocasionada por la escasez de lluvia normalmente menor a 500 mm anuales. Las altas tasas de evaporación y transpiración características de estas zonas, contribuyen a que se dé una mayor concentración de sales sobre la superficie del suelo (Velasco, 1991).

Estimaciones de la SEMARNAT (2004) reportan que la salinización afecta a un 3.2% de los suelos de México que equivale a 6.2 millones de hectáreas.

En el Estado de Nuevo León, la superficie con potencial agrícola es de 803,488 ha, de las cuales 16,240 ha presentan un grado de salinidad leve; 3,399 ha con salinidad moderada y 492 ha con problemas de salinidad fuerte (Rojas, 1992).

En relación a suelos con potencial de uso pecuario, de un total de 5;031,079 ha, se reportan: 215,579 ha con salinidad leve; 116,433 ha con salinidad moderada, 122,825 ha con salinidad fuerte y 31,971 con salinidad muy fuerte; por lo que se tiene a nivel estatal un 8% de la superficie con problemas de salinidad (Rojas, 1992).

Específicamente en el Distrito de Desarrollo Rural de Apodaca en Nuevo León, uno de los más importantes desde el punto de vista agropecuario, cuenta con 34,347 ha de agricultura de riego, 42,688 ha de agricultura de temporal; 1,930,259 ha de uso pecuario y 48,606 ha de uso forestal. El distrito de referencia cuenta con 1,106 ha con salinidad leve y 131 ha con salinidad fuerte (Rojas, 1992).

El mayor número de hectáreas agrícolas del distrito en mención se dedican a la producción de sorgo para grano y trigo, las cuales se encuentran bajo un sistema de producción de labranza convencional y con la adición de fertilizantes de origen químico sintético, tales como sulfato de amonio, urea y 18-46-00; dicho sistema aunado al riego con aguas salinas, pueden provocar que disminuya el potencial agrícola de sus cosechas. Por lo que se deben estudiar medidas correctivas que disminuyan el riesgo de ensalitramiento y que además promuevan beneficios en la capacidad productiva de los cultivos.

Dentro de estas medidas se propone la incorporación al sistema de producción, la siembra de cultivos alternativos con mayor tolerancia a la salinidad, y el uso de mejoradores orgánicos de suelo que permitan remediar o evitar el riesgo de ensalitramiento y se logre promover la agricultura orgánica, pudiera ser, entre otras, adecuadas para lograr una mayor eficiencia productiva de estos suelos.

El exceso de sales en los suelos agrícolas causan daños de gran magnitud económica en los cultivos; por lo cual debemos encontrar alternativas viables para incorporarlas a la producción, adicionando mejoradores orgánicos de suelo para mitigar el impacto ambiental e introduciendo cultivos tolerantes. Ante la expectativa de que la población mundial en los próximos 25 años será de 9,000 millones de habitantes, el potenciar e incorporar estos suelos improductivos a productivos justifica el presente trabajo.

Objetivos:

1. Introducir y comparar cultivos alternativos tolerantes a la salinidad como una opción viable para incrementar la productividad en suelos con problemas salinos.
2. Evaluar el efecto de mejoradores orgánicos del suelo sobre cultivos tradicionales y tolerantes a la salinidad, y que además promuevan la agricultura orgánica.

Hipótesis:

1. Se espera una respuesta diferencial en producción de los cultivos introducidos bajo un ambiente salino.

2. La fertilización orgánica puede mejorar la condición de los suelos salinos y favorecer la producción de los cultivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Tolerancia y/o Resistencia a la Salinidad.

Desde el punto de vista hidrológico, la acumulación de sales ocurre en regiones de drenaje restringido, cuando el balance de las aguas freáticas es regulado por la evaporación y transpiración y no por el ingreso de aguas freáticas a la zona de acumulación (Ortega, 1993).

Con base en la **Ley del Mínimo** establecida por Liebig en 1840, los ecólogos han indicado que todos los organismos vivos necesitan un nivel mínimo de factores ambientales para su desarrollo, señalando que el eslabón más débil de la cadena ecológica puede controlar a los organismos. Posteriormente se formuló la **Ley del Máximo**, la cual indica que después de un cierto nivel de un factor ambiental, los organismos no pueden desarrollarse. En 1913 Shelford propone la **Ley de la Tolerancia**, mediante la cual explica que existe un rango en los factores ambientales en el cual los organismos se desarrollan en forma óptima.

El grado de desarrollo de las especies vegetales ligado a su producción de materia seca está sujeto a una diversidad de restricciones ambientales, de las cuales las más comunes se relacionan con deficiencias o excesos en el suministro de energía solar, agua y nutrientes minerales (Tome, 1995).

Con relación a la tolerancia de las especies vegetales a la salinidad, se puede definir como el rendimiento relativo de las especies a un nivel dado de salinidad. Dicha tolerancia varía ampliamente, no solo entre las distintas especies, sino también entre individuos de la misma especie. Asimismo, la tolerancia a las sales puede definirse como la capacidad que tienen ciertas especies a desarrollarse en diversas concentraciones de salinidad, sin afectar en forma drástica su división celular y la plasticidad de sus paredes celulares.

Existe una clasificación de las plantas con respecto a la tolerancia a sales: 1) plantas halófitas, las cuales son capaces de sobrevivir, completar su ciclo de vida e incluso expresar su máximo potencial de crecimiento y producción en condiciones de elevada salinidad; y 2) las glicófitas, cuya sobrevivencia se afecta por tales condiciones y su crecimiento y rendimiento se reducen severamente en condiciones de salinidad relativamente baja (Gorham, 1985).

Los problemas que generalmente enfrentan las plantas expuestas a condiciones salinas son: el mantenimiento de relaciones hídricas intracelulares en forma favorable; la tolerancia específica a toxicidad de iones y el abastecimiento de iones de nutrientes esenciales, no obstante la predominancia de otros no esenciales (Ruiz, 1998).

Las plantas halófitas se caracterizan principalmente por acumular altas concentraciones de iones en las células, lo cual favorece su ajuste osmótico en respuesta al medio salino en que se desarrollan; en cambio, las glicófitas responden a la salinidad principalmente por exclusión de iones (Greenway y Munns, 1980).

El desarrollo de las características que permiten la adaptación de estos grupos a condiciones especiales de salinidad, está altamente relacionado con el contenido total de sales, la naturaleza y tipo de las mismas, y con el balance hídrico que prevalece en la localidad (Tome, 1995).

Algunas características que pueden presentar las plantas que les permiten resistir a la salinidad incluyen: la presencia de pocos estomas por unidad de superficie foliar, engrosamiento de las hojas y superficie cubierta de ceras, reducida diferenciación de tejido vascular, temprana lignificación de raíces, succulencia foliar y mayor proporción de crecimiento radicular en relación con el aéreo, entre otros (Mass y Nieman, 1978).

Existe variación en la tolerancia de las plantas a la salinidad en diferentes etapas de su desarrollo, presentándose en la mayor parte de los casos, mayor tolerancia en las etapas más avanzadas (Ruiz, 1998). En el caso particular de algunos cultivos como tomate, frijol, arroz y cebada, se ha observado que hay menor tolerancia después de la germinación (Nieman y Shanon, 1976).

Existen sin embargo, algunos mecanismos morfofisiológicos que se dan a nivel celular para tolerar la salinidad; Croughan *et al.* (1981) mencionaron que éstos pueden ser de varios tipos, como la evasión a las sales, exclusión de las mismas y la verdadera tolerancia fisiológica que puede darse en el protoplasma, por compartimentalización de iones y el ajuste osmótico.

Quirino (1992) encontró en un experimento con trigo en un suelo salino-sódico en la región agrícola de Río Bravo, Tamps., que por cada unidad que se incrementa la conductividad eléctrica (dS/m) promedio entre los estratos 0-30 y 30-60 cm arriba de 2.05 dS/m, el rendimiento en grano se reduce en un 8.16%. Hubo un 50% de reducción en el rendimiento cuando la conductividad eléctrica fue de 8.18 (dS/m). La máxima conductividad eléctrica tolerada por este cultivo fue de 14.31 (dS/m). La profundidad del manto freático entre 75 y 128 cm estuvo altamente correlacionada con el rendimiento.

Científicos de la Universidad de California-Davis y de la Universidad de Toronto, Canadá, han desarrollado plantas de tomate que crecen en suelos con alto contenido de sal. Esto permitirá su cultivo en muchas regiones con suelos salinos gracias a una proteína incorporada a las plantas que proviene de un pariente vegetal: el repollo. Esta proteína transporta la sal a sus compartimentos, aislando así a los otros tejidos de la planta. Esta actividad ocurre sólo en las ramas y hojas mientras

que los frutos están libres de las proteínas incorporadas. Además, otra función de estas plantas genéticamente modificadas es la de eliminar el excedente salino de los suelos y así, bio-remediarlos (Ambiente news, s.f.).

Muchas veces se había intentado antes el cultivo en suelos salinos de diversas plantas pero hasta ahora, éste es el primer éxito total en esta área. Los tomates transgénicos crecen y producen frutos en suelos con 50 veces más salinidad de lo normal. En los experimentos, estas plantas fueron irrigadas con una concentración salina equivalente a un tercio de la salinidad del agua de mar (Ambiente news, sf).

2.2. Clasificación de Suelos por su Salinidad y Sodicidad.

Atendiendo a su PSI (Porcentaje de sodio intercambiable) y su Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación, los suelos se clasifican de acuerdo al Cuadro 1.

Cuadro No. 1 Clasificación de suelos con problemas de sodio y/o sales.

TIPOS DE SUELOS	PSI (%)	C. ELÉCTRICA (dS/m)
Salinos	<15	>4
Sódicos	>15	<4
Salinos-sódicos	>15	>4

Salinos.

Su conductividad en el extracto de saturación es mayor que 4 dS/m, el PSI es menor que 15 y el pH en ningún caso será mayor de 8.5. Los cloruros y sulfatos son los aniones que se encuentran en mayor cantidad.

Sódicos.

El PSI es mayor que 15, pero el contenido de sales solubles es reducido. El pH suele ser mayor de 8.5. El principal catión soluble en estos suelos es el sodio, y puede encontrarse en forma de carbonatos y bicarbonatos. El RAS (Relación de absorción de sodio) suele ser elevado.

Un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayor de 15 se considera tradicionalmente que afecta las características estructurales e hidráulicas del suelo. Las investigaciones de Crescimanno *et al.* (1995) mostraron que este valor y el concepto de umbral necesitan revisarse, porque la degradación del suelo con frecuencia tiene lugar a PSI más bajos, y el comportamiento del suelo parece ser continuo. Ellos encontraron una relación casi lineal entre las propiedades investigadas del suelo y el PSI, que indicaba que no habría un valor umbral; además los resultados obtenidos indicaba que un riesgo efectivo de la degradación de la calidad del suelo puede pronosticarse aún en el rango de PSI de 2 a 5 en una concentración

catiónica baja. Esta es una indicación básica para el manejo del riego con el propósito de combatir y prevenir la degradación de la calidad del suelo.

Salinos-sódicos.

Tienen alto contenido en sales solubles y concretamente abunda el sodio. Su conductividad es muy alta, así como el PSI; el pH puede variar considerablemente, pero suele ser menor de 8.5. El RAS suele ser elevado.

2.3. Medida de la Salinidad.

La conductividad eléctrica (CE) ha sido el parámetro más extendido y el más ampliamente utilizado en la estimación de la salinidad. Se basa en la velocidad con que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina, la cual es proporcional a la concentración de sales en solución. Hasta hace unos años se expresaba en mmhos/cm, hoy día las medidas se expresan en dS/m (dS=deciSiemens), siendo ambas medidas equivalentes $1 \text{ mmhos/cm} = 1 \text{ dS/m}$. Por tanto, la CE refleja la concentración de sales solubles en la disolución.

La CE de un suelo (CEs) cambia con el contenido en humedad, disminuye en capacidad máxima (se diluye la solución) y aumenta en el punto de marchitamiento (se concentran las sales). Se ha adoptado que la medida de la CEs se hace sobre el extracto de saturación a 25°C. A una muestra de suelo se le añade agua destilada a

25°C hasta conseguir la saturación y se extrae el agua de la pasta mediante succión a través de un filtro.

Para distinguir suelos salinos de no salinos, se han sugerido varios límites arbitrarios de salinidad. Se acepta que las plantas empiezan a ser afectadas de manera adversa cuando el contenido en sales excede del 1%. La clasificación americana de suelos, Soil Taxonomy, adopta el valor de 2 dS/m como límite para el carácter salino a nivel de gran grupo y subgrupo, pues considera que a partir de ese valor, las propiedades morfológicas y fisicoquímicas del perfil (y por tanto la génesis) del suelo, quedan fuertemente influenciadas por el carácter salino. Por otro lado, el laboratorio de salinidad de los EE.UU. ha establecido el límite de 4 dS/m para que la salinidad comience a ser tóxica para las plantas.

En base a la CEs, el United States Salinity Laboratory de Riverside establece los siguientes grados de salinidad.

- 0 - 2 suelos normales
- 2 - 4 quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles. Suelos ligeramente salinos.
- 4 - 8 quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Suelos salinos.

- 8 - 16 Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes. Suelos fuertemente salinos.
- >16 Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables. Suelos extremadamente salinos (Tema 12).

2.4. Síntomas y Daños Ocasionados por la Salinidad.

Los daños por salinidad incluyen: evitar o retardar la germinación de la semilla, obtención de una baja población de plantas, producción de plántulas delgadas y enfermizas, seguida de clorosis y muerte prematura; el daño es similar al de sequía. Plantas que son sensibles a la sal o sólo moderadamente tolerantes, muestran una disminución progresiva en su crecimiento y rendimiento conforme aumentan los niveles de salinidad. Cuando la salinidad reduce el crecimiento, las partes de la planta como hojas, tallos y frutos son más pequeños que lo normal. Con frecuencia, las hojas son de color verde-azulado intenso (De la Garza, 1996).

La salinidad puede restringir severamente el crecimiento de las plantas, sin que presenten ningún síntoma agudo de daño, lo cual puede conducir a una pérdida del rendimiento sin que el agricultor se dé cuenta de que la salinidad es la causa. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la salinidad del suelo es tan variable que se presentan en el campo manchones sin plantas, áreas con plantas severamente achaparradas y manchones de plantas normales.

Los frutales o árboles de sombra pueden crecer bien hasta que las sales se acumulan, después de esto hay un retardo en el crecimiento y clorosis. Dentro de los síntomas encontrados están: crecimiento escaso, brotes débiles, hojas pequeñas y follaje amarillo brillante. Al final de la temporada se presentan quemaduras en las márgenes de las hojas y su caída prematura (De la Garza, 1996).

2.5. Recuperación de Suelos con Problemas de Salinidad.

Para recuperar los suelos con problemas de sales y/o sodio intercambiable existen los siguientes métodos (Aceves, s.f.).

2.5.1. Recuperación por Métodos Físicos.

Involucra un conjunto de medidas mecánicas bien diferenciadas como: inversión del perfil, acondicionamiento de la textura del suelo, subsuelo, labranza o barbecho profundo, aplicación de impermeabilizantes artificiales.

2.5.2. Recuperación por Métodos Químicos.

Se basa en la adición de sustancias 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 pH. Se aplican comúnmente a suelos salinos-sódicos y sódicos-no salinos.

En un suelo inhabilitado al cultivo por problemas de exceso de sales y/o sodio intercambiable de la comunidad Sta. Ma. La Floreña, Mpio. de Pesquería, N. L. se probaron ocho mejoradores en sorgo. Los mejores resultados sobre rendimiento fueron para L-20, 40 L ha⁻¹ (4,041 kg ha⁻¹); Sper-Sal, 6 L ha⁻¹ (3,512 kg ha⁻¹); Codasal Plus 2,000, 8 L ha⁻¹ (3,502 kg ha⁻¹); Komposta Procesada, 20 t ha⁻¹ (3,391 kg ha⁻¹), y Polisul C, 200 L ha⁻¹ (3,269 kg ha⁻¹) (Muñoz *et al.*, 1998).

2.5.3. Recuperación con Métodos Hidrotécnicos.

Los métodos hidrotécnicos comprenden el lavado y el drenaje. El principio es: "Las sales deben ser eliminadas de la capa superficial del perfil y posteriormente removidas del área afectada con el objeto de evitar su redistribución". Se aplica básicamente a suelos salinos.

El método más utilizado para la recuperación de suelos salinos es el lavado o la lixiviación de las sales solubles con aguas de baja salinidad; para lavar un suelo salino es indispensable que éste sea permeable y que exista una salida para el agua de drenaje. Es importante también tomar en cuenta la tolerancia del cultivo. Este método puede usarse en algunos casos, para suelos que tienen también problemas de sodio intercambiable (Fernández, 1990).

Serrato *et al.* (2002), en un estudio en la Comarca Lagunera, aplicaron una lámina de agua de 0.9 m, 1.2 m y 1.5 m en un suelo salino, encontraron un aumento en la producción de materia seca de ryegrass anual (*Lolium multiflorum* Lam) de 11.23 t ha⁻¹, 10.31 t ha⁻¹ y 10.48 t ha⁻¹, respectivamente; comparada con 8.4 t ha⁻¹ del testigo sin lámina de lavado. No hubo diferencia significativa entre tratamientos. La relación beneficio-costo fue negativa en todos los casos al usar agua de pozo profundo; pero cuando se consideraron los costos del agua del río Nazas, en todos los tratamientos la relación fue mayor que 1. Es importante hacer notar que el pH y la CE aumentaron ligeramente, en todos los casos, después del tratamiento.

2.5.4. Recuperación por Métodos Químico-hidrotécnicos (uso de aguas salinas como método para recuperar suelos sódicos).

Se considera una transición entre los métodos químicos y los hidrotécnicos, pues su fundamento y aplicación es una combinación de ambos. Utiliza los principios propios del lavado, así como el abastecimiento de cationes divalentes para el desplazamiento del sodio intercambiable.

