

FECHA DE ADQUISICIÓN	
NUM. DE INVENTARIO	00297
PROCEDENCIA	
NUM. CALIFICACIÓN	
PRECIO	
DIST.	



SB191  
.O2  
.V55 2006  
TESIS LAG  
Ej.1

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa*) CON  
DIFERENTES DOSIS DE COMPOSTA Y YESO.**

**POR**

**NOE VILLANUEVA ROCHA.**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL TÍTULO  
DE:**

***INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN***

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**AGOSTO DE 2006.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa*) CON DIFERENTES DOSIS DE  
COMPOSTA Y YESO.**

TESIS DEL C. NOE VILLANUEVA ROCHA QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADA POR:

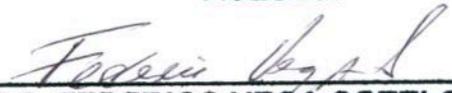
ASESOR PRINCIPAL

  
M.C. CARLOS EFREN RAMIREZ CONTRERAS

ASESOR

  
M.C JOSÉ GUADALUPE GONZALES QUIRINO

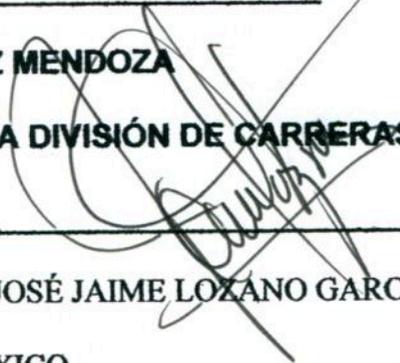
ASESOR

  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR.

  
M.C. J. ISABEL MERQUEZ MENDOZA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

  
M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

TORREÓN COAHUILA MÉXICO

  
Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas  
AGOSTO DE 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa*) CON DIFERENTES DOSIS DE  
COMPOSTA Y YESO.**

TESIS DEL C. NOE VILLANUEVA ROCHA QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA POR:**

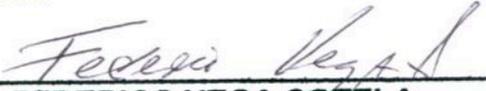
PRESIDENTE.

  
M.C. CRLOS EFRÉN RAMÍREZ CONTRERAS

VOCAL.

  
M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZALES QUIRINO.

VOCAL.

  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELA

VOCAL SUPLENTE.

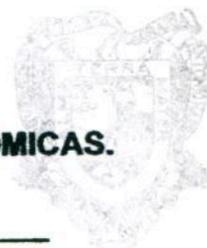
  
M.C. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

  
M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

TORREÓN COAHUILA MÉXICO

AGOSTO DE 2006



Coordinador de la División  
de Carreras Agronómicas

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios por no abandonarme en todo momento que lo necesite, porque a ti señor te debo todo lo que soy, gracias por ser tan generoso conmigo y permitirme obtener una de mis metas.

A los Ingenieros del PPROTTIR por su apoyo incondicional para que yo pudiera realizar mi trabajo de investigación.

Al M.c. Carlos Efrén por su valiosa colaboración y asesoría en mi tesis.

Al ingeniero José González Quirino por su valiosa colaboración y apoyo que me dio durante mi trabajo de investigación.

A mis profesores que durante todo el transcurso de mi carrera me transmitieron todos sus conocimientos para que yo los pudiera aprovechar.

A mis compañeros de clase que me impulsaron y apoyaron para que pudiera concluir mi carrera.

**"A TODOS MIL GRACIAS"**

## **DEDICATORIA.**

A mis padres Margarita y Roberto, por haberme impulsado para que yo realizara una carrera, y por haber confiado en mi durante todo este tiempo.

A mis hermanos, German, Joel, Lilia, Betín y Amelia, por apoyarme, y incondicionalmente, ya que gracias a ellos pude salir adelante.

## INDICE.

	Pág.
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. OBJETIVOS .....	3
III. HIPÓTESIS .....	3
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. El Cultivo de la Avena .....	4
4.1.1. Importancia Económica y Distribución geográfica.....	4
4.1.2. Morfología y Taxonomía .....	5
4.1.2.1. Raíces.....	5
4.1.2.2 Tallos .....	5
4.1.2.3. Hojas .....	6
4.1.2.4. Flores.....	6
4.1.2.5. Fruto .....	6
4.1.3. Requerimientos Edafoclimáticos.....	6
4.2. Preparación del Terreno .....	7
4.3. Siembra .....	7
4.4. Variedades.....	8
4.4.1. Previsión .....	8
4.4.2. Blancanieves.....	9
4.4.3. Cóndor .....	9
4.4.4. Moyencourt .....	9
4.5. Abonado .....	9
4.6. Labores de Cultivo.....	10

4.7. Mejora Genética.....	11
4.8. Usos de la Avena.....	11
4.9. Valor Nutricional.....	12
4.10. Plagas y Enfermedades.....	12
4.10.1. Tarsonemus apirifex .....	12
4.10.2. Gorgojos (Tychus sp.).....	13
4.10.3. El carbón vestido (Ustilago levis) .....	13
4.10.4. El carbón desnudo (Ustilago avenae) .....	13
4.10.5 La roya anaranjada (Puccinia coronifera) .....	13
4.10.6. Oidio (Erysiphe graminis).....	13
4.11. La Composta.....	14
4.11.1. El Compost como Fertilizante .....	15
4.12. Sulfato de Calcio (yeso).....	16
V. MATERIALES Y METODOS .....	18
5.1. Localización Geográfica .....	18
5.2. Clima.....	18
5.3. Infraestructura y Patrón de Cultivo.....	18
5.4. Preparación del Suelo.....	19
5.5. Problema del Suelo .....	19
5.6. Clasificación del Agua de Riego .....	19
5.7. Características Químicas de la Composta con Diferentes Materiales .....	20
5.8. Características Químicas del Mejorador. ....	21
5.9. Tratamientos Aplicados .....	21
5.10. Densidad de Siembra .....	22