2.5.5. Recuperación por Métodos Eléctricos.

Los Métodos eléctricos son los más recientes para la recuperación de suelos con problemas de sales, y aún están en vías de experimentación. Estos métodos se basan en la aplicación directa de una corriente eléctrica al suelo, involucrando varios

procesos y principios electroquímicos complejos como electrodiálisis, electroforesis, electrólisis y electroósmosis, que tiene lugar cuando una corriente eléctrica pasa a través de un suelo saturado. Estos procesos favorecen la remoción de cationes intercambiables del suelo (Aceves, s.f.).

2.5.6. 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 sobre el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Aceves, s.f.).

2.5.6.1. Efectos de la vegetación sobre las propiedades del suelo.

Los efectos benéficos más 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 y permeabilidad; mientras más profundo, mayor es el efecto, lo que facilita que el lavado se verifique a mayores profundidades en el perfil del suelo, y con ello se favorece un mayor drenaje, o sea, la desalinización del suelo mismo.

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

a. Árboles

Amplios estudios sobre el particular muestran que suelos salinos no sódicos y sódicos-no salinos, han sido recuperados por el establecimiento de especies forestales, como olmo, arce o maple tártaro, álamo y roble.

Los efectos benéficos que principalmente han ejercido las especies anteriores son la prevención de la salinidad y la sodicidad secundaria, formación de estructuras granulares, disminución en el valor del pH, aumento en el contenido de humus y el mejoramiento de las condiciones de la humedad del suelo. La desventaja que presenta utilizar este método, reside en que es de recuperación a muy largo plazo, debido a su acción lenta, pues su efectividad se hace manifiesta entre los 10, 30 y hasta los 50 años, según el grado de ensalitramiento, por lo que generalmente se recomienda como una medida auxiliar combinada con otros métodos de recuperación.

Un estudio de un bosque de olmo (*Ulmus* sp.), arce (*Acer* sp.) tártaro, acacia amarilla (*Acacia* sp.), ladierno (*Rhamnus* sp.) o tamujo y *Halimodendron argenteum*,

establecido en suelos sódicos pesados que se regaron dos veces al año durante 30 años, mostró que hasta los 50 años desapareció la modicidad (Baryukova citado por Aceves, s.f.).

Asimismo, otro estudio llegó a concluir que para obtener mayores efectos en la reducción de la salinidad, deberían establecerse franjas forestales a una distancia de 10 a 15 veces la altura de los árboles cuando éstos tengan 10 ó 12 años, para un resultado óptimo.

b. Arbustos

De manera general podría decirse que el efecto de las raíces de los arbustos, es semejante a la de los árboles, con la única diferencia en profundidad de su efecto. 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 debajo de éste, a poca profundidad.

Datos experimentales de arbustos en suelos salinos y sódicos muestran que la porosidad, la permeabilidad y la infiltración aumentaron de dos a tres veces en comparación con el mismo suelo, pero virgen; en los primeros, la lluvia prácticamente se absorbió completamente. Muestran también que la profundidad humedecida varía de 150 a 200 cm en los suelos con arbustos y de 30 – 40 cm en los vírgenes, y que los suelos con arbustos disminuyeron su contenido de sales de 92 a

41 t ha⁻¹ en cinco años; por esto, se sugiere que se establezcan franjas de arbustos en suelos salinos y sódicos de áreas no regadas, para su recuperación; para suelos idénticos, pero bajo riego, se recomienda una plantación masiva. El tamarisco (*Tamarix* sp.) y la acacia amarilla (*Acacia* sp.) son los arbustos más recomendables por ser resistentes a la sequía (Bereziw citado por Aceves, s.f.).

La sesbania (*Sesbania exaltata*) es otro arbusto apto para suelos ensalitrados, en el cual, su desarrollo radicular puede utilizarse como indicador del efecto meliorativo de los mejoradores sobre la adaptabilidad de las plantas.

c. Cultivos y rotaciones

En esta clase se han considerado pastos, alfalfa, cultivos de abonos verdes, arroz y rotaciones con otros cultivos.

Los efectos físicos y químicos ejercidos por las raíces son parecidos a los anteriores; sólo 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 se efectúen lavados muy pesados.

Experiencias de campo muestran que con el cultivo del arroz, se aceleró la recuperación de suelos sódicos por la remoción que se llevó a cabo; asimismo, en otros disminuyó el pH de 9.2 a 7.9. En suelos salinos, durante el primer año, la

salinidad fue abatida hasta los tres metros, y de siete a ocho metros en el segundo año. Se redujo la salinidad de 1.78 a 0.29 % en la capa arable.

Leguminosas como el trébol y la alfalfa son también usadas 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.

Un ejemplo clásico, fue el realizado en Egipto por Kearney en 1902 en un plan de recuperación de suelos en base a cultivos, en un grado de salinidad de los suelos, que a continuación se muestra:

Tierras ligeramente salinas. Se recomendó la rotación samar (*Cyperus laevigatum*)-algodón y maíz.

Tierras salinas moderadas. Se recomendó la rotación, samar-arroz-algodón o arroz-samar-algodón o samar-samar-algodón.

Tierras muy salinas. Se recomendó la rotación-lavado-samar-algodón (si la producción de algodón no fue satisfactoria se repite lavado y samar) (Aceves, s.f.).

2.5.6.2. Efecto de la adición de la materia orgánica al suelo sobre sus propiedades físicas y químicas.

La adición de materia orgánica se va a diferenciar, para mejor comprensión, de acuerdo a su origen en residuos animales (incluye todos los estiércoles) y residuos vegetales (incluye abonos verdes y residuos de cosechas).

a. Incorporación de residuos animales.

De todos los estiércoles, el más comúnmente utilizado, como acondicionador de las propiedades físicas y la fertilidad de los suelos, es el estiércol de bovinos, y su aplicación constituye una práctica rutinaria en varios países del mundo, incluyendo México.

En la recuperación de los suelos sódicos, la aplicación del estiércol (aun en forma líquida), se ha revelado como muy buen auxiliar y produce los mejores resultados cuando se utiliza combinado con los métodos químicos; más que cuando se aplican ambos por separado (Aceves, s.f.).

El estiércol hace que los elementos presentes en el suelo en condiciones no aprovechables se solubilicen, es decir, cambien a un estado químico que las plantas puedan aprovechar. Asimismo, provoca que los nutrientes se tornen disponibles a través de varios mecanismos como: cambios en el pH del suelo, estimulación de la

actividad de la flora microbiana, solubilización de los elementos contenidos en las rocas minerales por compuestos que se producen a partir de la descomposición de la M.O., disminución de los fenómenos de la fijación de amonio, potasio y otros nutrientes. Además, el estiércol aplicado al suelo ayuda al aprovechamiento más adecuado de los nutrientes de los fertilizantes. La adición de M.O. al suelo, aumenta la efectividad de la fertilización química, sobre todo en suelos calcáreos, comunes en el noreste de México (Menchaca, 1987).

Serrato *et al.* (2002) efectuaron un experimento en un suelo salino en La Laguna con estiércol de bovino lechero; aplicando 60 t ha⁻¹ de estiércol obtuvieron 11.0 t ha⁻¹ de materia seca de ryegrass anual en tres cortes, en tanto que con la aplicación de 40 t ha⁻¹ de estiércol, la producción de materia seca fue de 10.1 t ha⁻¹. Con 20 t ha⁻¹ de estiércol de bovino lechero la producción total de materia seca fue de 9.3 t ha⁻¹, y finalmente, al no aplicar ninguna cantidad de estiércol de bovino lechero, se obtuvo la producción de materia seca de ryegrass más baja de 8.8 t ha⁻¹. Se sugiere que las aplicaciones no sobrepasen 60 t ha⁻¹ para no provocar problemas posteriores con las sales y nitratos que el material contiene.

El mayor inconveniente que presenta el uso de los estiércoles como método de recuperación, es que se debe aplicar en grandes cantidades para que se manifieste su efecto, además, generalmente sólo beneficia a la capa arable, de ahí que se recomiende su uso en combinación con otros métodos, para aprovechar el efecto de

la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo, y facilitar con ella la eficiencia de otros métodos de recuperación.

En años recientes, la biorremediación, o sea, el uso de procesos biológicos para "limpiar" terrenos contaminados, se ha vuelto una opción realista. El empleo de composta y el compostaje, han sido aplicados con éxito para "limpiar" sitios contaminados con una amplia gama de compuestos, entre estos se incluyen BETX, PAH2 (hidrocarburos), explosivos y agroquímicos. Además, no solo el compost y el composteo o compostaje (proceso para producir composta) facilitan el mejoramiento del suelo, también se hace uso de los residuos vegetales del hogar. Aunque se han usado la composta y el compostaje en biorremediación, la vermicomposta y el vermicomposteo todavía no. Se espera, sin embargo, que su empleo sea un gran éxito (University of East Anglia, 2003).

Vermicompost es un residuo orgánico con el adecuado laboreo y compostaje; es utilizado como sustrato y hábitat para la lombriz californiana, la cual transforma mediante su ingesta y excreta, en un extraordinario enmendante fertilizador. El humus de lombriz es un fertilizante bio-orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, similar a la borra del café. Es un producto terminado, muy estable, imputrescible y no fermentable (Emisor, s.f).

b. Incorporación de residuos vegetales (Aceves, s.f).

En la incorporación de residuos vegetales se han considerado dos grandes grupos:

- i. Incorporación de abonos verdes.
- ii. Incorporación de residuos de cosechas, tales como: pajas, hojas de árboles, cascarilla de arroz y derivados de la caña de azúcar, entre otros.

i. Incorporación de abonos verdes.

Usualmente, la incorporación de abonos verdes se efectúa como medida post-recuperativa o como auxiliar de otros métodos, aunque en casos excepcionales ha recuperado suelos por sí solos; sin embargo, en estos casos ha dependido del tipo de abono verde y del grado de ensalitramiento del suelo.

Para tal práctica, se utilizan plantas resistentes a la sodicidad, de preferencia plantas nativas, de entre las cuales la que mejor resultado práctico ha dado, es el "Jantar" o "Dhaincha" (*Sesbania* spp), debido a su alto contenido de calcio, alta capacidad amortiguadora y su jugo ácido.

Sesbania spp. son muy efectivos en reducir la sodicidad y la salinidad, y el fin de su uso es dejar al suelo en estado tal que los cultivos menos resistentes a condiciones de ensalitramiento puedan establecerse. Es de hacer notar que el Dhaincha es sensible a suelos salinos y sódicos en su etapa de germinación.

En estudios de laboratorio de Banerjee (citado por Aceves, s.f.) se ha encontrado que una adición del 1 % del peso del suelo de *Sesbania*, incrementó considerablemente el contenido del calcio intercambiable y se disminuyó el pH; asimismo, hubo un aumento de dos a diez veces la cantidad normal de raíces en el suelo con efecto similar.

Algunos investigadores recomiendan también el uso de *Argemone mexicana* (chicalote) para recuperar dichos suelos, pero Kanwar y Raychandhuri (citados por Aceves, s.f.) al hacer estudios más a fondo, no reportaron beneficios especiales, salvo los mismos efectos que cualquier otro abono verde.

En suelos sódico-arcillo-limosos y sódico-migajón-arenosos se estudió el efecto de agregar materia orgánica como abono verde, comparado bajo condiciones de saturación y aireación, usando la misma cantidad de agua de lavado. Se encontró que el sodio intercambiable disminuyó en mejor grado bajo condiciones de saturación, superándose en presencia de la materia orgánica.

Por otra parte, la incorporación de algas marinas al suelo, aumentó las cosechas y mejoró la calidad de los frutos por los nutrientes que aportan y por otras 27 substancias como reguladores de crecimiento que incluyen agentes quelantes, vitaminas, enzimas y compuestos biocidas que controlan plagas y enfermedades. Su

uso, substituye a muchos insumos químicos, favoreciendo así la agricultura sustentable. Las algas marinas se aplican en la agricultura en forma de extractos y de polvos solubles. Por las enzimas que contienen se generan o activan reacciones hidrolíticas mejorando la textura del suelo; se hidrolizan enzimáticamente compuestos no solubles del suelo, desmineralizándolo, y desintoxicándolo y desalinizándolo (Controladores Biológicos, s.f).

ii. Incorporación de residuos de cosechas.

Entre los residuos más comunes que se usan con fines de recuperación está, en primer lugar, la caña de azúcar en sus tres variantes: paja, bagazo y cachaza; también la cascarilla de arroz y las pajas de gramíneas en general.

Cuando se utilizan la paja y el bagazo, se recomienda desmenuzarlos y picarlos antes de incorporarlos a la capa arable, eliminando de la paja los materiales leñosos y adicionándoseles nitrógeno para acelerar la descomposición. El bagazo es la caña molida y contiene aún entre 40 y 50 % de humedad.

La cachaza es un residuo del ingenio, compuesto de una mezcla de fibras de caña, sacarosa, coloides coagulados, con ceras y albuminoides, fosfatos de cal (la cal se añade para neutralizar el jugo ácido de la caña), arena y tierra. Es un material negro, esponjoso, hidrófilo, amorfo y liviano, con alto porcentaje de materia orgánica y calcio.

Experiencias de campo muestran que en Hawai (EUA), la adición de 125-180 t ha⁻¹ de bagazo o paja es efectiva para mejorar las condiciones físicas y mantener la humedad de los suelos sódicos; con adición de yeso se han recuperado estos suelos en la República Dominicana y en Puerto Rico, observándose que con 250 t ha⁻¹ de cachaza se recuperan suelos salinos improductivos hasta hacerlos producir caña de azúcar.

La ventaja de estos materiales es que son muy baratos y abundantes en las zonas cañeras. Su desventaja es que sólo son aplicables a esas zonas.

Otro material empleado es la cascarilla de arroz, también efectiva para disminuir el pH, grado de sodificación, coeficiente de dispersión y sales solubles. Su aplicación genera un aumento en los rendimientos de los cultivos con adiciones de 2 % del peso del suelo.

Entre otros materiales que se pueden usar están las pajas de gramíneas y las hojas de árboles como fuente orgánica, los cuales han dado resultados semejantes a los anteriores.

2.5.6.3. Efectos de los cultivos y la materia orgánica sobre el régimen de humedad del suelo.

Los cultivos y la materia orgánica influyen en el régimen de humedad del suelo. Su acción se observa en los efectos que tienen sobre la evaporación, la capilaridad y el nivel freático de las aguas.

Estos efectos pueden manifestarse en la formación de un colchón de materia orgánica (mulch), sobre la superficie del suelo, con cultivos de cobertera, o en simple incorporación de materia orgánica, sea de origen animal o vegetal en la capa arable.

Hardan (citado por Aceves, s.f.) experimentó el efecto de la vegetación (cultivo de cobertera) y de la cobertura ("mulching") sobre la salinización de terrenos laborables, en los cuales el drenaje no era adecuado y existía un manto freático salino y elevado, y en los que los sistemas de labranza son poco practicados, y las tierras permanecen sin uso, cubiertas sólo con la vegetación natural.

Simulando condiciones de campo, se experimentó en 20 bancales de concreto de 1.0m² de área y 1.5 m de profundidad, usándose un suelo normal al que se le acondicionó un manto freático continuo a 0.5 m y 1.0 m de profundidad. Se realizaron los siguientes tratamientos:

A – Bancales – desnudos

B – Bancales – con cobertura

C – Bancales – con vegetación natural (cobertera)

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los bancales con vegetación natural no formaron costras salinas en la superficie y se acumuló mucho menos sal en la capa superficial, a pesar del uso de agua más altamente salina que en los tratamientos A y B.
- La presencia de la vegetación natural tuvo su efecto en reducir la precipitación del CaCO_3 y CaSO_4 en la franja capilar; sin embargo, la precipitación de estos compuestos se incrementó en la superficie del suelo.
- Las sales de SO_4^- predominaron en la superficie del suelo en A. Mientras que las sales de Cl^- fueron dominantes en las superficies bajo cobertura y vegetación.
- El peligro del desarrollo de un suelo sódico fue menor bajo tratamiento C, enseguida B y el de mayor peligro fue bajo el tratamiento A.

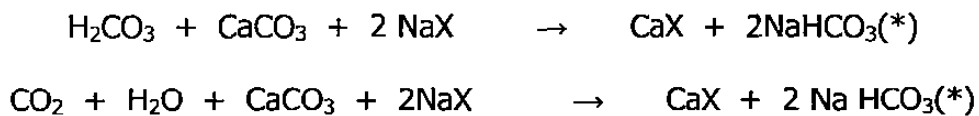
Desai (citado por Aceves, s.f.) demostró que en suelos salinos, a los que se les cubrió con un "colchón" en época de sequía, elevaron menos su contenido salino en la capa superficial que en suelos descubiertos. Asimismo, se observó que en época de lluvias, se lavaron menos sales en el suelo y el "colchón" controló el movimiento de sales durante la sequía; pero en la época de lluvias, el "colchón" impidió el lavado; lo que sugiere que el "colchón" deba aplicarse en las épocas secas y removerse durante la temporada de lluvias.

Carter y Fanning (1964) establecieron experimentos con una cubierta de trozos de algodón y arbustos de 7.5 cm hasta 12.5 cm del grosor (más o menos 90 t ha^{-1}) en un suelo salino infértil. Con lavados periódicos, se observó que hubo mayor remoción de sales en los suelos tratados que en suelos desnudos, debido aparentemente a que la evaporación se redujo bajo la cubierta y hubo una disminución del movimiento ascendente del agua y de sales; asimismo, bajó la concentración salina hasta 150 cm de profundidad en el suelo tratado, y hasta 60 cm en el suelo desnudo.

Los estudios de Blizhin (citado por Aceves, s.f.) con plantas cultivadas, mostraron que su mayor efecto lo tienen en la formación del sombreado del suelo (impidiendo la evaporación) y en la formación de una estructura granular que disminuye la capilaridad (y con ello la acumulación de sales en la superficie), y por la transpiración de su área foliar que ayuda a mantener y/o a disminuir el nivel freático de los suelos. Como ejemplo de lo anterior, Petrosyan (citado por Aceves, s.f.) estableció alfalfa después del lavado, en suelos con aguas subterráneas débilmente mineralizadas para prevenir la salinidad por capilaridad, detener la evaporación, controlar el régimen de humedad y regular el régimen salino, ya que en pruebas de campo e invernadero, los cultivos muestran un efecto favorable en el régimen del agua de suelo, reduciendo el flujo de humedad al horizonte de evaporación.

2.5.6.4. Efecto combinado del establecimiento de vegetación y adiciones de materia orgánica sobre el sodio adsorbido del suelo.

El efecto sobre el sodio adsorbido se hace patente sólo en presencia de CaCO_3 , el cual reacciona con el H_2CO_3 y CO_2 producidos en la descomposición de la materia orgánica, y la respiración de las raíces de las plantas, según las reacciones siguientes:



(*) El NaHCO_3 puede eliminarse por lavado.

Lo anterior es posible ya que tanto el CO_2 como el H_2CO_3 generados, facilitan la disolución del CaCO_3 y el desplazamiento de sodio adsorbido en la fracción coloidal. Sin embargo, Bower (1959) consideró que el efecto benéfico principal no es el mencionado, sino el efecto de la acción física de las raíces para mejorar la permeabilidad y la lixiviación del suelo.

En Fresno, California, se recuperaron suelos ensalitrados debido al efecto del CO_2 producido por el zacate bermuda.

En resumen, de todo lo que se ha mencionado sobre el método biológico, se ha asumido que tanto la materia orgánica como los cultivos, muestran sus principales efectos benéficos en la recuperación de los suelos salinos y sódicos, en:

- a) El mejoramiento de la permeabilidad del suelo;
- b) La liberación de CO_2 y la formación de H_2CO_3 durante la respiración y la descomposición.
- c) Evitando la evaporación excesiva, así como el movimiento capilar.

El método biológico de recuperación de suelos salinos y/o sódicos, como fue definido en el apartado 2.5.6., con todas sus variantes, raramente se utiliza como método único; es más bien auxiliar de los métodos químicos e hidrotécnicos, y su práctica requerida o recomendada para efectos de post-recuperación. Su ventaja reside en la amplitud de su aplicación económica y muy favorable en la desalinización y desodificación del suelo, pudiendo utilizarse para ello una gama de cultivos y plantas nativas resistentes. Lo anterior ha permitido que se recomiende en cualquier trabajo de rehabilitación y/o control de suelos ensalitrados (Aceves, s.f.).

2.6. Agricultura Orgánica.

La agricultura intensiva moderna se caracteriza por el empleo de sistemas tecnológicos que utilizan plantas muy especializadas, y una alta cantidad de insumos como fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, antibióticos, maquinaria agrícola y energía fósil. Una alta y destructiva mecanización, el monocultivo, la concentración de la tierra y animales en grandes agroempresas y la producción para la explotación, también son características de esta "Agricultura Moderna". Desde una visión

ecológica, las técnicas agrícolas introducidas, así como el afán de lucro de los grandes productores, y la necesidad de subsistencia de la grandes masas campesinas desplazadas hacia zonas marginales que no tienen una aptitud para la actividad agrícola, ha dado como consecuencia una grave deforestación del planeta, un aumento de la erosión y la pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que se apoya en lo posible, en la rotación de cultivos, en la incorporación de residuos de cultivos, abonos animales, abonos verdes, desechos orgánicos provenientes de fuera del predio, labranza mecánica y control biológico de plagas (insectos, patógenos y malezas). Se evita o restringe el uso de fertilizantes y pesticidas químicos sintéticos, reguladores del crecimiento y aditivos al forraje del ganado (Granados y López, s.f.).

En la agricultura orgánica para el crecimiento y desarrollo de los cultivos se utiliza una variedad de opciones tecnológicas con el propósito de producir alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana, e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos. En la agricultura orgánica se comparten los principios de la agricultura natural, ecológica, biodinámica y biológica, promoviendo la sustentabilidad de los sistemas agrícolas desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social (Toyes, 1997 y García, 1993).

Fierro *et al.* (2000) desarrollaron un trabajo utilizando estiércol de bovino fresco para la producción de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) durante dos ciclos. En el primer ciclo el rendimiento más alto fue el de 600 t ha⁻¹ de estiércol con un rendimiento de 136 t ha⁻¹ de nopal verdura, contra 65.98 t ha⁻¹ para el de 100 t ha⁻¹ de estiércol. En el segundo ciclo por exceso de lluvia los tratamientos de 200, 300 y 400 t ha⁻¹ de estiércol produjeron lo mismo. Es importante destacar que no se aplicaron compuestos inorgánicos ni pesticidas y fue redituable este tipo de agricultura orgánica.

La posibilidad del uso de los biofertilizantes y de fertilizantes orgánicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) es muy amplia; su uso en forma combinada favorece la actividad microbiana, la conservación del suelo y el incremento en la producción de grano. En un experimento practicado por López *et al.* (2003) encontraron en la variedad Alteño 2000, el tratamiento testigo fertilizado con la dosis 40-40-00 logró un rendimiento de 1,420 kg ha⁻¹, en tanto que el testigo absoluto obtuvo 1,100 kg Ha⁻¹. El efecto variedad se mostró superior en Bayo Inifap (1,902 kg ha⁻¹) comparada con la variedad Alteño 2000 (1,100 kg ha⁻¹). El rendimiento de grano más alto, por efecto de la aplicación de composta, se mostró cuando se aplicaron 8 t ha⁻¹ en la variedad Alteño 2000 (2,200 kg ha⁻¹). El efecto de la interacción: composta (8 t ha⁻¹) X Micorriza X *Rhizobium*, logró un rendimiento de 2,283 kg ha⁻¹ en la variedad Alteño 2000.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características Generales del Área de Estudio.

3.1.1. Ubicación de los Experimentos.

La presente investigación se realizó durante el ciclo otoño – invierno 2000 y primavera-verano 2001 en la comunidad de Santa María La Floreña, municipio de Pesquería, N. L., y también para el ciclo primavera-verano 2001, en la Facultad de Agronomía , Municipio de Marín, N. L., el primero tiene las siguientes coordenadas geográficas: 25°47' latitud norte y 100°03' longitud oeste, con un altura sobre el nivel medio del mar de 330 m; y el segundo con coordenadas geográficas 25°53' latitud norte y 100°02' longitud oeste y con altura de 367 msnm. Los dos municipios pertenecen al distrito de riego de Apodaca, reconocidos así por la SAGARPA (Torres, 1992).

3.1.2. Clima.

El clima que predomina en esta región de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (1973), es BS1 (h') h'x'e' esto es:

BS1= Es un clima semiseco cálido.

(h')h= Condición de temperatura cálida, con una temperatura media anual sobre 22°C y la temperatura del mes más frío abajo de los 18°C

x' = El régimen de lluvias es intermedio entre verano e invierno, con un 18% de lluvia invernal.

e' = Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 14°C, siendo muy extremoso.

La precipitación media anual en la región es de 500 mm; aunque con una máxima de 600 mm y una mínima de 300 mm, donde la mayor parte se distribuye en los meses de agosto a octubre.

3.1.3. Suelo.

Los suelos de las áreas de estudio son típicos de las regiones semiáridas, ligeramente alcalinos con valores de pH que fluctúan entre 7.5 y 8.5; además son pobres en su contenido de materia orgánica (1-2%) y el elevado contenido de CaCO_3 (> de 10%). Su textura es arcillosa y franca, de color negro, gris oscuro de origen aluvial, los cuales presentan grandes grietas en períodos de sequía y algunos problemas de salinidad (Longoria, 2000).

3.1.4. Elección del sitio de siembra.

Se monitorearon tres parcelas en el área de Santa María La Floreña perteneciente al municipio de Pesquería, N. L.; de diferentes productores realizando muestreos de suelo a diferentes profundidades (0-30 y 30-60 cm) con barrena de caja, con el propósito de determinar en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de

Agronomía de la UANL, los niveles de salinidad, eligiendo de esta manera el área representativa para el estudio.

En el Cuadro 1A del Apéndice se presentan los resultados de los análisis de la conductividad eléctrica y el pH realizados en 54 muestras. Asimismo se obtuvieron dos muestras de suelo a profundidades de 0-30 y 30-60 cm, para determinar sus propiedades físicas y químicas (Cuadro 2A y 3A). Las primeras 18 muestras corresponden al predio del productor Sr. Arnulfo Pérez, las siguientes 18 al predio del agricultor Sr. Moisés Pérez y las últimas 18 corresponden al predio del agricultor Sr. Rodolfo Elizondo. La selección del sitio de siembra fue en base a los datos reportados de conductividad eléctrica obtenidos de los análisis; seleccionando al agricultor Sr. Arnulfo Pérez López con los datos de CE más altos, definiendo de esta manera el lugar de siembra para establecer el bioensayo.

3.2. Materiales.

3.2.1. Selección de los genotipos.

Los materiales genéticos utilizados en el primer ciclo de siembra otoño-invierno (2000-2001) se seleccionaron como cultivos tradicionales al trigo (cv. Choice) y la avena (cv. L-138 línea experimental de la FAUANL) por ser los cultivos de mayor área sembrada en este distrito; como cultivares de alternativa se eligió a la cebada (cv. Esperanza) y a la remolacha forrajera (cv. Eckendorfer), dos cultivos que pueden

ofrecer una mejor adaptabilidad a la problemática de salinidad que los tradicionales. Para el segundo ciclo de siembra primavera-verano (2001) se eligieron como cultivos tradicionales al maíz (cv. Aspros) y sorgo (cv. Pronase) y como cultivos alternativos se seleccionaron al mijo perla (cv. Población B7), oca (cv. Spinneless), girasol y algodón. A cada uno de los genotipos utilizados se le determinó el porcentaje de germinación (Cuadro 4A).

3.2.2. Mejoradores del suelo elegidos.

Con respecto a los mejoradores orgánicos del suelo utilizados fueron: Organodel, Green Turf, Vermicompost y Algaenzims y como fertilizante químico Urea (46-0-0), producto utilizado por los productores y elegido en el proyecto como referencial en el estudio.

3.2.3. Elección de macetas.

Para realizar el bioensayo a nivel maceta se eligieron botes de plástico de 19 litros llevando a cabo perforaciones para permitir el drenaje, esto solamente se practicó para el ciclo (primavera-verano 2001) utilizando 108 macetas para tierra y agua del Municipio de Pesquería y 108 macetas para tierra y agua del Municipio de Marín.

3.3. Metodología.

3.3.1. Ciclo de Siembra Otoño-Invierno 2000-2001 en Pesquería, N. L. (Experimento 1).

3.3.1.1. Modelo y Diseño Estadístico.

Los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el Paquete de Diseños Experimentales F.A.U.A.N.L. Versión # 2.5 (Olivares, 1994); así como, por el paquete "Statistical Analysis System" (SAS) (Camacho *et al.*, 1992).

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones con arreglo en parcelas divididas. En la parcela grande se ubicaron los cultivos (genotipos) y en la parcela chica los tratamientos al suelo; distribuyéndoles en dos momentos; a la siembra y a la floración. Las variables se analizaron de acuerdo con el siguiente modelo:

$$\text{MODELO: } Y_{ijk} = \mu + \beta_i + G_j + E_{ij}(a) + T_{Sk} + (GXTS)_{jk} + E_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk} es la observación del tratamiento al suelo k con el cultivo j en el bloque i

μ es la media verdadera general

β_i	es el efecto del bloque i
G_j	es el efecto del genotipo j
$E_{ij}(a)$	es el error experimental de las parcelas grandes
TS_k	es el efecto de abono orgánico
GTS_{jk}	es el efecto de la interacción del genotipo j en el tratamiento al suelo k
$E_{ijk}(b)$	es el error experimental de las subparcelas (o parcela chica)

Para cada una de las variables de estudio en el experimento, se probaron las siguientes hipótesis estadísticas:

$H_0: G_1 = G_2 = \dots = G_a$ vs $H_a: \text{Al menos un genotipo es diferente}$

$H_0: TS_1 = TS_2 = \dots TS_b$ vs $H_a: \text{Al menos un tratamiento al suelo es diferente}$

$H_0: \text{No hay interacción } G \times TS$ vs $H_a: \text{Si hay interacción } G \times TS$

3.3.1.2. Preparación del suelo.

Se realizó un barbecho seguido de rastra y cruza para preparar la cama de siembra en el mes de diciembre del 2000.

3.3.1.3. Dosificación de la semilla.

Se pesó la semilla de cada cultivo para cada unidad experimental etiquetando el nombre del cultivo así como con el tratamiento que se iba a combinar y con la repetición que le correspondía.

En este ciclo, las semillas se prepararon en base a las recomendaciones siguientes: para trigo, cebada y avena, 100 kg ha⁻¹ y remolacha a 25 kg ha⁻¹.

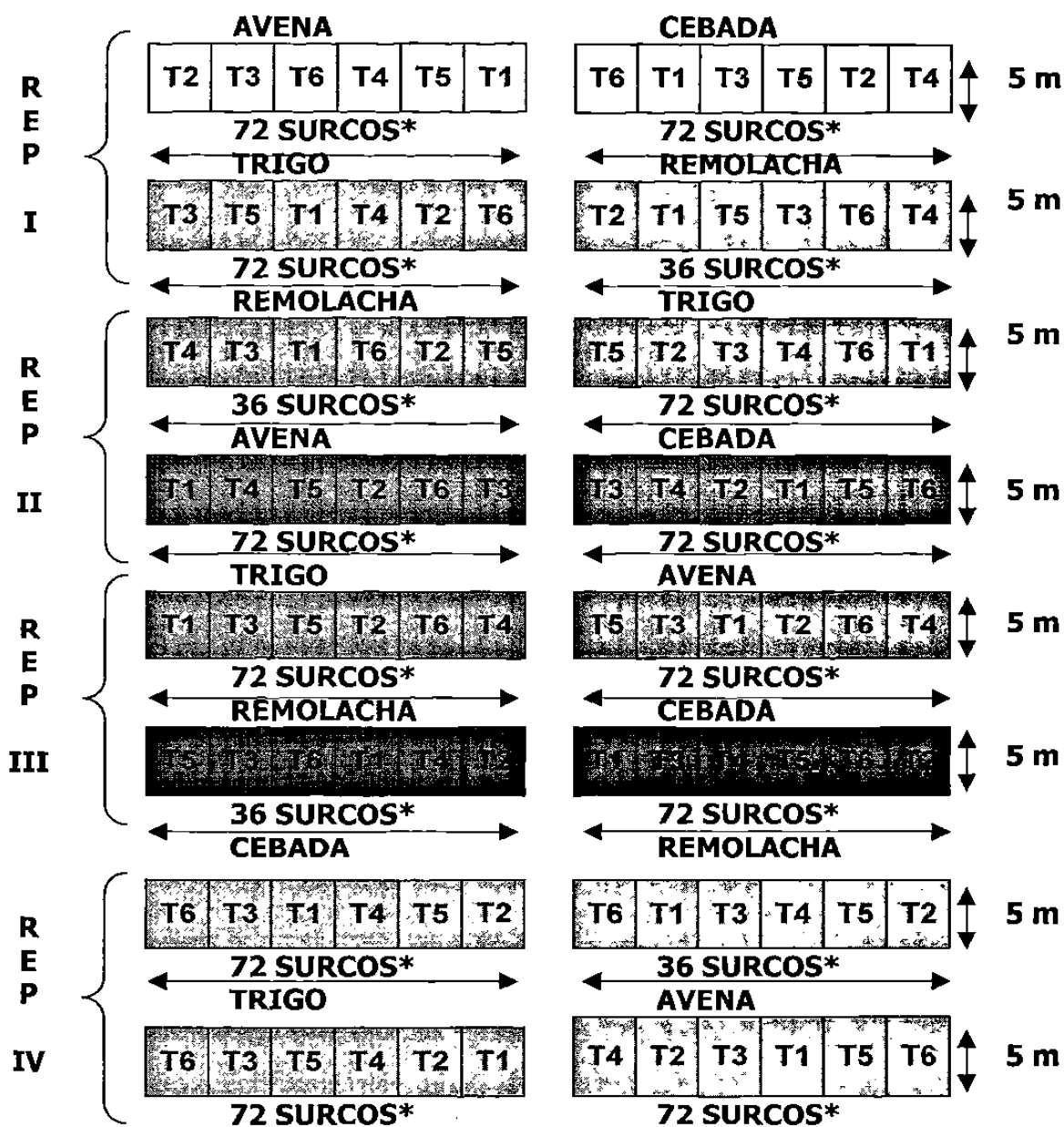
3.3.1.4. Pesado de mejoradores del suelo.

Se cuantificaron tomando en consideración las recomendaciones comerciales de cada producto; se procedió a la determinación de la cantidad de cada mejorador, pesando la dosis de cada uno a aplicar en cada unidad experimental, etiquetando el nombre del mejorador (tratamiento) así como para el cultivo y repetición que le correspondía.

Las preparaciones de los productos se hicieron en base a las recomendaciones siguientes: Organodel 6 t ha⁻¹, Vermicompost 5 t ha⁻¹, Green Turf 1.2 t ha⁻¹, Algaenzims 2 L ha⁻¹ y Urea 200 kg ha⁻¹.

3.3.1.5. Delimitación del área de siembra.

Se procedió a delimitar las parcelas y subparcelas de acuerdo al diseño estadístico utilizado (bloques al azar con arreglo en parcelas divididas) y al croquis correspondiente (Figura 1).



* 40 cm entre surcos para gramíneas y 80 cm para remolacha.

T1= Organodel, T2= Algaenzims, T3= Green Turf, T4= Vermocomposta , T5= Urea , T6= Testigo

FIGURA 1. Croquis alusivo a la distribución de parcelas y subparcelas en campo para el experimento 1, Otoño-Invierno 2000-2001.

Surcos por unidad experimental: 12 surcos de 40 cm de ancho y 5 m de longitud para trigo, cebada y avena, y 6 surcos de 80 cm de ancho y 5 m de longitud para remolacha azucarera. En base a esto, el tamaño de la unidad experimental fue de 5 m de largo por 4.8 m de ancho y con un área total de 24 m².

3.3.1.6. Siembra.

La siembra se realizó el día 20 de diciembre del 2000, abriendo primeramente con tractor el surco utilizando una reja pequeña. En forma manual se fue depositando la semilla a chorrillo ligero en el fondo del surco para el caso de las gramíneas. Para el caso de la remolacha azucarera, se depositaron tres semillas por punto a 25 cm de distancia entre plantas. Enseguida, las semillas se taparon con tierra utilizando un azadón.