5.11. Manejo del Riego .....	22
5.12. Balance de Solutos .....	23
5.13. Metodología de Cálculos de Conversiones de Solutos (ppm y me) a kg ha .....	24
VI. DISCUSIÓN Y RESULTADOS .....	26
6.1. Salinidad y sodicidad .....	26
6.2. Solutos .....	27
6.2.1. Sodio, potasio, calcio y nitratos .....	27
6.2.2. Magnesio, fosfatos y bicarbonatos .....	27
6.2.3. Cloro .....	27
6.2.4. Nitratos .....	27
6.3. Rendimiento del Cultivo .....	28
VII CONCLUSIONES .....	29
VIII RECOMENDACIONES .....	30
IX. ANEXOS .....	31
X. Literatura citada.....	35

## INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Principales Productores de Avena en el Año 2003.....	4
Cuadro 2. Composición de la Avena en 100 gr. De sustancia .....	12
Cuadro 3. Características Químicas del Suelo .....	33
Cuadro 4. Características químicas de la composta con diferentes materiales .....	20
Cuadro 5. Características químicas del sulfato de calcio (yeso).....	21
Cuadro 6. Composición de los tratamientos .....	21
Cuadro 7. Programa de riego utilizado.....	22
Cuadro 8. Parámetros de salinidad y modicidad en cada tratamiento .....	26
Cuadro 9. Movimiento de solutos (kg ha) en el estrato 0-30 por el efecto de los tratamientos .....	28
Cuadro 10. Rendimiento de la avena en seco .....	28

## RESUMEN.

La incorporación de materia orgánica al suelo en forma de composta, es una excelente manera de fertilizar cualquier cultivo, ya que ayuda a mejorar las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos, como también se obtiene una mejor retención de agua en el mismo.

La aplicación del yeso como fertilizante es ampliamente recomendada entre las prácticas de conservación de suelos y agricultura orgánica, tanto en cultivos intensivos como extensivos.

La avena se considera un excelente forraje de invierno para el ganado vacuno, por su alto contenido de vitamina E, es el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte.

El trabajo se realizó en la empresa Hortalizas de la laguna, en el predio Marte, la cual se encuentra ubicada en el municipio de San Pedro de las Colonias en el estado de Coahuila, en las coordenadas 12° 58' 58" longitud oeste y 25° 45' 32" latitud norte, a una altura de 1090 metros sobre el nivel del mar.

Se probaron nueve tratamientos incluyendo el testigo, de estos, dos fueron una combinación de estiércol fermentado con yeso y cinco fue una mezcla de sorgo y fermento de tomate con yeso.

La densidad de siembra del cultivo de avena fue de 100 kilogramos por hectárea de la variedad Cuahutemoc, en un tamaño de parcela de una hectárea, dando en total una superficie de nueve hectáreas con 900 kg de semilla de avena.

## I INTRODUCCIÓN.

La Comarca Lagunera está considerada como la primera cuenca lechera del país. El inventario de ganado lechero en la región es de aproximadamente 240 mil cabezas de ganado en aprovechamiento, por lo cual es muy importante la producción de forrajes, ya que entre los factores productivos que afectan la industria lechera, la alimentación del ganado es un punto clave, ya que de ello depende la producción de leche. Los forrajes constituyen del 40 a 60 por ciento de la alimentación de vacas productoras.

En esta región además de otras en México, los forrajes constituyen aproximadamente el 50 por ciento de la ración total de la alimentación del ganado. En este rubro es donde existen mayores posibilidades para disminuir los costos de producción mediante la utilización de forrajes más productivos y de mayor calidad, así como usar residuos agropecuarios como complemento a la nutrición de los forrajes, debido a que no poseen ningún costo en su adquisición.

En la Laguna, la alimentación del ganado se basa en el uso de forrajes de corte, ya sea verdeado, henificado o ensilado, bajo un sistema intensivo donde se siembran comúnmente dos ciclos de maíz durante el ciclo primavera-verano en el ciclo de invierno se han utilizado tradicionalmente cultivos como la avena, trigo, ballico y trébol.

El cultivo de la avena es una opción para la producción de forraje en la época de invierno en La Comarca Lagunera, en predios donde se cuenta con agua de riego proveniente del subsuelo. La avena por su precocidad, rusticidad y rendimiento, es una excelente alternativa para producir forraje verde.

## **II OBJETIVOS.**

- Evaluar el rendimiento de la avena con diferentes dosis de composta y yeso.

## **III HIPOTESIS.**

- Es posible obtener un mayor rendimiento del cultivo de la avena al incorporar composta y yeso al suelo.

## IV REVISIÓN DE LITERATURA.

### 4.1.- EL cultivo De la Avena.

Las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, su historia es desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y estos datan de la Edad de Bronce.

#### 4.1.1.- Importancia Económica y Distribución Geográfica.

En la producción mundial de cereales la avena ocupa el quinto lugar, siendo el cereal de invierno de mayor importancia en los climas fríos del hemisferio norte.

**Cuadro 1.- Principales Productores de Avena en el Año 2003.**

<b>Países</b>	<b>Producción ( millones de toneladas)</b>
Federación de Rusia	6,135,00
Canadá	2,838,300
Estados Unidos	1,918,150
Finlandia	1,400,000
Australia	1,300,000
Alemania	1,131,000
China	1,050,000
Suecia	990,000
Ucrania	935,00
España	749,700
Reino Unido	680,000
Argentina	642,360

Rumania	520,000
Francia	462,000
Chile	344,527
Brasil	317,342
Kazajstán	253,500
Turquía	250,000
Republica Checa	150,000
Suiza	117,000
Irlanda	128,000
México	90,000

#### **4.1.2.- Morfología y Taxonomía.**

Es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autogama y el grado de alogamia rara vez excede el 0.5 por ciento. La mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie Avena sativa la más cultivada, seguida de Avena byzantina. También se cultiva la especie Avena nuda, conocida como avena de grano desnudo, al desprenderse las glumillas en la trilla. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas.