3.3.1.7. Adición de tratamientos (productos orgánicos).

Inmediatamente después de la siembra, se procedió a la aplicación de los tratamientos sobre los surcos de siembra aplicando el producto según la distribución de los tratamientos en base al croquis de la Figura 1, y en base a las recomendaciones de las casas comerciales con respecto a la cantidad a aplicar por hectárea. Después de la aplicación del producto se procedió a dar un tapado ligero de los mismos.

Para el caso de Algaenzims, debido a que es un producto líquido, el proceso de aplicación fue utilizando una mochila. El producto se preparó de acuerdo a las recomendaciones comerciales, diluido en agua.

La aplicación total de los productos orgánicos se distribuyó en dos fechas: la primera al momento de la siembra, y la segunda alrededor de la floración (20 de marzo). Para la aplicación de los productos en la segunda fecha, fue necesario abrir el surco en forma manual utilizando talaches. Este procedimiento se realizó con la finalidad de poder incorporar el producto con mayor facilidad al suelo y evitar pérdidas por evaporación o arrastre en el suelo al momento del riego.

3.3.1.8. Riegos.

A los diez días después de la siembra se aplicó el primer riego a las unidades experimentales (30 de diciembre de 2000). Sin embargo, fue necesaria la aplicación de dos riegos más durante el ciclo de cultivo (1 de febrero y 24 de marzo del 2001). La forma del riego fue utilizando agua rodada por inundación de las parcelas.

Al momento del riego, se colectaron muestras de agua en botellas de vidrio especial y perfectamente selladas, posteriormente fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía de la UANL para el análisis respectivo (Cuadros 5A, 6A y 7A del Apéndice).

3.3.1.9. Control de plagas.

Durante el desarrollo del cultivo, fue necesaria la aplicación de Sevin 80 a dosis de 1.8 g L^{-1} de agua en dos ocasiones con el propósito de controlar pulga saltona, la cual se presentó a los 35-40 días después de la siembra.

3.3.1.10. Cosecha.

La cosecha del experimento se realizó el día 30 de marzo del 2001. Para determinar el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento de los cultivos utilizados, esta actividad se realizó en dos formas, dependiendo del tipo de cultivo.

Las gramíneas (trigo, avena y cebada) se cosecharon cortando a nivel del suelo las plantas de los seis surcos centrales. Con la remolacha se corto primero a ras del suelo la parte área de la planta de los cuatro surcos centrales y luego con una pala se extrajo su raíz. Todos los materiales se pusieron a secar y se les determinaron peso seco total e índice de cosecha.

Al momento de cosechar se tomaron muestras de suelo del nivel 0-30 para determinar conductividad eléctrica y pH (Cuadro 8A).

3.3.1.11. Los parámetros determinados fueron:

- Altura promedio de la planta. Se determinó la altura promedio de las plantas en cm, midiendo 10 plantas del surco central en cada una de las unidades experimentales.
- Peso seco total. Se cosecharon los seis surcos centrales, cortando las plantas al ras, embolsándolas y poniéndolas a secar a 70°C por 24-36 h. Ya secas se pesaron en gramos.
- Número de tallos o plantas. Previo a cosechar los seis surcos centrales, se contaron todas las plantas o tallos que habría en ellos. Esto se hizo con las gramíneas.
- Índice de cosecha. Este índice está dado por la proporción: Rendimiento económico/Rendimiento biológico, y se determinó después de conocer los valores de ambos factores después de la cosecha.

3.3.2. Ciclo de Siembra Primavera – Verano 2001 en Pesquería, N. L. (Experimento 2).

3.3.2.1. Modelo y Diseño Estadístico.

Los análisis estadísticos se ejecutarían mediante el Paquete de Diseños Experimentales F.A.U.A.N.L. Versión # 2.5 (Olivares, 1994); así como, por el paquete "Statistical Analysis System" (SAS) (Camacho *et al.*, 1992).

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones con arreglo en parcelas divididas. En la parcela grande se establecieron los cultivos (genotipos) y en la parcela chica los tratamientos al suelo, aplicándose en dos momentos: a la siembra y a la floración. Las variables se analizarían de acuerdo al siguiente modelo:

$$\text{MODELO: } Y_{ijk} = \mu + \beta_i + G_j + E_{ij}(a) + T_{Sk} + (G \times T)_{jk} + E_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk} es la observación del tratamiento al suelo k con el cultivo j en el bloque i

μ es la media verdadera general

β_i es el efecto del bloque i

G_j es el efecto del genotipo j

$E_{ij}(a)$ es el error experimental de las parcelas grandes

T_{Sk} es el efecto de abono orgánico

$(G \times T)_{jk}$ es el efecto de la interacción del genotipo j tratamiento al suelo k

$E_{ijk}(b)$ es el error experimental de las subparcelas (o parcela chica)

Para cada una de las variables de estudio en el experimento, se probarían las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: $G_1 = G_2 = \dots = G_a$ vs Ha: Al menos un genotipo es diferente

Ho: $TS_1 = TS_2 = \dots = TS_b$ vs Ha: Al menos un tratamiento al suelo es diferente

Ho: No hay interacción G x TS vs Ha: Si hay interacción G x TS

3.3.2.2. Preparación del suelo.

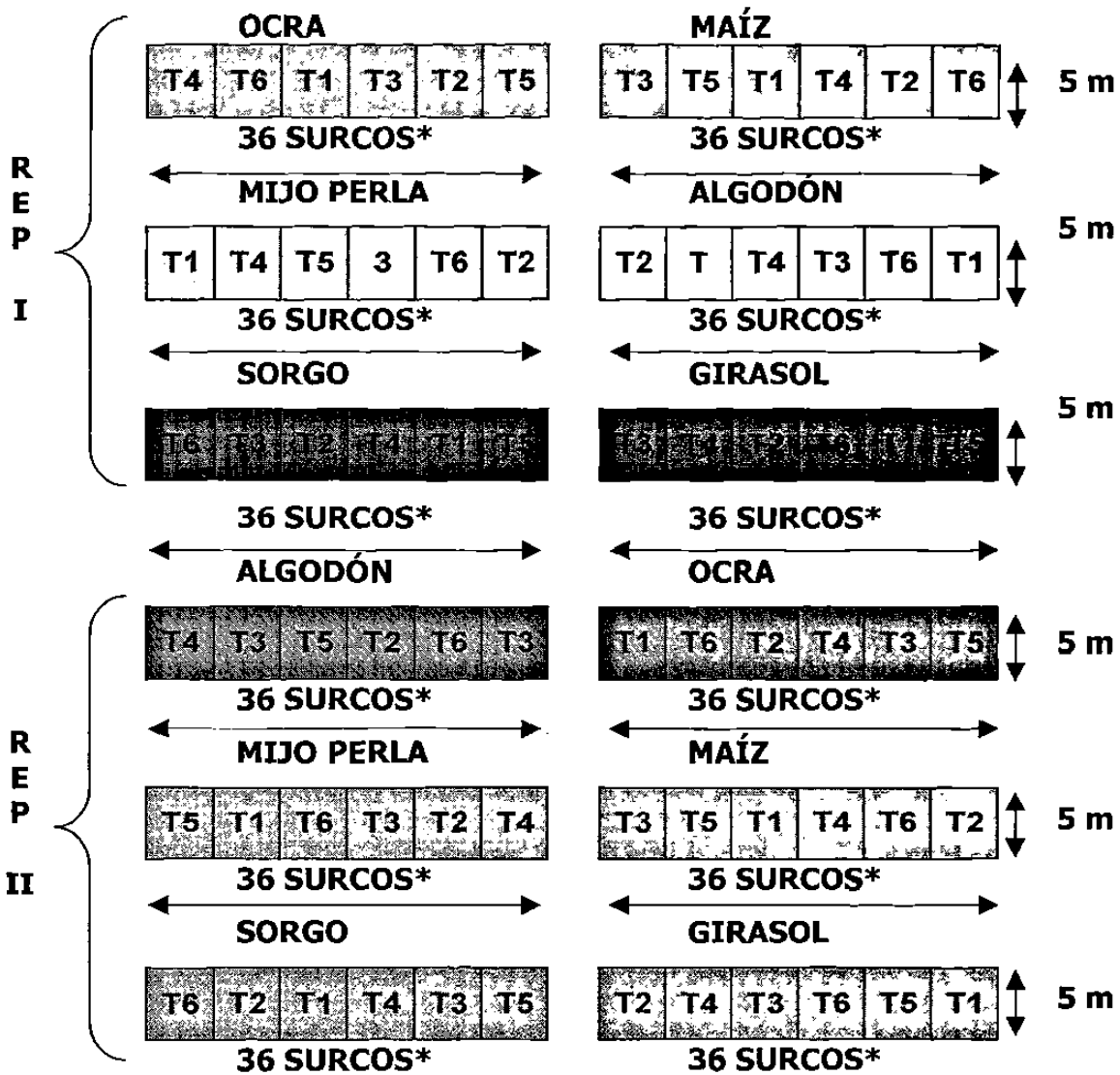
Se realizó un barbecho, seguido de rastra y cruza para preparar la cama de siembra, similar a la realizada en el ciclo de otoño del 2000. El análisis de suelo del Cuadro 1A es válido también para este experimento.

3.3.2.3. Dosificación de la semilla.

Se pesó la semilla de cada cultivo para cada unidad experimental, etiquetando el nombre de cada especie vegetal, así como con el tratamiento que se iba a combinar, y con la repetición que le corresponda de acuerdo al croquis diseñado (Figura 2). El pesado de la semilla se hizo en base a las siguientes recomendaciones de siembra: para maíz 16 kg ha^{-1} , sorgo y mijo 10 kg ha^{-1} , algodón, oca y girasol 14 kg ha^{-1} . Así mismo, los resultados de la determinación del porcentaje de germinación están incluidos en el Cuadro 4A del Apéndice.

3.3.2.4. Pesado de mejoradores del suelo.

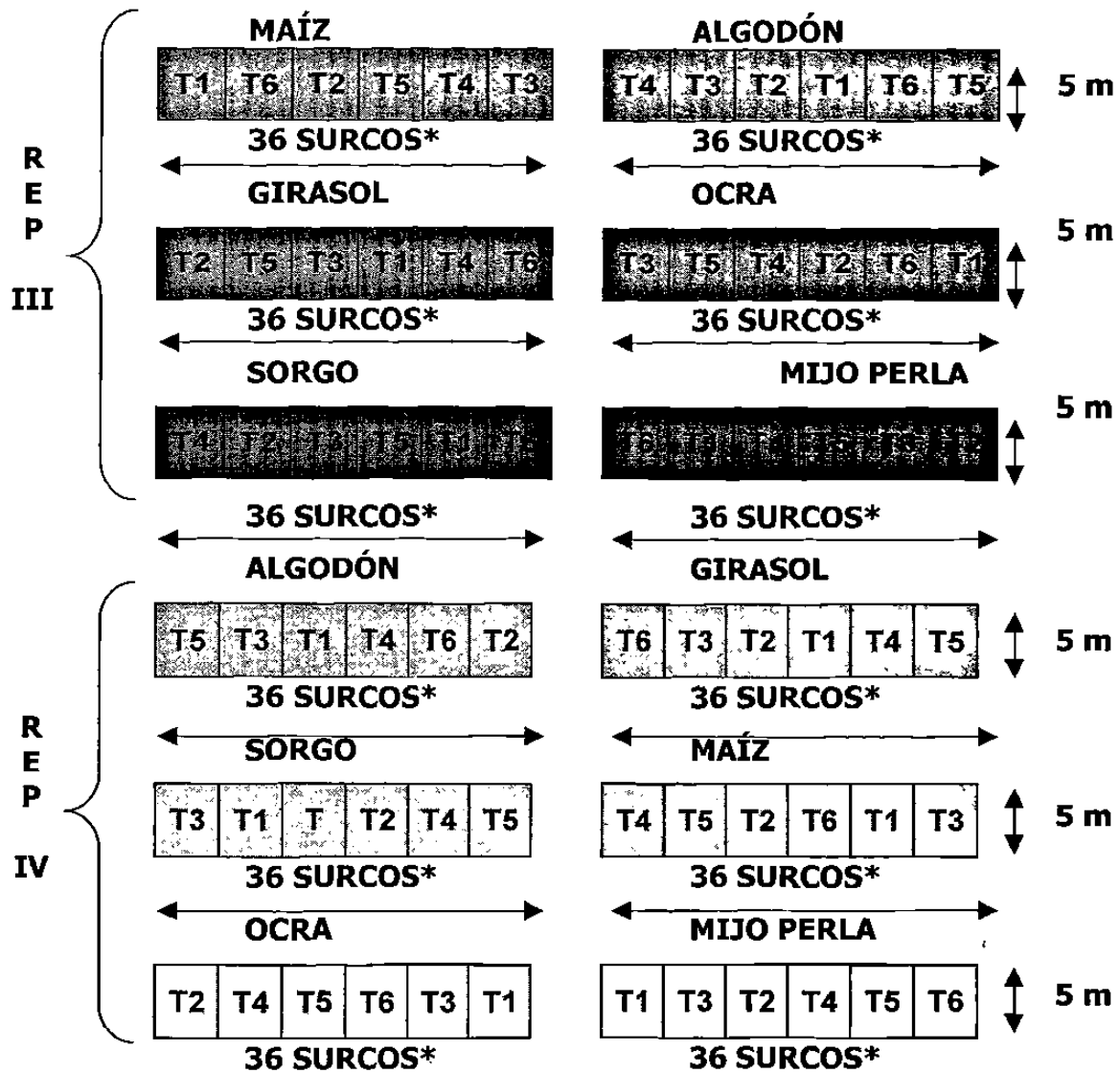
Se determinó la cantidad de cada mejorador pesando la dosis de cada uno y para cada unidad experimental, etiquetando el nombre del mejorador (tratamiento)



* Surcos de 80 cm

T1= Organodel, T2= Algaenzims, T3= Green Turf, T4= Vermocomposta, T5= Urea, T6= Testigo

Figura 2. Distribución en campo de genotipos y tratamientos del experimento 2 en primavera-verano 2001 Pesquería, Nuevo León.



* Surcos de 80 cm

Figura 2. Continuación...

así como para el cultivo y repetición que le correspondía previamente diseñado, al igual que en el experimento de otoño-invierno del 2000-2001, las dosis que se prepararon fueron en base a las siguientes recomendaciones: Organodel 6 t ha⁻¹, Vermicompost 5 t ha⁻¹, Green Turf 1.2 t ha⁻¹, Algaenzims 2 L ha⁻¹ y la Urea 200 kg ha⁻¹.

3.3.2.5. Delimitación del área de siembra.

Se procedió a delimitar la parcela y subparcelas de acuerdo al croquis diseñado con anterioridad al establecimiento del bioensayo, y respetando el diseño experimental propuesto (parcelas divididas) utilizando cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de seis surcos de ancho por cinco metros de largo. Los surcos estuvieron espaciados 0.80 m, por lo que las dimensiones de la unidad experimental fueron de 4.8 m de ancho por 5 m de largo con un área total de 24 m² (Figura 2).

3.3.2.6. Siembra.

La siembra se realizó el día 7 de abril del 2001 con una sembradora de tipo experimental, de cuatro botes, diferente a la utilizada en el experimento de otoño-invierno del 2000-2001. Los sobres con la semilla se acomodaron de acuerdo al movimiento del tractor, utilizando cajas de madera para tipificar los sobres que se usaron al momento de la siembra. Al final de ésta, las parcelas quedaron distribuidas de acuerdo al croquis correspondiente (Figura 2).

3.3.2.7. Adición de tratamientos.

Inmediatamente después de la siembra, se procedió a la aplicación de los tratamientos de acuerdo al croquis experimental, y en base a las recomendaciones comerciales de los productos. Debido a que el surco estaba recién formado por el paso de la sembradora, lo que se hizo fue distribuir los diferentes productos principalmente en el fondo del surco, para después proceder al tapado de los mismos con tierra utilizando azadones.

3.3.2.8. Riego.

Con la finalidad de contar con una humedad adecuada al momento de la siembra y facilitar el proceso de germinación, se realizó un riego de presiembra con agua rodada el 31 de marzo del 2001. Al igual que en el experimento anterior, se realizó la toma de la muestra respectiva, para llevar a cabo el análisis correspondiente en el laboratorio.

3.3.2.9. Cosecha.

La cosecha del experimento se realizaría en agosto del 2001. Para determinar el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento de los cultivos utilizados, se cosecharían las plantas a nivel del suelo de los seis surcos centrales y se pondrían a secar, determinándoles peso seco total e índice de cosecha.

3.3.2.10. Los parámetros a determinar serían:

- Altura promedio de la planta. Se determinaría la altura promedio de las plantas en cm con una regla métrica, midiendo 10 plantas del surco control en cada una de las unidades experimentales.
- Peso seco total. Se cosecharían los seis surcos centrales, cortando las plantas al ras, embolsándolas y poniéndolas a secar a 70°C por 24-36 h. Ya secas se pesarían en gramos.
- Número de tallos o plantas. Previo a la cosecha en los seis surcos centrales, se contarían todas las plantas o tallos que habría contenidos en ellos. Esto se haría con las gramíneas y el algodón.
- Índice de cosecha. Este índice está dado por la proporción: Rendimiento económico/Rendimiento biológico, y se determinaría después de conocer los valores de ambos factores durante la cosecha.

3.3.3. Ciclo de Siembra Primavera-Verano 2001 en Macetas en Marín, N. L. (Experimento 3).

3.3.3.1. Diseño Experimental.

Los análisis estadísticos se ejecutarían mediante el Paquete de Diseños Experimentales F.A.U.A.N.L. Versión # 2.5 (Olivares, 1994); así como, por el paquete "Statistical Analysis System" (SAS) (Camacho *et al.*, 1992).

Para este experimento se utilizaron dos diseños experimentales:

1) Bloques completos al azar con tres repeticiones con arreglo en parcelas divididas, para las variables en común: Peso Seco Total (PST), Número de Tallos o Plantas (NTO) e Índice de Cosecha (IC).

Las variables se analizaron de acuerdo con el siguiente modelo:

$$\text{MODELO: } Y_{ijk} = \mu + \beta_i + G_j + E_{ij}(a) + T_{Sk} + (GTS)_{jk} + E_{ijk}(b)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$j = 1, 2, \dots, a$$

$$k = 1, 2, \dots, b$$

Y_{ijk} es la observación del tratamiento al suelo k con el cultivo j en el bloque i

μ es la media verdadera general

β_i es el efecto del bloque i

G_j es el efecto del genotipo j

$E_{ij}(a)$ es el error experimental de las parcelas grandes

T_{Sk} es el efecto de abono orgánico

GTS_{jk} es el efecto de la interacción del genotipo j tratamiento al suelo k

$E_{ijk}(b)$ es el error experimental de las subparcelas (o parcela chica)

Para cada una de las variables de estudio en el experimento, se probarían las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: $G_1 = G_2 = \dots = G_a$ vs Ha: Al menos un genotipo es diferente

Ho: $TS_1 = TS_2 = \dots = TS_b$ vs Ha: Al menos un tratamiento al suelo es diferente

Ho: No hay interacción G x TS vs Ha: Si hay interacción G x TS

2) Bloques completos al azar con tres repeticiones para las variables no comunes: Número de hojas (nh), Número de semillas (ns), Número de panojas (np), Capullos abiertos (ca), Capullos cerrados (cc), Número de mazorcas (nm) y Tasa de crecimiento (tc).

Las variables se analizaron de acuerdo al siguiente modelo:

MODELO: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$

$i = 1, 2, \dots, t$

$j = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} es la observación del tratamiento i en el bloque j .

μ es el efecto verdadero de la media general.

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j es el efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} es el error experimental.

Las hipótesis que se probaron son:

Ho: $T_1 = T_2 = \dots T_6$ vs. Ha: Al menos un $T \neq 0$

Ho: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ vs. Ha: Al menos un $\beta \neq 0$

3.3.3.2. Preparación de las macetas.

Se colectó tierra y agua de Pesquería del mismo sitio de donde se establecieron los anteriores experimentos representando al ambiente 1 y se trasladó a la Facultad de Agronomía para realizar el llenado de las macetas (botes de plástico de 19 litros) e irrigar una vez realizada la siembra con los diferentes cultivos (maíz, sorgo, mijo perla, algodón, girasol y oca); de la misma manera se practicó el bioensayo con tierra y agua de Marín representando el ambiente 2, propiedad de la Facultad de Agronomía y estableciéndose los mismos cultivos.

3.3.3.3. Dosificación de la semilla.

Se utilizaron 3 semillas para colocarlas en cada unidad experimental (maceta), etiquetando el nombre de cada especie vegetal, así como con el tratamiento con que se iba a combinar, y con la repetición que le correspondía de acuerdo a la distribución predefinida en el croquis diseñado.

3.3.3.4. Pesado de mejoradores del suelo.

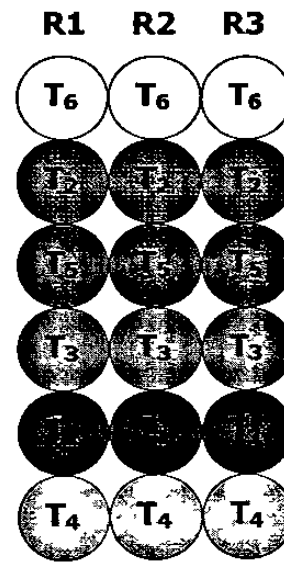
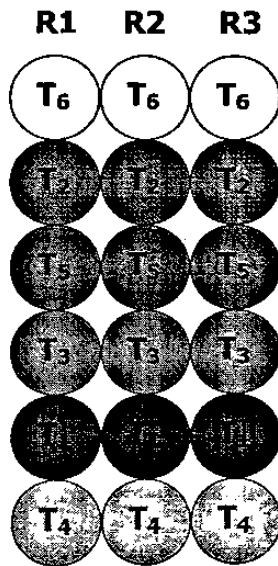
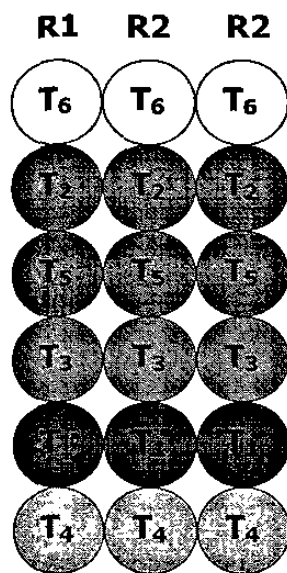
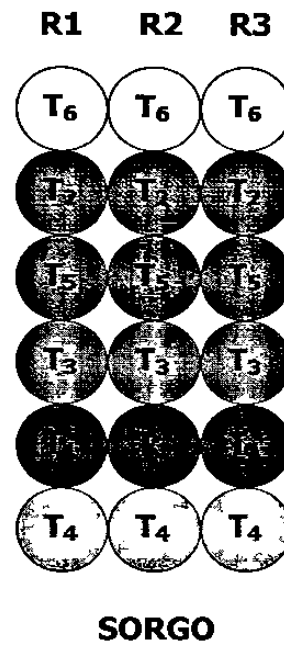
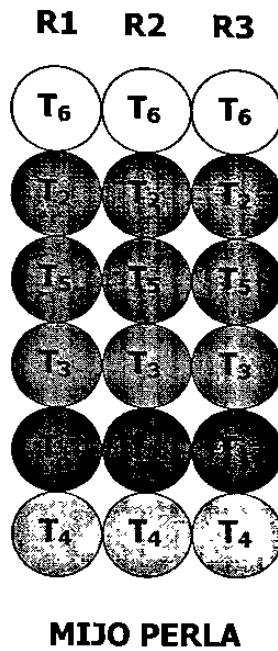
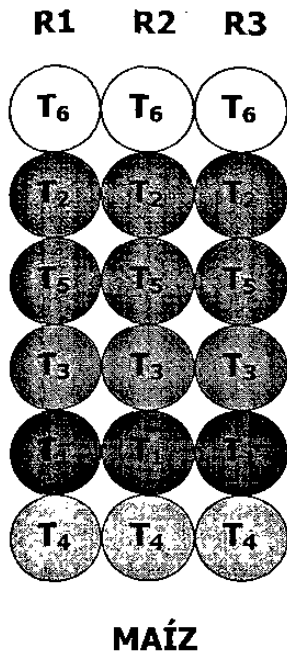
Se determinó la cantidad de cada mejorador pesando la dosis de cada uno y para cada unidad experimental, etiquetando el nombre del mejorador (tratamiento) así como para el cultivo y repetición que le correspondía previamente diseñado. Las dosis que se prepararon fueron en base a las siguientes recomendaciones: Organodel 6 t ha⁻¹, Vermicompost 5 t ha⁻¹, Green Turf 1.2 t ha⁻¹, Algaenzims 2 L ha⁻¹ y Urea 0.2 t ha⁻¹.

3.3.3.5. Selección del área de siembra.

Se procedió a elegir el sitio donde se colocarían las macetas, realizando la distribución de las mismas de acuerdo al croquis predefinido al establecimiento del bioensayo, respetando la distribución con apego al diseño experimental de bloques completos al azar con parcelas divididas en localidades (Marín y Pesquería) para las variables comunes, y diseño de bloques completos al azar para las variables no comunes; en todos los casos con tres repeticiones. Cada maceta representaba una unidad experimental, como se muestran en las Figuras 3 y 4.

3.3.3.6. Siembra.

La siembra se llevó a cabo el día 11 de mayo del 2001, colocando 3 semillas por maceta; una vez emergidas las plantas se seleccionaron y se dejó una planta por unidad experimental.



T₁= Organodel
 T₂= Algaenzims
 T₃= Green Turf

T₄= Vermicompost
 T₅= Urea
 T₆= Testigo

R= Repetición

Figura 3.- Distribución de macetas y tratamientos del experimento 3 en primavera-verano 2001 con tierra y agua de Pesquería, Nuevo León.

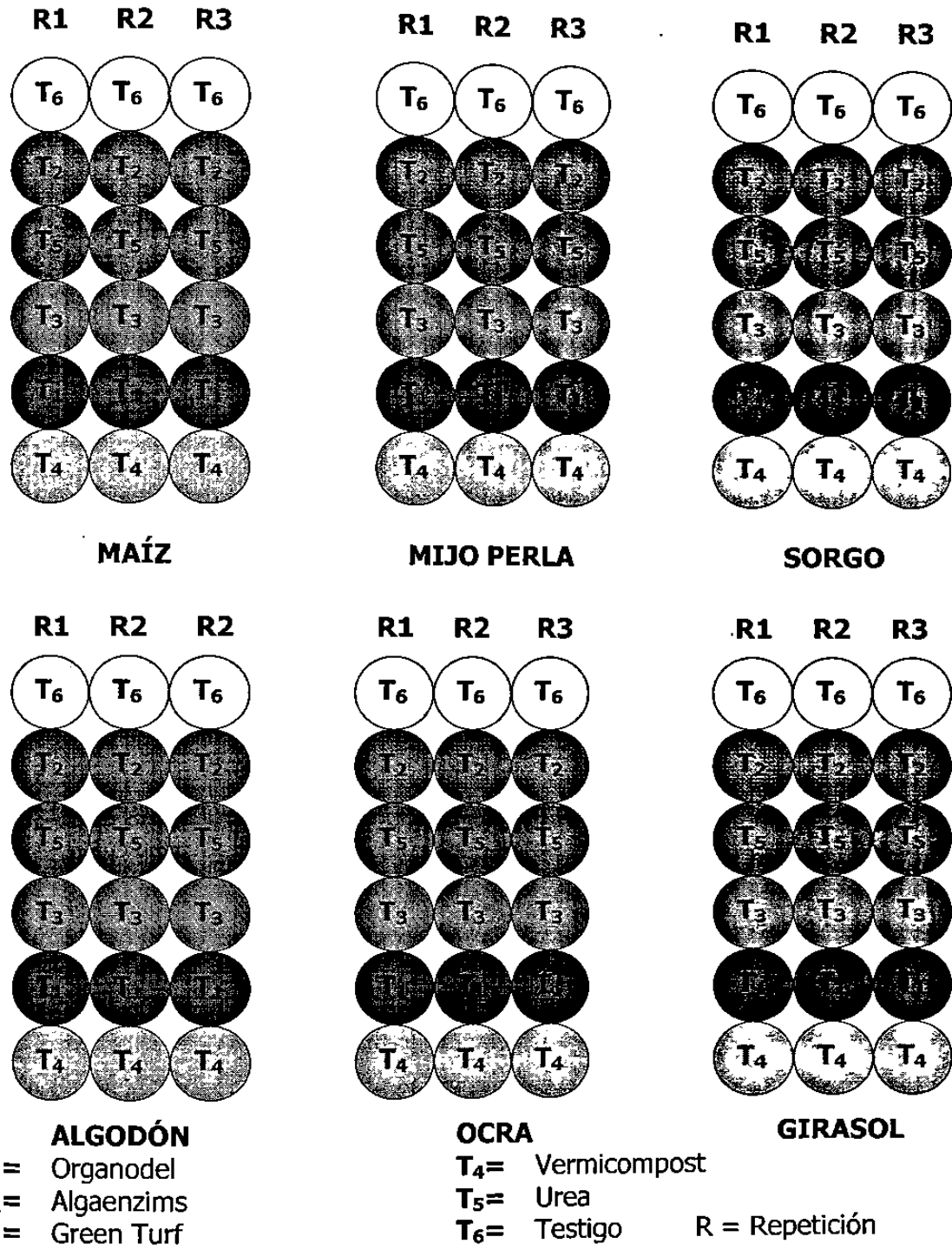


Figura 4.- Distribución de macetas y tratamientos del experimento 3 en primavera-verano 2001 con tierra y agua de Marín, Nuevo León.

3.3.3.7. Adición de tratamientos.

Una vez realizada la siembra, seguidamente se practicó la aplicación de los tratamientos con apego al croquis experimental y en base a las recomendaciones comerciales de los productos.

3.3.3.8. Riego.

Con el propósito de contar con la humedad adecuada al momento de la siembra se realizó el primer riego, utilizando agua de cada sitio (Pesquería y Marín). La forma de irrigar las macetas fue con regadera hasta conseguir saturar y repitiendo tres veces por semana.

3.3.3.9. Control de plagas.

Durante las etapas de crecimiento y desarrollo de los cultivos fue necesario realizar dos aplicaciones de una cipermetrina, para controlar áfidos y gusano cogollero.

3.3.3.10. Cosecha.

La cosecha del experimento se realizó el 28 de septiembre del 2001 con el fin de cuantificar el efecto de los tratamientos sobre la variable rendimiento. Se procedió, para el caso de las gramíneas, a separar el grano y de esta manera cuantificar el rendimiento en gramos para cada una de las unidades experimentales

que conforman el bioensayo. Para el caso del algodón y girasol, se separó el grano en forma manual, tomando el peso de cada especie en gramos.

3.3.3.11. Los parámetros determinados fueron:

- **Altura de planta.** La altura de la planta se fue tomando en diferentes momentos, a los días 23, 32, 41, 54, 67 y 82 para cada una de las unidades experimentales.
- **Materia seca.** A fin de evaluar los efectos de los tratamientos, se realizó un muestreo de materia seca en cada una de las unidades experimentales. La toma del dato se realizó de la parte aérea de la planta. Se cortó la planta a nivel del suelo y se colocó en una bolsa de papel, para secar a una temperatura constante de 70°C por espacio de 48 h. Seguidamente se determinó el peso seco en gramos.
- **Rendimiento.** Se cosechó el total de la planta y a cada una de las especies se le fue separando el grano (fruto), esto para las gramíneas (maíz, mijo perla y sorgo) y para el girasol; para el cultivo de algodón se separó la semilla de la bellota y se pesó la cantidad de fibra obtenida; en todos los casos se cuantificó el peso en gramos.
- **Índice de cosecha.** Este valor se determinó mediante la relación de Rendimiento económico/Rendimiento biológico.
- **Número de hojas.** Durante la cosecha se cortaron las plantas a nivel de suelo y se cuantificó el número de hojas de cada especie.

- Número de semillas. Al momento de la cosecha se separó el grano de cada uno de los cultivos y se cuantificó la cantidad de semillas contenidas en cada unidad experimental.
- Número de panojas. Para las gramíneas (sorgo y mijo perla) se cuantificó el número de panojas al final de la cosecha.
- Capullos abiertos. Este parámetro se determinó exclusivamente para el cultivo de algodón y se realizó al momento de la cosecha cuantificando la cantidad de capullos abiertos para cada una de las unidades experimentales.
- Capullos cerrados. Esta variable se evaluó para el cultivo de algodón al momento de la cosecha cuantificando el número de capullos cerrados en cada una de las unidades experimentales.
- Número de mazorcas. Se cuantificaron al momento de la cosecha para el cultivo de maíz en cada una de las unidades experimentales.
- Tasa de crecimiento. Esta variable se determinó con el propósito de medir la velocidad de crecimiento de los diferentes cultivos.

Se realizaron análisis de regresión con un modelo cuadrático con la finalidad de observar la cinética de crecimiento de los cultivos influenciada por los tratamientos al suelo y observar así una tendencia más definida bajo una regresión cuadrática evitando con esto posibles errores de muestreo (Zavala, 1982).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Experimento 1. Ciclo de siembra otoño-invierno 2000-2001 en Pesquería, N. L.

Los datos de las variables estudiadas en el Experimento 1 con los cultivos de trigo, avena, cebada y remolacha y la aplicación de los mejoradores de suelo: Organodel, Green turf, Vermicompost, Algaenzims, Fertilizante químico (Urea), y un testigo sin tratar fueron analizados estadísticamente (Cuadro 9A), efectuando el análisis de varianza y comparación de medias mediante ($\alpha=0.01$ y 0.05) el Programa "Statistical Analisis System" (SAS).

4.1.1. Peso seco (PST).

Para el factor genotipos se encontró diferencia altamente significativa en peso seco total (PST). De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 2), el mejor genotipo fue la avena con media de 877.1 g, siendo diferente a las demás. Para tratamientos al suelo no hubo diferencias significativas ni en la interacción.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable peso seco total (PST) en gramos para el ciclo agrícola otoño-invierno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.

No.	GENOTIPO	PESO SECO TOTAL MEDIA
1	Avena	877.10 A*
2	Cebada	456.60 B
3	Trigo	420.80 B
4	Remolacha	394.50 B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$.

Aunque la salinidad del suelo fue excesiva (C.E.=29.1 dS/m a 0-30 cm, y C.E.=32.1 dS/m⁻¹ a 30-60 cm), por arriba del límite máximo de tolerancia o resistencia de los cultivos probados según De la Garza (1996) (avena 21.5 aprox., trigo 15.5 aprox. y remolacha 18.0 de C.E. dS/m valores máximos). Sin embargo, estos cultivos alcanzaron la madurez.

Se conoce que en un suelo húmedo se disminuye la presión osmótica y la CE, de suerte que es recomendable en un suelo salino regar con frecuencia para mantener más diluida la solución del suelo. Se sabe también (De la Garza, 1996),

que las sales se acumulan en la cresta del surco, por lo cual es conveniente un suelo salino sembrar en plano o en la ladera del surco. Estas son dos causadas posibles y probables, sin ignorar que pueda haber otras, que podrían explicar el establecimiento y desarrollo de los cultivos. Quirino (1992) en trigo (*Triticum aestivum* L.), en un suelo salino consigna que en el valor máximo tolerado por el cultivo fue de 14.31 dS/m de C.E., mientras que el reportado por De la Garza (1996) es de 15.5. Quirino (1992) encontró que por cada unidad de incremento en la CE (dS/m) por arriba de 2.05 el rendimiento en grano se redujo en 8.16%. De la Garza (1996) muestra gráficamente en una figura como el aumento de la CE de un suelo disminuye el rendimiento de los cultivos hasta su inhibición completa, y aquellos más tolerantes o resistentes a las sales necesitan valores más altos de CE para tener el mismo grado de disminución de rendimiento que aquellos cultivos menos tolerantes.