##### **4.1.2.1.- Raíces.**

Posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales.

##### **4.1.2.2.- Tallos.**

Los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.

#### **4.1.2.3.- Hojas.**

Las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estipulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de las hojas es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados.

#### **4.1.2.4.- Flores.**

La inflorescencia es una panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situados sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.

#### **4.1.2.5.- Fruto.**

El fruto es un cariósido, con las glumillas adheridas.

#### **4.1.3.- Requerimientos Edafoclimáticos.**

Es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es una planta muy sensible a sequía a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano.

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los

cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos de las zonas nórdicas y marítimas. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones.

Es una planta rústica, poco exigente en suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas.

#### **4.2.- Preparación del Terreno.**

Es frecuente que la avena sea un cultivo muy poco cuidado, tanto en labores preparatorias como en abonado. Sin embargo, si se abonara y preparara el terreno con más esmero, la avena sería capaz de producciones altas, sobre todo en los años de primaveras lluviosas.

Si la avena sigue al trigo o a una leguminosa para grano, cercana la época de siembra, se da una bina cruzada, gradeando si se va a sembrar de forma mecanizada. Si le ha precedido una planta de escarda, únicamente será necesario un sólo pase, cuando se siembra después de una leguminosa forrajera hay que romper la superficie del terreno con una labor ligera.

#### **4.3.- Siembra.**

Se trata de una planta poco resistente al frío, por tanto en muchas zonas se suele sembrar en primavera (desde el mes de enero en las tierras de secano hasta el mes de marzo en las tierras de regadío), excepto en zonas con clima calido que se suele sembrar en otoño.

La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable. Se considera una dosis corriente de 100 a 150 kg/ha. La densidad de siembra óptima en avena de invierno es de 250 plantas /ha. En siembras de primavera la densidad es de 300-350 plantas/m<sup>2</sup>.

En la siembra a voleo conviene dar dos pases cruzados para que la semilla quede mejor distribuida, ya que al tratarse de una semilla muy ligera, es difícil repartirla con regularidad. En terrenos compactos y algo secos se aconseja la siembra en surcos, pues es más fácil mantener el terreno libre de malas hierbas, siendo la separación de 20 cm.

En tierras pobres puede sembrarse como cabeza de alternativa, pues la avena de invierno se siembra antes que el trigo.

#### **4.4.- Variedades.**

Los criterios a seguir en la elección de variedades son: color y calidad del grano, productividad, resistencia al encamado, enfermedades y frío. La temperatura es el principal factor ambiental que determina el tipo de variedad.

Las avenas de invierno predominan en las zonas con inviernos suaves y las avenas de primavera, con madurez temprana, se cultivan al norte del área de las avenas de invierno. Las variedades de media estación, de madurez tardía, se siembran en las zonas más frías de las regiones templadas.

Algunas de las Características de las variedades son las siguientes.

##### **4.4.1.- Previsión.**

Es una variedad obtenida por selección de una variedad Argentina. Es bastante precoz y con buena resistencia a la sequía. Tiene buena productividad, siendo el grano de color rojo.

#### **4.4.2.- Blancanieves.**

Es variedad de avena blanca de invierno, obtenida en el INIA de Francia, siendo muy clásica en Europa. Es bastante precoz. Es sensible al frío, resistente al encamado y con producción bastante regular y alta. Es sensible a roya y resistente al carbón. El grano es de color blanco y con un alto peso específico.

#### **4.4.3.- Cóndor.**

Avena de primavera. Fue obtenida en Holanda y es adecuada para siembras de primavera en tierras fértiles. Resiste el encamado, aunque es sensible al frío y muy sensible a la roya amarilla. El grano es de color blanco.

#### **4.4.4.- Moyencourt.**

Avena de primavera, con grano de color negro y elevado peso específico; fue obtenida en Francia, siendo bastante precoz. Es poco resistente al frío y sensible a roya. Es también sensible al desgrane. Su tallo es de longitud media.

#### **4.5.- Abonado.**

Debido a que el sistema radicular de la avena es más profundo y desarrollado que el del trigo y la cebada, le permite aprovechar mejor los nutrientes del suelo, por tanto requiere menos aportes de fertilizantes. La avena responde muy bien al abonado nitrogenado, aunque es sensible al encamado cuando se aplica en altas dosis.

La extracción media de avena por hectárea y tonelada es de 27.5 Kg de nitrógeno, 12.5 Kg de  $P_2O_5$  y 30 Kg de  $K_2O$ .

Para una predicción de 3.000 Kg. por hectárea habría que ponerse en un abonado de unas 100 unidades de N. 50 unidades de  $P_2O_5$  y 90 unidades de  $K_2O$ .

Estas cantidades responden más o menos a un abonado de restitución. En caso de conocer el análisis del terreno se podrán modificar estas cantidades de acuerdo con la riqueza en el suelo de los tres elementos principales.

Lo mismo habría que decir para el caso de que se hubiera estiercolado el terreno en años anteriores.

En terrenos pobres en cal ligeras, con humedad suficiente, la cianamida cálcica es el abonado nitrogenado más apropiado. En cambio en suelos fuertes es preferible abonarlos con nitrato, y en terrenos con exceso de cal se recomiendan las sales amónicas.

La distribución del abonado se puede realizar en la siembra o durante la fase de crecimiento vegetativo, según el cultivo precedente y la resistencia al encamado de la variedad utilizada.

Si la planta se destina para forraje en verde debe intensificarse la cantidad de nitrógeno que se aporta para conseguir una abundante vegetación. En cambio, si se destina para grano, el exceso de nitrógeno alarga el ciclo vegetativo de la planta, lo cual no suele ser conveniente, pues se corre el riesgo de que se asure el grano.

#### **4.6.- Labores de Cultivo.**

Es frecuente que la avena sea un cultivo muy poco cuidado, tanto en labores preparatorias como en abonado. Sin embargo, si se abonará y preparará el terreno con más esmero, la avena sería capaz de producciones relativamente altas, sobre todo en los años de primaveras lluviosas.

#### **4.7.- Mejora Genética.**

Los programas de mejora genética se basan en la selección de las características agronómicas: rendimiento (número de panículas/m<sup>2</sup>, número de semillas/panícula y peso del grano), resistencia a enfermedades, precocidad, calidad del grano y resistencia al encamado. Los estudios han demostrado en cuanto a la mejora en el rendimiento, que el incremento vegetativo más intenso (seleccionando las variedades con mayor índice de superficie foliar y mayor duración de la superficie foliar) aumente la producción de biomasa en vez de alargar la duración del periodo de crecimiento.

Además de lo anterior, los programas de mejora también desarrollan la hibridación, para crear poblaciones de avena con genotipos que permitan la obtención de nuevas variedades. Actualmente no existen híbridos de avena, pues se desconoce la androesterilidad citoplásmica y el cultivo de anteras.

#### **4.8.- Usos de la Avena.**

El grano de avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno o ensilado, sola o con leguminosas forrajeras. La paja de avena está considerada como muy buena para el ganado. El grano de avena es un magnífico alimento para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido de vitamina E. En menor escala la avena se emplea como alimento para consumo humano, en productos dietéticos, triturada o molida y para preparar diversos platos. También se mezcla con harina de otros cereales en la fabricación de pan, así como en la fabricación de alcohol y bebidas.

#### 4.9.- Valor Nutricional.

El valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digeribles del grano de avena es mayor que el maíz y tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo. En la siguiente tabla se muestra la composición del grano de avena.

**Cuadro 2. Composición de la Avena en 100 gr. de Sustancia.**

Elementos	En Grano ( % )	En Verde ( % )	En Paja ( % )
Agua	13.3	77	14.3
Celulosa	10.3	8	41.2
Proteínas	10.0	1.9	2.5
Materia Grasa	4.8	0.6	2
Materias Minerales	3.1	2.5	4.4

#### 4.10.- Plagas y Enfermedades.

Las plagas y enfermedades que más atacan al cultivo de la avena son las siguientes:

##### 4.10.1.- *Tarsonemus apirifex*.

Se trata de un ácaro, que durante el espigado, endurece la vaina con sus picaduras e impide la salida de la panícula. Pasadas las semanas el caquis sale enteramente retorcido y las flores quedan estériles. Se controla con una buena preparación del terreno y un abonado adecuado.

#### **4.10.2.- Gorgojos (*Tychus* sp.).**

La avena sufre en el granero los ataques de gorgojos, aunque son bastante menos intensos que en la alfalfa.

#### **4.10.3.- El carbón vestido (*Ustilago levis*).**

El carbón vestido, no se manifiesta al exterior, pues el aspecto de la planta es normal, pero el interior del grano está completamente lleno de polvo negruzco. Control: desinfectar las semillas con productos mercuriales.

#### **4.10.4.- El carbón desnudo (*Ustilago avenae*),**

Destruye toda la panícula, dejando sólo el eje central.

#### **4.10.5.- La roya anaranjada (*Puccinia coronifera*).**

Es específica de la avena. Las uredosporas son de un color anaranjado vivo. Las pústulas son a veces pequeñas y otras alcanzan casi el tamaño de un centímetro.

#### **4.10.6.- Oidio (*Erysiphe graminis*).**

La planta atacada tiene un aspecto semejante a la del trigo afectada por la misma enfermedad. Presenta unas manchas grises sobre las hojas, vainas y tallos, y también sobre las espiguillas, en las que después se ven pequeños puntos negros.

- También es sensible a la roya negra, fusariosis, pie negro, nematodos (*Heterodera avenae*) y septoriosis.

#### 4.11.- La Composta.

Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico.

El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante.

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos.

Las bondades de la composta son las siguientes:

- a).- Mejora las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- b).- Mejor retención del agua en el suelo
- c).- Ahorro económico en abonos químicos.
- d).- Es un sistema de reciclaje, con una revalorización del residuo.
- e).- El compost es aplicable como sustrato en el cultivo de plantas ornamentales.
- f).- Ayuda a la asimilación de nutrientes a la planta.

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso desarrolla calor que al elevar la temperatura de la masa produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas.

|

#### **4.11.1.- El Compost como Fertilizante.**

El grado de mecanización logrado en la agricultura y la modernización generalizada de las explotaciones ganaderas han provocado la desaparición de numerosas actividades que tradicionalmente se venían desarrollando en el campo, tales como trabajo con animales, pastoreo, labores culturales, barbechos, explotaciones ganaderas complementarias, etc., a partir de las cuales se reincorporaban importantes cantidades de materia orgánica al suelo.

El empleo de semillas seleccionadas y el conocimiento de técnicas de cultivo ha permitido obtener mayores rendimientos en las cosechas. Bajo una mayor demanda de fertilizantes, con los cuales se van incrementando el grado de mineralización de los suelos, además de la quema de rastrojeras y residuos de cosecha que ocasionan disminución de su contenido en materia orgánica y humus.

El compost se obtiene industrialmente por la transformación biológica de la materia orgánica. De esta transformación resulta una enmienda orgánica de características importantes que sitúan al compost en un lugar destacado en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas, tanto por la mejora del suelo como soporte fisicoquímico.