4.1.2. Número de tallos o plantas para los 6 surcos centrales (NTOP).

Esta variable se estimó solo en gramíneas (trigo, avena y cebada) encontrándose diferencias altamente significativas (Cuadro 9A); la comparación de medias mostró que el mejor genotipo fue la avena (333.8 unidades); la cebada tuvo un valor intermedio (232 unidades), y el trigo el más pobre (148 unidades) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable número de tallos o plantas por parcela para genotipos en el ciclo agrícola otoño-invierno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.

No.	GENOTIPO	No. DE TALLOS O PLANTAS MEDIA
2	Avena	333.83 A*
3	Cebada	232.04 A B
1	Trigo	148.04 B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$.

4.1.3. Índice de cosecha.

En el índice de cosecha hubo diferencias altamente significativas para genotipos (Cuadro 9A), pero no para tratamientos al suelo ni la interacción. En esta variable, la comparación de medias (Cuadro 4) mostró una diferencia en todos los genotipos. El mejor genotipo fue la remolacha (0.39), le siguió la cebada (0.18), en tercer lugar la avena (0.13) y en último el trigo (0.07).

En el caso de la remolacha fue más eficiente en traslocar los productos de la fotosíntesis hacia la parte económicamente importante; posiblemente debido a que la raíz ejerce una demanda fuerte por fotosintetizados, en comparación con el grano de los cereales evaluados. Para los tratamientos no se encontraron diferencias

significativas, muy probablemente por la acción inhibitoria preponderante de exceso de sales.

Cuadro 4. Comparación de medias de la variable índice de cosecha para genotipos en el ciclo agrícola otoño-inverno 2000 en Pesquería, N. L. Experimento 1.

No.	GENOTIPO	ÍNDICE DE COSECHA MEDIA
4	Remolacha	0.39 A*
3	Cebada	0.18 B
2	Avena	0.13 C
1	Trigo	0.06 D

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

4.2. Experimento 2. Ciclo de siembra primavera-verano 2001 en Pesquería, N. L.

El experimento 2 se preparó y sembró como estaba planeado, solo que ninguno de los cultivos germinó, aunque el porcentaje de germinación en una prueba de laboratorio fue de 100% para algodón, 97% para maíz, 97% para sorgo, 70% para mijo perla, 59% para girasol y 1% para oca. La nula germinación de los cultivos fue debida posiblemente a la alta concentración de sales a que estuvieron expuestos, ya que el suelo tenía una CE de 29.1 dSm^{-1} de 0 a 30 cm

(extremadamente salino), y el agua CE X 10⁶ a 25°C 2,370 µS (muy altamente salina). Para la oca, la falla de la germinación fue obviamente el bajo porcentaje de germinación de la semilla.

Los mejoradores orgánicos del suelo, al menos a la dosis aplicadas no contribuyeron positivamente a mejorar el establecimiento de los cultivos, ya que bajo ningún tratamiento del suelo se observó algo de germinación.

4.3. Experimento 3. Ciclo de siembra primavera-verano 2001 en macetas en Marín, N. L.

El experimento se desarrolló para determinar que el problema de la falla en la germinación del Experimento II fue la salinidad del agua y suelo y no de otros factores externos. La parte que se estableció usando suelo y agua de Pesquería, N. L., no presentó germinación en ninguno de los cultivos sin importar los tratamientos al suelo; por lo que, conociendo los valores tan extremos de la salinidad del suelo y del agua, se asegura que fue la causa que inhibió completamente la germinación y el establecimiento de los cultivos.

La parte que se sembró con suelo y agua de Marín los cultivos germinaron, se desarrollaron y llegaron hasta cosecha. Los análisis se realizaron bajo un diseño de parcelas divididas para las variables comunes entre cultivos: peso seco total (PST), Rendimiento (RDTO) e Índice de Cosecha (IC), y para las variables no comunes como

Número de Hojas (nh), Número de semillas (ns), Número de panojas (np), Capullos abiertos (ca), Capullos cerrados (cc), Número de mazorcas (nm) y Tasa de crecimiento. Se hizo considerando un diseño de bloques completos al azar.

De acuerdo a los resultados del ANVA para variables comunes (Cuadro 10A) se observa que hubo significancia para el factor cultivar (genotipo) en las variables peso seco total (PST) e índice de cosecha (IC). Para el factor tratamiento al suelo (mejoradores), la significancia se presentó para rendimiento.

Para las variables no comunes (Cuadro 11A, 12A, 13A, 14A y 15A de Apéndice) se observa que se presentó significancia únicamente para la variable número de hojas (nh) para el factor tratamiento al suelo con el genotipo sorgo.

4.3.1. Peso seco total.

Para esta variable, la comparación de medias mostró que el sorgo (122.8 g) fue muy superior a los demás y constituyó una categoría estadística *per se* (Cuadro 5). El mijo perla (71.0 g) y el maíz (59.0 g) tuvieron valores intermedios sin diferencia estadística entre ellos. El algodón (33.1 g) y el girasol (24.5 g), en este orden, fueron los que tuvieron los valores más pequeños. Quirino (1992) mencionó como el más tolerante, de algodón, luego el sorgo y el maíz; el mijo perla y el girasol no se mencionaron.

Cuadro 5. Comparación de medias de la variable peso seco total (PST) en gramos para genotipos cultivados en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	GENOTIPO	MEDIA	
3	Sorgo	122.80	A*
2	Mijo perla	71.02	B
1	Maíz	59.03	B
4	Algodón	33.15	C
6	Girasol	24.53	C

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

En un medio con salinidad baja como debió ser el caso de las macetas con suelo y agua de Marín, ésta debió tener una influencia mínima en el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Por lo mismo, tratar de ordenar la producción de materia seca de acuerdo con su mayor o menor tolerancia a las sales me parece ilógico por lo cual el algodón no tendría que estar en primer lugar en peso seco total. Deben existir otros factores que expliquen este comportamiento. Se podría mencionar la temperatura y la humedad ambiental, el pH y los nutrientes del suelo, y factores inherentes a la planta.

4.3.2. Rendimiento.

El análisis de varianza para rendimiento mostró diferencia significativa únicamente para genotipo. En el Cuadro 6 se presenta la comparación de medias, en donde se observa que el algodón fue superior al resto de los cultivos.

Cuadro 6. Comparación de medias de la variable rendimiento (RDTO) en gramos de semillas para genotipos cultivados en maceta. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	GENOTIPO	MEDIA
4	Algodón	25.847 A*
1	Maíz	16.067 B
3	Sorgo	10.000 B C
6	Girasol	4.067 C
2	Mijo perla	2.289 C

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha 0.5$

El suelo y agua de Marín permitieron obtener cosecha destacando al algodón con un rendimiento superior a los demás cultivos, aunque para los tratamientos al suelo no se encontraron diferencias; en lo anterior expuesto, asumimos que las diferencias en rendimiento entre genotipos son debidas posiblemente a las características genéticas propias de cada cultivo. Asimismo, bajo condiciones no salinas no se presentaron diferencias entre los tratamientos lo que puede corroborar

que las dosis utilizadas de mejoradores para los dos ambientes no fueron suficientes para mostrar un efecto significativo sobre los cultivos.

4.3.3. Índice de cosecha.

De acuerdo a la comparación de medias, el algodón fue significativamente mejor que los demás (IC=0.78), los cuales constituyeron un segundo grupo: maíz (IC=0.21), girasol (IC=0.19), sorgo (IC=0.06), y mijo perla (0.04) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de medias de la variable índice de cosecha de genotipos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	GENOTIPO	ÍNDICE DE COSECHA
4	Algodón	0.78 A*
1	Maíz	0.21 B
6	Girasol	0.19 B
3	Sorgo	0.06 B
2	Mijo perla	0.04 B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha 0.5$

Considerando lo expresado respecto a los resultados obtenidos en el Cuadro 5, considero que el razonamiento es igualmente válido para los resultados que se muestran en el Cuadro 6 y 7. Aunque en este caso el algodón ocupan el primer lugar en RDTO e IC, como se esperaría para el cultivo más tolerante a las sales, el orden de los demás generalmente no corresponde; por lo que se sigue pensando que los

factores que determinan el valor del IC y RDT0, son intrínsecos y específicos para cada cultivo y tiene poca o ninguna relación con su tolerancia a la salinidad.

4.3.4. Número de hojas.

Para esta variable se obtuvieron diferencias significativas en tratamientos solamente en sorgo (Cuadro 13A). En las comparaciones de medias (Cuadro 8) se observa que Green Turf obtuvo el mayor valor, siendo significativamente mejor que Vermicompost pero no que el testigo.

Cuadro 8.- Comparación de medias de la variable número de hojas en plantas cultivadas en macetas sujetas a diferentes tratamientos. Ciclo Agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	TRATAMIENTO	SORGO
3	Green turf	26.667 A*
1	Organodel	25.667 A
2	Algaenzims	19.667 A B
5	Urea	19.000 A B
6	Testigo	18.667 A B
4	Vermicompost	11.333 B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

No se menciona en la literatura que alguno de los tratamientos en particular aumente significativamente el número de hojas en algún cultivo. Este aumento solo

podría tener alguna importancia si estuviera correlacionado positivamente con el rendimiento en materia seca o de grano.

Para las variables: 4.3.4., capullos abiertos en algodón; 4.3.5., número de capullos cerrados en algodón; 4.3.6., número de semillas en algodón; 4.3.7., número de mazorcas en maíz y número de panojas en sorgo y mijo perla, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos al suelo. Las medias de estas variables, excepto número de capullos cerrados en algodón, se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Comparación de medias de las variables número de capullos abiertos y de semillas en algodón; número de mazorcas en maíz, y número de panojas en sorgo y mijo perla en plantas cultivadas en macetas sujetos a diferentes tratamientos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No. TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	No. DE CAPULLOS ABIERTOS EN ALGODÓN	No. DE SEMILLAS EN ALGODÓN	No. DE MAZORCAS EN MAÍZ	No. DE PANOJAS EN SORGO	No. DE PANOJAS EN MIJO PERLA
1	Organodel	7.66	187.33	1.33	3.33	5.33
2	Algaenzims	7.66	153.67	1.00	2.33	3.67
3	Green turf	7.00	161.67	1.33	3.00	3.00
5	Urea	7.00	180.33	1.33	2.66	5.66
6	Testigo	6.66	165.00	0.66	3.33	5.00
4	Vermicompost			1.33	4.00	3.33

* No hubo diferencia significativa en ninguna de las variables. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

4.3.5. Altura de planta.

Las comparaciones de medias para los diferentes muestreos de la variable altura se presentan en el Cuadro 10 para genotipos. Al inicio del crecimiento el algodón y la oca fueron los que tuvieron los valores más altos, aunque fueron pronto sobrepasados por el mijo perla y el maíz, los cuales por el resto del periodo hasta el final, presentaron las lecturas más altas.

Puesto que los cultivos son bastante diferentes era de esperarse que tuvieran formas de crecimiento diferentes y que la altura final fuera distinta; lo extraordinario hubiera sido que esas diferencias no se hubieran presentado.

Cuadro 10. Comparación de medias de la variable altura (lecturas a1, a2 y a3, a4, a5, a6 y a7) para el factor genotipos. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	GENOTIPO	ALTURA						
		a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7
4	Algodón	11.80A*	13.86C	18.20CD	24.66C	31.26D	37.46D	40.86D
5	Oca	9.84B	13.00C	14.00D	14.00C	14.00D	14.00E	
1	Maíz	8.83C	55.36A	79.47AB	103.94A	114.61AB	120.50A	124.63A
6	Girasol	7.00D	16.31C	25.60C	52.66B	59.27C	60.55C	60.88C
2	Mijo perla	4.97E	57.19A	83.80A	110.50A	124.69A	130.00A	134.38A
3	Sorgo	4.00E	43.93B	69.61B	96.47A	102.44B	102.94B	97.52B

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

Las comparaciones de medias para los diferentes muestreos de la variable altura para el factor tratamiento al suelo se presentan en el Cuadro 11. Al principio Organodel y Algaenzims tuvieron el mayor efecto, luego Vermicompost fue el mejor en la parte media y avanzada; sin embargo, al final ninguno de los tratamientos fue significativamente mejor que el testigo. Incluso éste, en el último muestreo presentó el valor máximo de todos.

Cuadro 11. Comparación de medias de la variable altura (lecturas a1, a2, a3, a4, a5, a6 y a7) para el factor tratamientos al suelo. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L. Experimento 3.

No.	TRATAMIENTO	ALTURA						
		a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7
1	Organodel	8.53A	43.71AB	64.34AB	82.53BC	87.50B	93.00B	97.53
2	Algaenzims	7.56AB	36.71C	53.89CD	75.82BC	89.46B	94.21B	95.28
5	Urea	7.50AB	36.63C	53.30C	84.06B	92.40B	94.13B	95.46
3	Green turf	7.40AB	41.75AB	63.28B	81.21BC	88.10B	92.28B	94.57
4	Vermicompost	7.13B	49.66A	70.45A	97.00A*	104.55A	107.11A	98.05
6	Testigo	6.96B	31.10C	49.19D	73.15C	85.76 B	91.07 B	103.41

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

Para estudiar con mayor detalle la influencia de los distintos tratamientos al suelo en la altura de los diferentes cultivos, se hizo un estudio de regresión.

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de los tratamientos al suelo y las ecuaciones cuadráticas generadas sobre el cultivo de maíz en la cual podemos destacar que el tratamiento Algaenzims tiene una influencia mayor sobre el crecimiento de este cultivo.

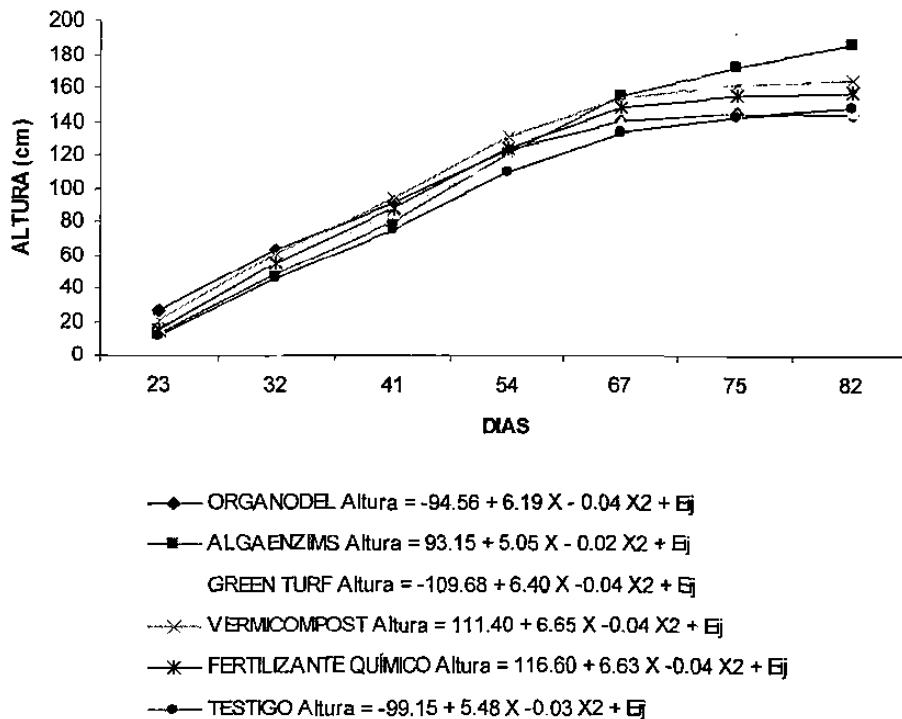


Figura 5. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo de maíz con diferentes tratamientos al suelo.

Así también en la Figura 6 podemos observar que el tratamiento Algaenzims fue el que influyó en el crecimiento del mijo perla, así mismo se muestran las ecuaciones cuadráticas obtenidas.

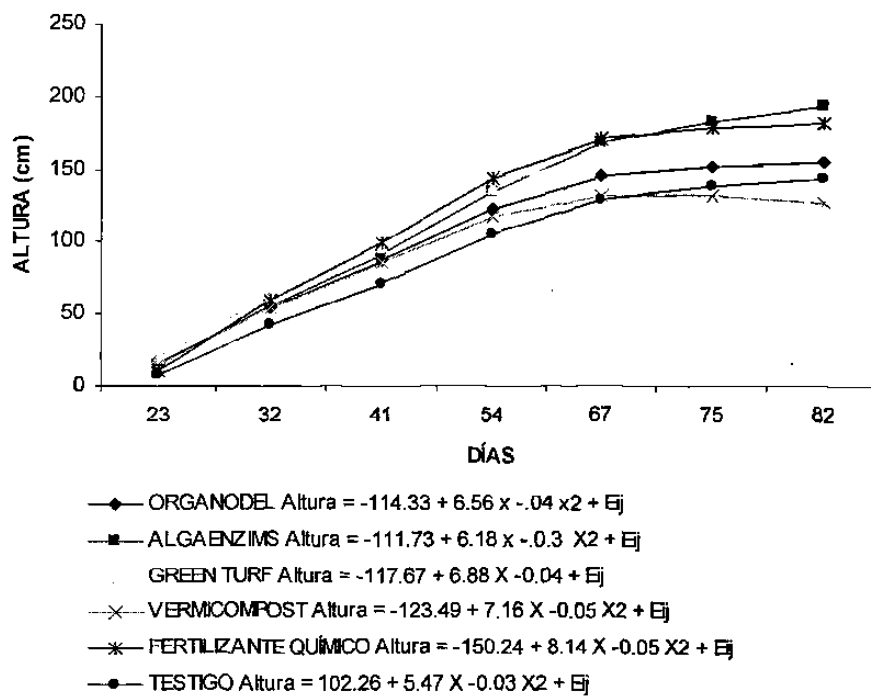


Figura 6. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del mijo perla con diferentes tratamientos al suelo.

Para el cultivo del sorgo, mostrado en la Figura 7, es notorio el efecto de los tratamientos fertilizante químico (urea) y Green Turf donde tuvieron prácticamente un comportamiento similar en el crecimiento del cultivo de sorgo, así mismo se muestran las ecuaciones cuadráticas arrojadas.

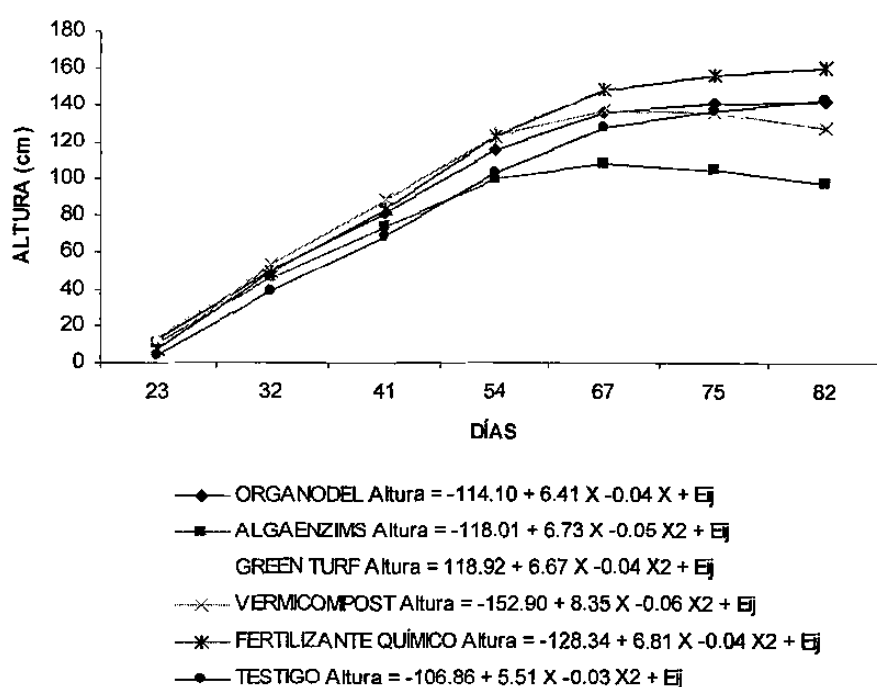


Figura 7. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del sorgo con diferentes tratamientos al suelo.

En el cultivo de algodón, es claro que el tratamiento con el Fertilizante químico, fue el que más ejerció influencia sobre el crecimiento de este genotipo y lo

podemos observar en la Figura 8 con sus respectivas ecuaciones cuadráticas generadas.

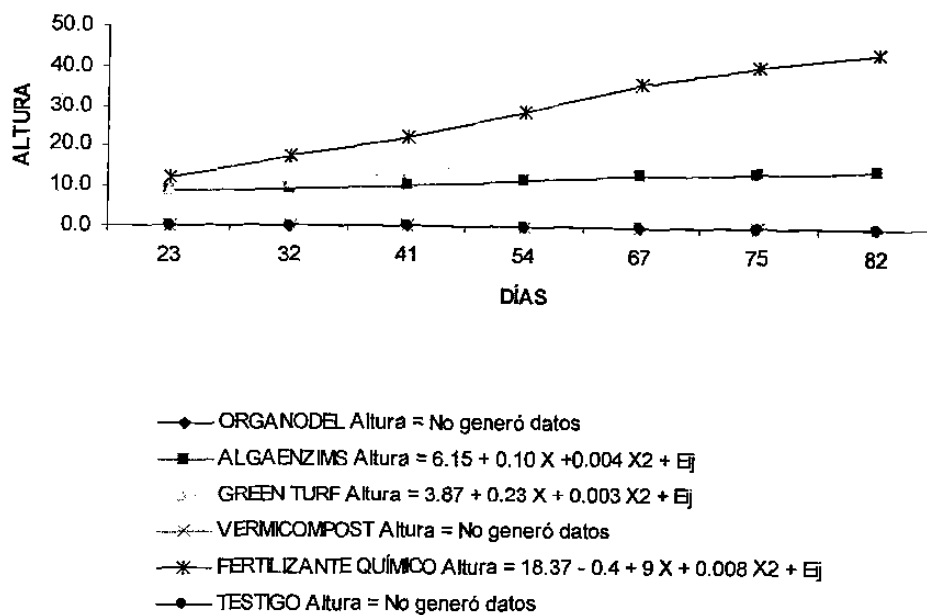


Figura 8. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del algodón con diferentes tratamientos al suelo.

En la Figura 9 se muestra el comportamiento del tratamiento testigo para el cultivo de oca que fue el único de donde se obtuvieron datos así también la ecuación cuadrática generada.

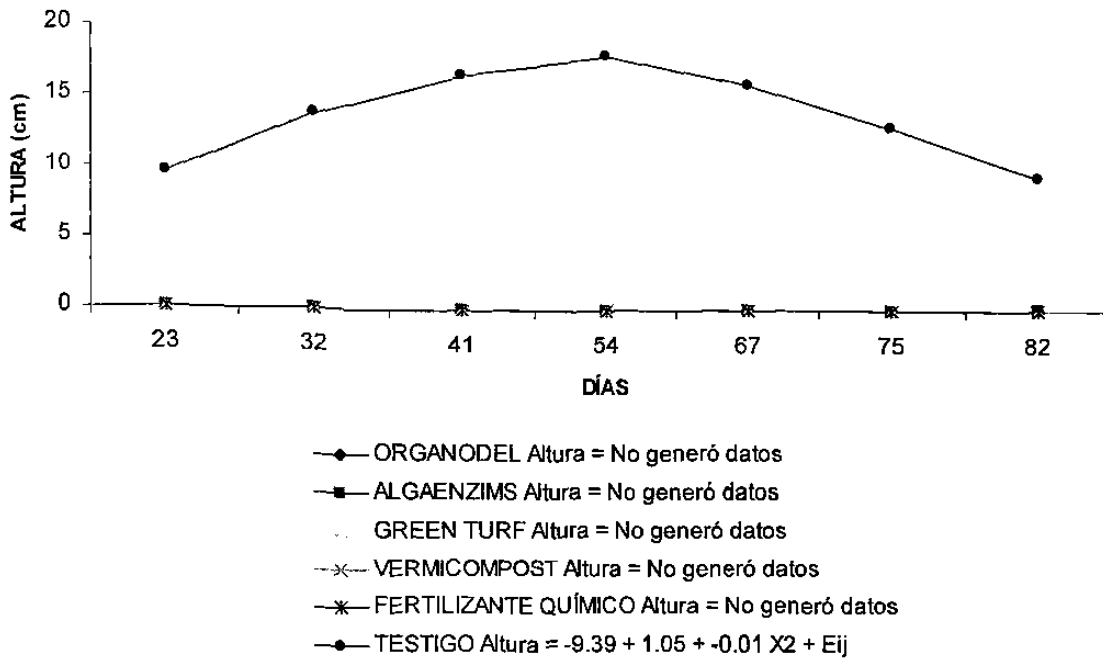


Figura 9. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del oca con diferentes tratamientos al suelo.

Con respecto a la Figura 10 podemos observar que el tratamiento Green Turf ofreció un mayor impacto sobre el crecimiento del girasol con respecto al resto de los tratamientos.

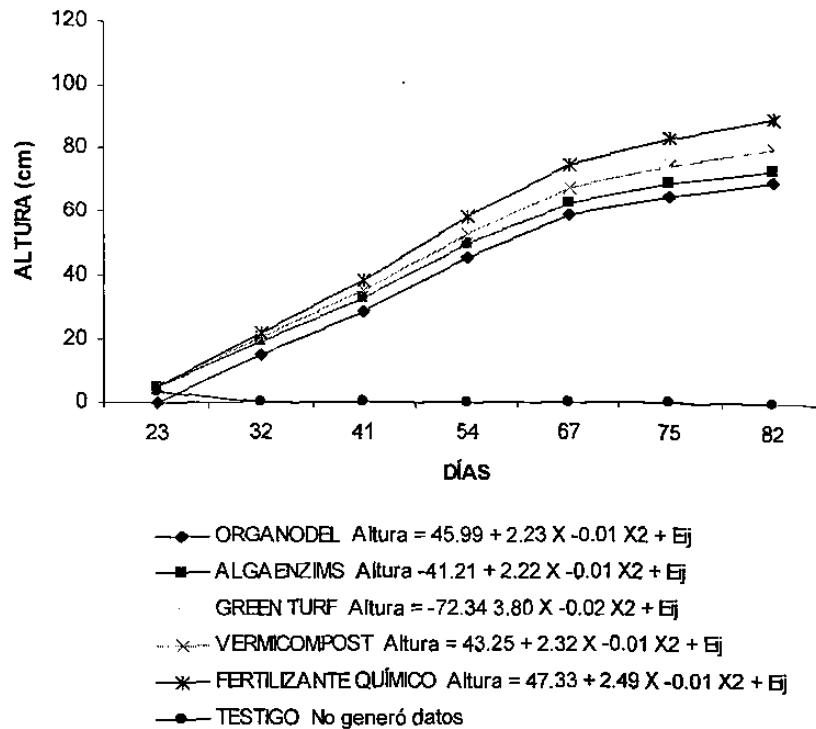


Figura 10. Comportamiento de la altura de la planta ajustada bajo una regresión cuadrática para el cultivo del girasol con diferentes tratamientos al suelo.

4.3.6. Tasa de crecimiento.

Esta variable mostró diferencias significativas para el factor genotipos en todos los muestreos (Cuadro 17A). Las comparaciones de medias de la variable se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Comparación de medias de la variable tasa de crecimiento (lecturas tc1, tc2, tc3, tc4, tc 5 y tc6) de genotipos en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

No.	GENOTIPO	TASA DE CRECIMIENTO					
		tc1	tc2	tc3	tc4	tc5	tc6
2	Mijo perla	5.80A*	2.95A	1.90A	1.09A*	0.66A	0.62A
1	Maíz	5.22AB	2.67A	1.74A	0.82AB	0.73A	0.59A
3	Sorgo	4.44B	2.85A	1.91A	0.45B	0.03A	-0.77B
6	Girasol	1.11C	0.99B	1.85A	0.45B	0.00A	0.04AB
5	Ocra	0.30C	0.00B	0.00B			
4	Algodón	0.22C	0.48B	0.46B	0.50AB	0.77A	0.48A

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

Los cultivos que alcanzaron las mayores tasas de crecimiento consistentemente en todos los muestreos fueron el mijo perla y el maíz. En los últimos muestreos el algodón también apareció en el grupo superior.

Para el factor tratamiento al suelo, solo se presentó diferencia significativa para el primer muestreo (Cuadro 17A). Las comparaciones de medias para las diferentes lecturas de la variable tasa de crecimiento se presentan en el Cuadro 13 para el factor tratamiento al suelo.

Al comparar las medias de los tratamientos al suelo Vermicompost y Organodel resultaron con los valores más altos en el primero muestreo. Ninguno de los tratamientos resultó mejor que el testigo por lo que no se justifica su adición.

Cuadro 13. Comparación de medias de la variable tasa de crecimiento (lecturas tc1, tc2, tc3, tc4, tc5 y tc6) de tratamientos en macetas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

No.	TRATAMIENTO	TASA DE CRECIMIENTO					
		tc1	tc2	tc3	tc4	tc5	tc6
4	Vermicompost	5.26 A*	2.31	1.46	0.58	0.31	-1.29
1	Organodel	4.43 AB	2.02	1.29	0.38	0.68	0.64
3	Green turf	4.05 B	2.39	1.28	0.53	0.53	0.32
2	Algaenzims	3.67 B	1.90	1.57	1.04	0.59	0.15
5	Urea	3.60 B	2.18	1.98	0.64	0.21	0.19
6	Testigo	2.70 B	1.84	1.71	0.97	0.66	0.84

* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de rango múltiple de Duncan $\alpha.05$

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en el presente trabajo, con respecto a introducir y comparar cultivos alternativos tolerantes a la salinidad, y emplear mejoradores orgánicos del suelo para favorecer a los cultivos y promover la agricultura orgánica, se pueden derivar las conclusiones siguientes:

Experimento 1. Ciclo agrícola otoño-invierno 2000

- De acuerdo con el objetivo 1 y los resultados obtenidos se acepta la hipótesis 1.
Entre los cereales probados, la avena y la cebada fueron muy superiores al trigo.
La remolacha forrajera superó por mucho en el índice de cosecha comparada con los cereales.
- Tomando en consideración el objetivo 2 y los resultados obtenidos no se acepta la hipótesis 2.
- Los mejoradores del suelo no favorecieron el comportamiento de ninguna de las variables en ninguno de los cultivos de este ciclo.

Experimento 2. Ciclo primavera-verano 2001

- Como no se lograron establecer los cultivos debido a la extrema salinidad y al nulo efecto de los tratamientos al suelo no se aceptan ambas hipótesis.
- Durante este ciclo no fue posible establecer ningún cultivo ni con la ayuda de los tratamientos al suelo. La explicación más aparente es la extremada salinidad del suelo.

Experimento 3. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Estudio en macetas

- La parte del experimento 3 donde se utilizaron suelo y agua de Pesquería, N. L., al no obtener el establecimiento de los cultivos probados no se aceptan las dos hipótesis.

La parte en la que se emplearon suelo y agua de Marín, N. L., los cultivos crecieron hasta cosecha; demostrando que la condición extremadamente salina del suelo y agua de Pesquería fueron los responsables del no establecimiento de los cultivos en el experimento 2 (ciclo primavera-verano 2001) y de la parte del experimento en macetas donde se utilizó suelo y agua de Pesquería, N. L.

- El agua y el suelo del lote experimental de Pesquería, N. L. fueron extremadamente salinos lo que impidió la germinación de las semillas.

Para el caso de la condición "sin salinidad" (agua y suelo de Marín, N. L.):

- El sorgo fue el mejor en peso seco total.
- El algodón fue el mejor en rendimiento e índice de cosecha.
- Los efectos de los mejoradores del suelo no fueron significativamente mejores que el testigo.
- Los cultivos que alcanzaron la mayor altura fueron el mijo perla y el maíz.
- Los tratamientos que significativamente influyeron en una mayor altura en la planta fueron: Vermicompost, Organodel y Fertilizante químico (Urea).
- Los cultivos que alcanzaron estadísticamente la mayor tasa de crecimiento fueron el mijo perla y el maíz.

VI.- RECOMENDACIONES

De acuerdo con las enseñanzas de los resultados de los experimentos descritos me permito elaborar las siguientes.

- Escoger un suelo menos salino, porque en casos extremos como el presente tanto la tolerancia de los cultivos, como la acción de los tratamientos se rompe o rebasa.
- Sería deseable establecer dos experimentos simultáneos uno en suelo salino y otro en suelo no salino en localidades vecinas, para que la comparación sea válida.
- Podría ser conveniente establecer dos experimentos iguales simultáneos, uno en campo y otro en macetas, para determinar la validez y utilidad del estudio en macetas.
- Tratar de probar otros mejoradores de suelo, algunos de los cuales hayan demostrado su acción efectiva en suelos salinos.
- Probar nuevos cultivos, incluso algunos experimentales, reconocidos como resistentes, y capaces de prosperar en suelos altamente o extremadamente salinos.
- Disponer de abundante agua para irrigación de buena calidad, para que no complique el comportamiento de los cultivos y los tratamientos.
- La cantidad de los mejoradores utilizados fueron bajas por lo que es necesario incrementar la dosis para observar su comportamiento.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

Aceves Navarro, L.A. s.f. Los Terrenos Ensalitrados y los Métodos para su Recuperación. Univ. Aut. Chapingo. pp. 153-162.

Ambiente news sf. http://www.ambientenews.com.ar/a_news53.htm

Bower, C.A. 1959. Chemical amendments for improving sodium soils. Wash. US. Govt. Print. Off. 1959. US. Dep.. of Agriculture. Agriculture Information Bull. No. 195.

Camacho C., O., D.H. del Valle P. y G. Ruelas A. 1992. S.A.S. (Statistical Análisis System) para microcomputadoras.

Carter, D. LS., Fanning, C.D. 1964. Combining surface mulches and periodic water applications for reclaiming saline soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proa. 28, 564-567. (USDA. Weslaco, Tex.)

Controladores Biológicos. <http://www.controladoresbiológicos.cl/productos/fartum1>.

Crescimanno, G., M. Iovino y G. Provenzano. 1995. Influence of salinity and sodicity on soil structural and hydraulic characteristics. J. Soil Sci. Soc. Am. 59:1701-1708.

Crouahan, T. P., S.J. Stravarek, and D.W. Rains. 1981. In vitro development of salt resistant plants. Environ. Exp. Bot. 21(3/4): 317-324.

De la Garza González, J. L. 1996. "Fitopatología General". Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N. L. 515 p.

Emisor sf. La fueza de un nombre. Vermicompost.

Fernández González, R. 1990. Algunas experiencias y proposiciones sobre la recuperación de suelos con problemas de sales en México. Terra 8 (2) 226-240.

Fierro, A., A., F. Rodríguez A. y M. M. González L. 2000. Producción orgánica de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*), con diferentes niveles de estiércol de ganado bovino en Tulyehualco, D. F. La Agricultura Orgánica en México. V. Foro Nacional. Fac. de Agronomía, Univ. Aut. de San Luis Potosí, S.L.P. pp. 66-68.

García M., E. 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana". Instituto de Geografía. Segunda Edición. Editado por la UNAM. México, D. F.

García T., R. 1993. Tendencias mundiales de la agricultura orgánica. "Conferencia Magistral". Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Gorham, J., R.G. Wynjones and E. McDonell. 1985. Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. *Plant and soil*, 98: 15-40.

Granados Sánchez, D. y G.F. López Ríos. s.f. Agroecología. Univ. Aut. Chapingo. pp. 294-296.

Greenway. H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31:149-190.

International Atomic Energy Agency (IAEA) 2002. Joint Meeting on Novel Approaches for Improving Crop tolerance to Salinity and Drought. Report of a Group consultant Meeting. Viena, Austria. pp. 1-2.