Los ácidos resultantes de los procesos de degradación de la materia orgánica disuelven parte de los productos minerales del suelo y los hacen aprovechables para la nutrición de las plantas. La acción microbiana favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fito sanitarios.

El nitrógeno contenido en el compost se encuentra en forma asimilable por las raíces, con la ventaja de ser retenido en el horizonte A - B (capa cultivable del suelo), evitando ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a capas más profundas fuera del alcance del sistema radicular.

El contenido en fósforo y potasio del compost no suele ser elevado, pero, la modificación de las características físico - químicas del terreno hace que se incremente el grado de disponibilidad de estos elementos para la planta. El compost incorpora al terreno micro elementos (cobre, magnesio, cinc, manganeso, hierro, boro, etc.) que son muy necesarios para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas.

También reduce la necesidad de pesticidas químicos al producir plantas saludables que son menos susceptibles a plagas de insectos y enfermedades. Proporciona un saludable entorno biológico por el alimento que provee para microorganismos beneficiosos, gusanos e insectos de suelo.

El compost reduce la erosión y mejora la estructura del suelo: Los suelos arenosos retendrán mejor el agua mientras que las arcillas desaguarán más rápido. El mejor drenaje permite al agua fluir a capas más profundas en vez de encharcar la superficie y correr por la línea de pendiente. También ayuda al crecimiento de raíces que retienen el suelo.

#### **4.12.- Sulfato de Calcio (yeso).**

La aplicación de yeso como fertilizante es ampliamente recomendada entre las prácticas de conservación de suelos y agricultura orgánica, tanto en cultivos intensivos como extensivos.

Es un material tan versátil que es utilizado para corregir problemas de baja infiltración, caso de las arcillas sódicas, como en suelos arenosos y demasiados permeables.

Se utiliza para corregir problemas de pH y/o salinidad. Su capacidad, moderadamente gisocópica, mejora la retención de humedad generando un ahorro en caso de utilización de agua de riego. Puede aplicarse conjuntamente con fertilizantes tradicionales, optimizando el aprovechamiento de los mismos.

En suelos pesados, de difícil drenaje y con problemas de sodicidad, se consiguen buenos resultados eliminando las manchas de sal emparejando las superficies sembradas.

En casos de suelos ácidos, el yeso genera un efecto buffer que neutraliza la acidez de manera natural; durante este efecto de estabilización, que es de acción prolongada, este material continúa disolviéndose en el suelo entregando al mismo el azufre y calcio necesarios para los distintos estados del cultivo.

El yeso agrícola tiene una amplia utilización como enmienda mejorando suelos compactados, problemas de drenaje, falta de aireación y como fertilizante.

## V MATERIALES Y METODOS

### 5.1.- Localización geográfica.

El área de estudio se encuentra en Hortalizas de la Laguna, en el predio Marte, en el municipio de San Pedro de las Colonias que se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 07' 50.7" longitud oeste y 25° 33' 1.8" latitud norte, a una altura de 1,050.1 metros sobre el nivel del mar.

### 5.2.- Clima.

El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 16° a 18° C; en la parte norte-centro; en la parte sur-sureste de 20° a 22° C, y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 200 a 300 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidad de 20 a 27 Km/hr. La frecuencia de heladas es de 0 a 21 días y granizadas de cero a un día.

### 5.3.- Infraestructura y Patrón de Cultivos.

La pequeña propiedad cuenta con 86 hectáreas, de las cuales se explotan 10.46 has de nogal y alfalfa, como infraestructura de riego, el predio tiene un sistema de riego con tubería de compuertas, el cual es abastecido de un pozo profundo con un gasto total de 39 litros por segundo.

#### 5.4.- Preparación del Suelo.

Para la producción de avena forrajera, primeramente se procedió a hacer un subsuelo a una profundidad aproximada de 70 a 80 centímetros con la finalidad de romper la capa dura del terreno.

Posteriormente se barbecho a una profundidad de 40 centímetros, con el objetivo de voltear la tierra, para eliminar plagas existentes así como malezas.

Una vez hecho lo anterior, se le dio dos pasos rastra para romper los terrones que se generaron con el barbecho.

#### 5.5.- Problema del Suelo.

El suelo por su valor de conductividad eléctrica presenta problemas de sales y por su valor de sodio presenta problemas de disponibilidad de nutrientes.

**Cuadro 3. Características Químicos del Suelo.**

Características	Valor
pH	8.0
CE (mmhos/cm)	5.0
RAS	5.0
IB (cm/hr)	1.2
CIC (me/l)	22.0
PSI (%)	8.0
Da (gr./cm <sup>3</sup> )	1.3

#### 5.6.- Clasificación del Agua de Riego.

El agua utilizada para el riego es proveniente del subsuelo y su clasificación es C2-S2, que indica que es una agua con un contenido medio de sales como de sodio, y es factible su uso agrícola.

### 5.7.- Características Químicas de la Composta con Diferentes materiales.

Se fermentaron dos tipos de residuos de cosecha, uno a base de estiércol y el otro formado por una mezcla de sorgo forrajero picado en verde con fermento de tomate. Para el proceso de fermentación se utilizó el método California de los 14 días modificado por Escobar. Dichas características químicas de las compostas se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 4. Características químicas de la composta con diferentes materiales.**

Variable	Estiércol		Sorgo + fermento de tomate	
	(%)	(kg/ton)	(%)	(kg/ton)
N-NO <sub>3</sub>	0.04	0.4	0.03	0.3
NO <sub>3</sub>	0.18	1.8	0.14	1.4
P-P <sub>4</sub>	0.1	1	0.04	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.22	2.2	0.1	1
S-SO <sub>4</sub>	0.33	3.3	1.52	15.2
SO <sub>4</sub>	0.98	9.8	4.56	45.6
N-NH <sub>4</sub>	0.99	9.9	0.99	9.9
NH <sub>4</sub>	1.27	12.7	1.27	12.7
Na	0.4	4	0.23	2.3
K	2.12	21.2	3.8	38
K <sub>2</sub> O	2.55	25.5	4.58	45.8
Ca	2.6	26	1.4	14
CaO	3.64	36.4	1.96	19.6
Mg	0.52	5.2	0.26	2.6
MgO	0.86	8.6	0.43	4.3
Fe	0.64	6.4	0.39	3.9
Zn*	420	0.42	58	0.058
Cu*	143	0.143	132	0.132
Mn*	550	0.55	310	0.31
Cl	4.25	42.5	4.96	49.6

## 5.8.- Características Químicas del mejorador.

El yeso agrícola que se utilizó tiene una pureza del 95%. La cantidad final por aplicar fue determinada considerando la pureza del mismo, más las características químicas del suelo.