- Longoria Garza, C.S. 2000. Fertilización orgánica con estiércol bovino en diferentes fechas y dosis en aplicación en maíz blanco. Hualahuises. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía. U.A.N.L., Marín, N. L.
- López, A., E., R. Lépiz Idelfonso, F. López A. y P. Torres M. 2003. Aplicación de biofertilizantes y composta en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) VII Simposio Internacional y II Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Noviembre 16-19, 2003. Soc. Mex. de Agric. Sostenible. Univ. Aut. de Nuevo León. Fac. de Agronomía. Marín, N. L. Memoria de Resúmenes p. 46.
- Mass. E.V. and R.H. Nieman. 1978. Physiology of plant tolerance to salinity. In: Jung G.A. Crop tolerance to suboptimal and conditions. Am. Soc. Agron. 32: 277-299.
- Menchaca Marín, L. 1987. Efecto residual del estiércol de vacuno, en algunas propiedades físicas y químicas del suelo y su influencia en el rendimiento de trigo al sexto ciclo de evaluación, en Marín, N. L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N. L.
- Muñoz Santiago, A., M. del R. Mendoza Orozco, B. Lerma Mireles, J. A. Zepeda del Valle, J. G. Dávila Hernández, J. Garza Rodríguez y J.C. Flores Tamez. 1998. Evaluación de ocho mejoradores del suelo en la neutralización de sales en el

cultivar de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) para grano. SEP, SEIT, DGETA, BEDR No. 38. Cadereyta Jiménez, N. L. Bol.

Nieman, R. H. And Shannon, M. C. 1976. Screening plants for salinity tolerance. Plant adaptation to mineral stress in problem in soil. Office of Agriculture Technical Assistance Bureau. Washington, D. C. pp. 280-300.

Olivares Sáenz, E. 1994. Paquete de Diseños Experimentales. (Software) Versión 2.5 Facultad de Agronomía. U.A.N.L. Marín, N. L. México.

Ortega Escobar, M. 1993. Causas del ensalitramiento y su efecto sobre los suelos. Colegio de Postgraduados Centro de Hidrociencias, Montecillos, Méx., 70 p.

Quirino Morales, C.M. 1992. Efecto de la salinidad del suelo y manto freático sobre el rendimiento del cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) en la Región del Bajo Río Bravo, Tamps. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N. L. 103 p.

Rojas, H. A. 1992. Estudio agroecológico y geohidrológico de los municipios de Dr. González, Gral. Zuazua, Higuera, Marín y Pesquería, N. L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N. L. 91 p.

Ruiz Cerda, E. 1998. Caracterización y selección de suspensiones celulares de *Cenchrus ciliaris* L. por tolerancia a salinidad. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, U.A.N.L., Marín, N. L.

SEMARNAT. 2004. web@semarnat.gob.mx. Dir. Gral. de Inform. y Telecom. México, D.F.

Serrato Sánchez, R., A. Ortiz Arellano, J. Dimas López y S. Berumen Padilla. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. Terra 20: 329-336.

Tema 12. Contaminación por sales solubles.

Tome Trujano, H. A. 1995. Comparación del crecimiento de plantaciones de *Tamarix plumosa* bajo diferentes condiciones en suelos salino sódicos del ex -Lago de Texcoco. Tesis Profesional. Div. de Ciencias Forestales. Univ. Aut. de Chapingo. Chapingo, Méx. 74 p.

Torres H., J. 1992. Dinámica de rendimiento de grano de sorgo en relación al tipo de planta, densidad de población y dos condiciones del humedad en Marín, N. L. Subdirección de Estudios de Postgrado. F.A.U.A.N.L. Tesis de Maestría en Ciencias en producción Agrícola. pp: 49

Toyes A., S.R. 1997. Filosofía de la agricultura orgánica. Responsable del Área de Certificación Orgánica. Productores Orgánicos del Cabo, B.C.S. II Foro Nal. de Agric. Orgánica. No. 2: 5-9.

University of East Anglia 2003. School of Environmental Sciences. Application of vermicompost and vermicomposting for the bioremediation of contaminated land. <http://www.uea.ac.uk/env/studentships/51.htm>.2003

Velasco M., H.A. 1991. Las zonas áridas y semiáridas. Sus características y Manejo. Ed. Limusa. México, D.F. 725 p.

Zavala G; F. 1982. Interacción entre los Caracteres Fisiotécnicos del híbrido y sus progenitores sobre el rendimiento de grano y estimación de parámetros genéticos en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp 310.

VIII.- APÉNDICE

Cuadro 1A. Determinación de conductividad eléctrica y pH a 54 muestras de suelo a dos profundidades 0-30 y 30-60 cm de los tres diferentes predios muestreados de Pesquería, N. L..

No. DE MUESTRA	MUESTRA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	pH
1	111100 P1 (0-30)	29.3	7.89
2	121100 P2 (0-30)	20.8	8.04
3	131100 P3 (0-30)	28.2	7.88
4	141100 P4 (0-30)	34.2	7.94
5	151100 P5 (0-30)	14.7	8.03
6	161100 P6 (0-30)	48.1	7.76
7	171100 P7 (0-30)	30.9	7.84
8	181100 P8 (0-30)	38.1	7.78
9	191100 P9 (0-30)	37.7	7.80
10	201100 P1 (30-60)	24.3	7.99
11	211100 P2 (30-60)	28.0	8.02
12	221100 P3 (30-60)	27.3	7.84
13	231100 P4 (30-60)	27.9	7.95
14	241100 P5 (30-60)	23.0	7.99
15	251100 P6 (30-60)	39.6	7.80
16	261100 P7 (30-60)	33.5	7.88
17	271100 P8 (30-60)	33.6	7.81
18	281100 P9 (30-60)	29.7	7.88

Predio del Sr. Arnulfo Pérez

Cuadro 1A. Continuación.

No. DE MUESTRA	MUESTRA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	pH
19	311100 P1 (0-30)	9.0	8.23
20	321100 P1 (30-60)	16.2	8.43
21	331100 P2 (0-30)	9.7	8.20
22	341100 P2 (30-60)	11.6	8.22
23	351100 P3 (0-30)	6.2	8.26
24	361100 P3 (30-60)	10.6	8.37
25	371100 P4 (0-30)	7.5	8.15
26	381100 P4 (30-60)	13.2	8.42
27	391100 P5 (0-30)	6.8	8.33
28	401100 P5 (30-60)	17.0	8.57
29	411100 P6 (0-30)	11.0	8.21
30	421100 P6 (30-60)	19.8	8.48
31	431100 P7 (0-30)	19.2	8.40
32	441100 P7 (30-60)	22.8	8.61
33	451100 P8 (0-30)	16.9	8.25
34	461100 P8 (30-60)	20.1	8.47
35	471100 P9 (0-30)	14.1	8.04
36	481100 P9 (30-60)	18.9	8.17

Predio del Sr. Moisés Pérez

Cuadro 1A. Continuación.

No. DE MUESTRA	MUESTRA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	pH
37	491100 1 (0-30)	17.9	8.47
38	501100 1 (30-60)	11.6	8.20
39	511100 2 (0-30)	23.0	8.50
40	521100 2 (30-60)	11.6	8.21
41	531100 3 (0-30)	28.4	8.62
42	541100 3 (30-60)	18.4	8.58
43	551100 4 (0-30)	12.3	8.22
44	561100 4 (30-60)	16.7	8.26
45	571100 5 (0-30)	23.0	8.38
46	581100 5 (30-60)	19.3	8.31
47	5911100 6 (0-30)	18.3	8.43
48	601100 6 (30-60)	12.1	8.31
49	611100 7 (0-30)	11.3	8.30
50	621100 7 (30-60)	10.9	8.02
51	631100 8 (0-30)	17.6	8.37
52	641100 8 (30-60)	18.9	8.14
53	651100 9 (0-30)	31.2	8.43
54	661100 9 (30-60)	18.7	8.16

Predio del Sr. Rodolfo Elizondo.

Cuadro 2A. Determinación de las propiedades físicas y químicas de la parcela elegida para siembra del nivel 0-30 cm.

DETERMINACIÓN	ANÁLISIS			CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA
COLOR (Escala Munsell)	Seco Húmedo	7/3	10 YR	Café muy pálido
REACCIÓN (Relación Suelo-Agua 1:2)	pH	8.0		Moderadamente alcalino
TEXTURA (Método del Hidrómetro)	ARENA Limo Arcilla	20.36 29.64 50.00	% % %	Migajón arcilloso
MATERIA ORGÁNICA (Método Walkley y Black)		0.75	%	Pobre
NITRÓGENO TOTAL (Método Kjeldahl)		0.068	%	Pobre
FÓSFORO APROVECHABLE (Método Olsen Modificado)		28.7	Ppm	Óptimo
POTASIO APROVECHABLE (Método Olsen Modificado)		0.69	Meq/ 100 g	Óptimo
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Conductividad Eléctrica 29.1 dS/m a 25°C			Extremadamente salino

Cuadro 3A. Determinación de las propiedades físicas y químicas de la parcela elegida para siembra del nivel 30-60 cm.

DETERMINACIÓN	ANÁLISIS			CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA
COLOR (Escala Munsell)	Seco Húmedo	7/3 5/3	10 YR	Café muy pálido Café
REACCIÓN (Relación Suelo-Agua 1:2)	pH	8.0		Moderadamente alcalino
TEXTURA (Método del Hidrómetro)	ARENA Limo Arcilla	22.36 31.64 46.00	% % %	Migajón arcilloso
MATERIA ORGÁNICA (Método Walkley y Black)		0.59	%	Extremadamente Pobre
NITRÓGENO TOTAL (Método Kjeldahl)		0.045	%	Extremadamente Pobre
FÓSFORO APROVECHABLE (Método Olsen Modificado)		2.04	ppm	Óptimo
POTASIO APROVECHABLE (Método Olsen Modificado)		0.68	Meq/100 g	Óptimo
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Conductividad Eléctrica 32.1 dS/m a 25°C			Extremadamente salino

Cuadro 4A. Determinación del porcentaje de germinación a los diez cultivos utilizados.

REGISTRO DE LABORATORIO	CULTIVO	No. DE SEMILLAS POR BIOENSAYO	% DE GERMACIÓN
20010427-060	Maíz	100	97
20010427-061	Girasol	100	59
20010427-062	Algodón	100	100
20010427-063	Remolacha	100	100
20010427-064	Ocra	100	01
20010427-065	Avena	100	71
20010427-066	Cebada	100	98
20010427-067	Trigo	100	88
20010427-068	Mijo	100	70
20010427-069	Sorgo	100	97

Cuadro 5A. Muestra del primer análisis de agua para riego.

ANÁLISIS	DATOS	OBSERVACIONES
1. Gasto aforado	---	
2. CE X 10 ⁶ A 25°C	2,370 μS	Agua muy altamente salina
3. pH	6.72	
4. Ca en me/l	10.0	
5. Mg en me/l	3.0	
6. Na en me/l	10.7	
7. K en me/l	---	
8. Suma de Cationes en me/l	23.7	
9. CO ₃ en me/l	0.0	
10. HCO ₃ en me/l	1.8	
11. Cl en me/l	21.0	No recomendable
12. SO ₄ en me/l	0.9	
13. NO ₄ en me/l	---	
14. Suma de aniones en me/kl	23.7	
15. SE en me/l	13.7	Condicionada
16. SP en me/l	21.45	No recomendable
17. RAS	4.19	Agua baja en sodio
18. CSR en me/l	0.0	Buena
19. PSP en me/l	78.1	Condicionada
20. B en ppm	---	
21. Clasificación	C ₄ S ₁	

Cuadro 6A. Muestra del segundo análisis de agua para riego.

ANÁLISIS	DATOS	OBSERVACIONES
1. Gasto aforado	---	
2. CE X 10 ⁶ A 25°C	2,380 μS	Agua muy altamente salina
3. pH	4.1	
4. Ca en me/l	8.7	
5. Mg en me/l	4.1	
6. Na en me/l	10.0	
7. K en me/l	---	
8. Suma de Cationes en me/l	22.8	
9. CO ₃ en me/l	0.0	
10. HCO ₃ en me/l	1.0	
11. Cl en me/l	11.5	No recomendable
12. SO ₄ en me/l	10.3	
13. NO ₄ en me/l	---	
14. Suma de aniones en me/kl	22.8	
15. SE en me/l	14.1	Condicionada
16. SP en me/l	16.65	No recomendable
17. RAS	3.95	Agua baja en sodio
18. CSR en me/l	0.0	Buena
19. PSP en me/l	70.92	Condicionada
20. B en ppm	---	
21. Clasificación	C ₄ S ₁	

Cuadro 7A. Muestra del tercer análisis de agua para riego.

ANÁLISIS	DATOS	OBSERVACIONES
1. Gasto aforado	---	
2. CE X 10 ⁶ A 25°C	1,600 μS	Agua muy altamente salina
3. pH	7.5	
4. Ca en me/l	5.6	
5. Mg en me/l	1.0	
6. Na en me/l	9.4	
7. K en me/l	---	
8. Suma de Cationes en me/l	16.0	
9. CO ₃ en me/l	0.0	
10. HCO ₃ en me/l	0.6	
11. Cl en me/l	1.2	No recomendable
12. SO ₄ en me/l	14.2	
13. NO ₄ en me/l	---	
14. Suma de aniones en me/kl	16.0	
15. SE en me/l	10.4	Condicionada
16. SP en me/l	8.3	No recomendable
17. RAS	5.2	Agua baja en sodio
18. CSR en me/l	0.00	Buena
19. PSP en me/l	90.38	Condicionada
20. B en ppm	---	
21. Clasificación	C ₃ S ₁	

Cuadro 8A. Determinación de la conductividad eléctrica y pH del suelo del nivel 0-30 al final de la cosecha.

MUESTRA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)	pH
140601 Avena T ₁	33.8	7.88
150601 Avena T ₂	29.3	7.87
160601 Avena T ₃	18.4	7.93
170601 Avena T ₄	23.1	7.93
180601 Avena T ₅	30.3	7.96
190601 Avena T ₆	29.0	7.93
200601 Cebada T ₁	24.4	7.96
210601 Cebada T ₂	27.4	7.98
220601 Cebada T ₃	29.2	7.91
230601 Cebada T ₄	16.4	7.97
240601 Cebada T ₅	23.3	8.08
250601 Cebada T ₆	19.3	7.93
260601 Trigo T ₁	27.3	7.90
270601 Trigo T ₂	26.7	7.85
280601 Trigo T ₃	30.3	7.80
290601 Trigo T ₄	23.5	7.91
300601 Trigo T ₅	23.1	7.88
310601 Trigo T ₆	20.9	7.95

Cuadro 9A. Cuadrados medios para las variables Peso Seco Total (PST en g), Número de Tallos o Plantas (NTOP) e Índice de Cosecha (IC). Ciclo Agrícola otoño-invierno 2000 Pesquería, N. L.

FV	PST	NTOP	IC
GEN	1216177.2900**	207744.3472**	0.4352**
ERROR A	382017.345	54412.9954	0.01540937
TRAT	354303.4370	41342.0222	0.0016
ERROR B	342403.71	45053.450	0.00618854
G X T	392250.1520	41150.5639	0.0062
C.V.	108.1554	89.1944	39.8047

* Significativo

** Altamente significativo

CUADRO 10A. Cuadrados medios y significancia de las variables comunes Peso seco total (PST en g), Rendimiento (RDTO en g) e Índice de cosecha (IC), consideradas en experimento 3 en base aun diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	PST	RDTO	IC
GEN	19101.29193**	652.09501	0.81162**
ERROR A	547.92611	125.664441	0.01831308
TRAT	1093.76265	96.55418*	0.01862
G X T	398.80739	110.34774	0.0158
ERROR B	465.4225	27.771800	0.01451538
C.V.	30.91827	34.68938	31.02107

* Significativo

** Altamente significativo

CUADRO 11A. Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Mazorcas (nm) para el cultivo de maíz. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	nh	nm
TRAT	1.42222	0.23333
ERROR	1.52222	0.300000
C.V.	10.37762	46.94765

CUADRO 12A. Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Panojas (np) para el cultivo de mijo pera. Ciclo Agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	nh	np
TRAT	8.66667	3.86667
ERROR	44.06667	6.66667
C.V.	39.82964	59.58436

CUADRO 13A. Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Panojas (np) para el cultivo del sorgo. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	nh	np
TRAT	92.63333*	1.02222
ERROR	28.30000	1.58888
C.V.	26.37905	40.51644

CUADRO 14A. Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh), Capullos Abiertos (ca), Número de Semillas (ns), Peso de Semilla (ps; g) y Capullos Cerrados (cc) para el cultivo del algodón. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	nh	ca	ns	ps	cc
TRAT	689.93333	0.60000	575.73333	9.46657	6.85444
ERROR	269.63333	1.50000	1154.93333	32.76416	.
C.V.	48.58141	14.89417	20.03792	68.63308	.

CUADRO 15A. Cuadrados medios para las variables Número de Hojas (nh) y Número de Semillas (ns) para el cultivo del girasol. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	nh	ns
TRAT	40.50000000	12.50000000
ERROR	.	.
C.V.	.	.

CUADRO 16 A. Cuadrados medios y significancia para la variable altura (a), en base a un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	a₁	a₂	a₃	a₄	a₅	a₆	a₇
GEN	136.98480**	5243.97625**	11270.41122**	16502.71760**	19089.15856**	19337.50044**	24184.88758**
ERROR A	4.66061	91.73340	49.67300	72.12920	75.06279	94.29051	197.76245
TRAT	1.97817	278.39538*	471.11520**	282.02837	182.42023	123.89352	544.04998
GEN X TRAT	3.36121	140.18330	76.82639	96.08001	86.19811	88.24005	203.49711
ERROR B	1.92078	58.19423	65.22664	145.63989	174.7692	162.1932	241.7212
C.V.	18.43662	24.38251	13.67544	14.80520	14.59433	13.46029	16.00145

CUADRO 17A. Cuadrados medios y significancia para la variable tasa de crecimiento (tc) en el experimento 3 en base a un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. Ciclo agrícola primavera-verano 2001. Marín, N. L.

FV	TC₁	TC₂	TC₃	TC₄	TC₅	TC₆
GEN	64.87246**	16.45471**	5.52948**	1.12401**	1.34145**	8.28760*
ERROR A	0.85469	0.32524	0.53973	0.05537	0.20521	1.66516
TRAT	2.81279*	0.59411	1.28706	0.78874	0.47743	4.93391
GEN X TRAT	1.63306	1.22227	0.58518	0.47597	0.57402	3.30635
ERROR B	1.04303	0.73631	0.66648	0.35153	0.50190	2.51866
C.V.	26.54613	40.75627	52.17968	84.97546	140.5648	740.6135