**Cuadro 5. Características químicas del sulfato de calcio (yeso).**

Elemento	Contenido (kg/ton)		
	3 ton	6 ton	9 ton
Ca	690	1380	2070
SO <sub>4</sub>	1499	2999	4498
MgO	75	150	225

## 5.9.- Tratamientos aplicados.

Se probaron nueve tratamientos incluyendo al testigo; de estos, dos fueron una combinación estiércol fermentado con yeso al 95 por ciento y cinco tratamientos fué una mezcla de sorgo y fermento de tomate con yeso.

**Cuadro 6. Composición de los Tratamientos.**

Tratamiento	Composta (ton/ha)	Yeso (ton/ha)
1-	0	0
2	60*	0
3	100*	0
4	60**	3
5	100*	3
6	60**	6
7	100**	6
8	60**	9
9	100**	9
<b>Total</b>	<b>480</b>	<b>36</b>

\* Estiércol fermentado. \*\* mezcla de sorgo mas fermento de tomate.

### 5.10.- Densidad de Siembra y Tamaño de la Parcela Experimental.

La densidad de siembra del cultivo de avena fue de 100 kg/ha de la variedad Cuahutemoc en un tamaño de parcela de una hectárea. Dando un total de superficie de nueve has con 900 kg de semilla de avena. El cultivo se sembró el 27 de noviembre del 2003.

### 5.11.- Manejo del Riego.

Antes de la aplicación de los tratamientos, se implementaron las recomendaciones de manejo del agua de riego, las cuales fueron de acuerdo al tipo del suelo, longitud y caudal de riego (melgas de 150 m de largo y 27 m de ancho), y pendiente de 3 cm. /100. El programa de riego aplicado fue el siguiente:

**Cuadro 7. Programa del Riego Utilizado.**

No de riego	Lamina (cm)	Intervalo (días)	Volumen (m3/ha)
1*	15	0	1500
2	9	8	900
3	9	33	900
4	15	56	1500

\* Riego de presembrado

## 5.12.- Balance de Solutos.

Con el fin de explicar el efecto del yeso y la composta en las características del suelo, el análisis de la información fue utilizando un balance de sales, expresado en la siguiente ecuación, considerando para ello el estrato 0-30 cm.

$$\Delta\text{Sol} = (\text{Sb} + \text{Se}) - (\text{Ss} + \text{Sr}) \dots\dots\dots(1).$$

Donde :

$\Delta\text{Sol}$  = Cambio en la existencia de solutos (kg/ha).

$\text{Sb}$  = Solutos existentes en el suelo antes de la siembra del cultivo (kg/ha).

$\text{Se}$  = Solutos de entrada "por riego, composta y yeso" (kg/ha).

$\text{Ss}$  = Solutos de salida "fuera del estrato" (kg/ha).

$\text{Sr}$  = Solutos residuales después de la cosecha.

Las entradas fueron consideradas como las concernientes al contenido de solutos en el agua de riego, yeso y composta, mientras que las salidas fueron consideradas los solutos percolados fuera del estrato correspondiente. Según la ecuación 1, valores positivos significa desplazamiento de solutos del estrato en análisis, mientras que valores negativos significa acumulación, la cual puede ser por la inhabilidad del medio para desalojarlos por movimiento ascendente de los mismos proveniente de los estratos inferiores o por descomposición química de los compuestos presentes.

Los solutos considerados fueron los siguientes: Na, K, Ca, Mg, NO<sub>3</sub>, P-PO<sub>4</sub>, P-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, CO<sub>3</sub> y HCO<sub>3</sub>; así como algunas variables de comportamiento como pH, CE y Ras. La solución de la ecuación de balance, para los diferentes tratamientos, así como el análisis químico del agua de riego y la composta

**5.13.- Metodología de Cálculos de Conversiones de Solutos (ppm y me/l) a kg/ha.**

Los resultados que arrojaron los análisis de los solutos en ppm, a una profundidad de 30 cm. se convirtieron a kilogramos por hectárea con la siguiente fórmula

$$kg / ha = (Pm * Da * vppm) * (0.1) \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Pm = Profundidad de muestra (cm).

Da = Densidad aparente (ton/m<sup>3</sup>).

Vppm = valor en ppm.

Para convertir me/l a kg/ha, primeramente hay que cambiar los me/l a ppm y después utilizar la fórmula 2.

$$P_{eq} = \frac{M.a}{V.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$ppm = (Me / L * P_{eq}) \dots\dots\dots (4)$$

e:

Peq = peso equivalente.

M.a = Masa atómica.

Va = Valencia.

ppm = partes por millón.

Me/l = mili equivalentes por litro.

## VI.- DISCUSION Y RESULTADOS.

### 6.1.- Salinidad y sodicidad.

Con lo que respecta a salinidad (cuadro 8), el tratamiento que mostró mejor resultado en la disminución de la conductividad eléctrica "CE" fue el tratamiento seis, integrado por 60 ton de sorgo mas fermento de tomate y seis ton de yeso, este redujo la salinidad en un 22 por ciento con respecto al valor inicial, mientras que los demás tratamiento tendieron a aumentar la concentración de sales en el estrato 0-30. Con lo que respecta a sodicidad los tratamientos que mejor efecto mostraron en el desplazamiento de sodio, reflejado en el por ciento de sodio intercambiable "PSI" (antes y después), y en la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), fue el tratamiento seis y ocho (60 ton de sorgo mas fermento de tomate y 6 ton de yeso), el seis disminuyo un 0.4 por ciento en PSI, mientras que el ocho fue capaz de disminuirlo en un 0.7 por ciento.

**Cuadro 8. Parámetros de salinidad y modicidad en cada tratamiento.**

Tratamiento	Estado	pH	CE	RAS	PSI
1 (0-0)	Ant.	8.3	2.9	3.0	3.1
	Des.	7.8	2.7	3.8	4.2
2 (60-0)	Ant.	8.2	4.3	3.9	4.3
	Des.	7.8	5.1	4.9	5.6
3 (100-0)	Ant.	8.3	3.0	3.6	3.9
	Des.	7.9	5.6	6.2	7.3
4(60-3)	Ant.	8.3	4.8	3.6	3.9
	Des.	7.8	4.6	4.4	5.0
5(100-3)	Ant.	8.5	2.6	3.7	4.0
	Des.	8.2	3.6	9.5	11.3
6(60-6)	Ant.	8.2	4.6*	4.1*	4.6*
	Des.	7.8	3.6*	3.8*	4.2*
7(100-6)	Ant.	8.3	4.9*	3.3	3.5
	Des.	7.9	4.4*	4.3	4.8
8(60-9)	Ant.	8.2	4.6	4.7*	5.4*
	Des.	7.8	4.6	4.2*	4.7*
9(100-9)	Ant.	8.3	4.4	3.8	4.2
	Des.	7.9	5.3	4.1	4.6

## 6.2.- Solutos

### 6.2.1.- sodio, potasio, calcio y nitratos.

De acuerdo a los resultados que se muestran en el cuadro 9, los tratamientos que provocan un mayor desplazamiento del sodio es el tratamiento siete que corresponde a 100 toneladas de mezcla de sorgo mas fermento de tomate y 6 toneladas de yeso. El hecho de que el sodio se desplaza en conjunto con los sulfatos, en forma de sulfato de sodio, estos mismos tratamientos son los que más efecto tienen en el movimiento de solutos hacia estratos inferiores del suelo; desgraciadamente, estos mismos tratamientos también tienen el mismo efecto sobre el potasio, calcio y los nitratos.

### 6.2.2.- Magnesio, fosfatos y bicarbonatos.

Para el caso del magnesio, fosfatos y bicarbonatos, estos elementos interactúan con la aplicación de 100 toneladas de estiércol fermentado con tres toneladas de yeso (tratamiento 5).

### 6.2.3.- Cloro.

El mejor tratamiento para el ion cloro, considerado nocivo por tender a unirse con el sodio para formar cloruro de sodio, fue el tratamiento cinco integrado por 100 ton de estiércol fermentado y tres toneladas de yeso.

### 6.2.4.- Nitratos.

De acuerdo al balance de solutos, los tratamientos que mejoraron por la acumulación de nitratos fueron los tratamientos dos y tres, integrados por 60 y 100 ton de estiércol fermentado (cuadro 8).

**Cuadro 9. Movimientos de Solutos (Kg/ha) en el estrato 0-30, por Efecto de los Tratamientos.**

Solutos	Tratamientos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0-0	60-0	100-0	60-3	100-3	60-6	100-6	60-9	100-9
Na	1028	903	840	1113	1801	1569	3257	1428	1028
K	-23	2,236	2085	2296	2510	3615	3634	2200	-23
Ca	850	1,163	2525	2403	2364	3314	3314	3447	2920
Mg	49	196	535	205	504	223	205	196	49
NO <sub>3</sub>	527	-43	-315	2012	-180	1232	1823	547	527
P-PO <sub>4</sub>	46	63	187	-14	542	49	-12	34	46
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	100.0	0	100.0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	2567	3,913	1668	7882	2362	9583	8430	9673	7065
Cl	168	3,252	3967	3144	4264	3171	2955	3171	168
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	576	390	608	669	1491	344	576	483	573

### 6.3.- Rendimiento del cultivo

Los mejores tratamientos con respecto a fertilidad (disponibilidad de nitrógeno) fueron los tratamientos dos y tres los cuales están integrados por 60 y 100 ton de estiércol fermentado respectivamente. Esto es debido al acumulamiento de nitrógeno en estratos inferiores ocasionado por la fertigración del cultivo de tomate y al movimiento del mismo hacia estratos superiores por efecto del riego, el cual se acumula como nitratos en el estrato 0-30 cm y es retenido por la composta

**Cuadro 10. Rendimiento de Avena en seco.**

Tratamientos	Peso (kg)
1	1.868
2	2.472
3	<b>2.499</b>
4	2.087
5	1.593
6	2.032
7	1.978
8	2.3 07
9	1.565

## VII.- CONCLUSIONES.

- Fue posible evaluar el rendimiento de avena con dosis de composta, mezcla de sorgo con fermento de tomate y yeso agrícola.
- Fue posible obtener un mayor rendimiento del cultivo de avena con la incorporación de puro estiércol fermentado.
- Con el tratamiento formado con mezcla de sorgo con fermento de tomate y yeso fue posible reducir la salinidad y sodicidad

### VIII.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el experimento con muestreos continuos y a largo plazo para apreciar el efecto del yeso, debido a que su proceso de descomposición es muy lento.

## A NEXOS

**Cuadro 1A.- Balance de Sales en el Tratamiento 1 "composta 0 y yeso 0" (ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)			Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	SUMA	Sr	Suma	
Na	806	1,159	1,965	938	938	1,028
K	95	31	126	149	149	-23
Ca	1390	567	1,957	1107	1107	850
Mg	51	49	100	51	51	49
NO <sub>3</sub>	307	227	534	7	7	527
P-PO <sub>4</sub>	72	3	75	29	29	46
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	4026	2,549	6,527	4008	4008	2,567
Cl	297	249	549	378	378	168
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	604	669	1,273	697	97	76

**Cuadro 2A.- Balance de Sales en el Tratamiento 2 "composta 60 y yeso 0" (ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)				Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	SUMA	Sr	Suma	
Na	1279	1,159	138	2,576	1674	1674	903
K	134	31	2280	2,445	208.6	209	2,236
Ca	1962	567	840	3,370	2207	2207	1,163
Mg	83	49	156	288	92.6	92.6	196
NO <sub>3</sub>	591	227	84	901	945	945	-43
P-PO <sub>4</sub>	60	3	24	87	24	24	63
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	6258	2,549	2736	11,54	7631	7631	3,913
Cl	324	249	2976	3,549	297	297	3,252
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	604	669	0	1,273	883	883	390

**Cuadro 3A. Balance de Sales en el tratamiento 3 "composta 100 y yeso 0" ( ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)				Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	SUMA	Sr	Suma	
Na	2094	1,159	400	3653	2191	2814	840
K	238	31	2120	2389	209	304	2085
Ca	2115	567	2600	5282	2146	2757	2525
Mg	97	49	520	666	93	131	535

NO <sub>3</sub>	567	227	180	974	969	1289	-315
P-PO <sub>4</sub>	72	3	220	295	60	108	187
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	100	100	0	0	100
SO <sub>4</sub>	8326	2,549	980	11855	7997	1018	1668
Cl	567	249	4250	5066	838	1099	3967
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	883	669	0	1552	697	944	608

**Cuadro 4A. Balance de Sales en el Tratamiento 4 “composta 60 y yeso 3” (ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	1262	1,159	138	0	2,559	1446	1446	1,113
K	164	31	2280	0	2,474	179	179	2,296
Ca	2359	567	840	690	4,457	2054	2054	2,403
Mg	83	49	156	0	288	83	83	205
NO <sub>3</sub>	2126	227	84	0	2,437	425	425	2.012
P-PO <sub>4</sub>	19	2.9	24	0	46	60.3	60	-14
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	6295	2,549	2736	1499	1307	5197	5197	7.882
Cl	324	249	2976	0	3,549	405	405	3,144
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	651	669	0	0	1,320	651	651	669

**Cuadro 5A. Balance de Sales en el Tratamiento 5 “composta 100 y yeso 3” (ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	1884	1,159	400	0	3443	1271	1642	1801
K	626	31	2120	0	2776	179	266	2510
Ca	718	567	2600	690	4575	1718	2211	2364
Mg	37	49	520	0	605.9	69	101	504
NO <sub>3</sub>	14	227	180	0	421	425	601	-180
P-PO <sub>4</sub>	458	3	220	0	681	84	139	542
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	100	0	100	0	0	100
SO <sub>4</sub>	4575	2,549	980	1499	9603	5673	7241	2362
Cl	486	249	4250	0	4985	540	722	4264
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	1767	669	0	0	2436	697	944	1491

**Cuadro 6A. Balance de Sales en el Tratamiento 6 "composta 60 y yeso 6" (ton/ha)**

Soluto	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	1376	1,159	138	0	2,673	1104	1104	1,569
K	118	31	2280	0	3,808	194	194	3,615
Ca	2130	567	840	1380	4,918	1603	1603	3,314
Mg	79	49	156	0	284	60	60	3,314
NO <sub>3</sub>	1110	227	840	0	1,421	189	189	1,232
P-PO <sub>4</sub>	58	3	24	0	85	36	36	49
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	6606	2,549	2736	2999	14890	5307	5307	9,583
Cl	324	249	2976	0	3,549	378	378	3,171
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	465	669	0	0	1,134	790	790	344

**Cuadro 7A. Balance de Sales en el Tratamiento 7 "composta 1000 y yeso 6" (ton/ha)**

Solutos	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	1192	1,159	2300	0	4,651	1393	1393	3,257
K	137	31	2280	0	3,828	194	194	3,634
Ca	2451	567	840	1380	5,238	1924	1924	3,314
Mg	79	49	156	0	284	79	79	205
NO <sub>3</sub>	1843	227	84	0	2,153	331	331	1,823
P-PO <sub>4</sub>	10	3	24	0	37	48	48	-12
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	6624	2,549	2736	4498	16883	7210	7210	9,673
Cl	270	249	2976	0	3,495	324	324	3,171
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	558	669	0	0	1,227	744	744	483

Cuadro 8A. Balance de Sales en el Tratamiento 8 "composta 60 y yeso 9" (ton/ha)

Solutos	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	1542	1,159	138	0	2,839	1411	1411	1,428
K	98	31	2280	0	2,409	209	209	2,200
Ca	2008	567	840	2070	5,485	2039	2039	3,447
Mg	83	49	156	0	288	93	93	196
NO <sub>3</sub>	566	227	84	0	878	331	331	547
P-PO <sub>4</sub>	36	3	24	0	63	29	29	34
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	7100	2,549	2736	4498	16883	7210	7210	9,673
Cl	270	249	2976	0	3,495	324	324	3,171
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	558	669	0	0	1,227	744	744	483

Cuadro 9A. Balance de sales en el Tratamiento 9 "composta 100 y yeso 9" (ton/ha)

Solutos	Entradas (kg/ha)					Salidas (kg/ha)		Saldo
	Sb	Agua	Comp.	Yeso	SUMA	Sr	Suma	
Na	806	1,159	2300	0	4265	938	938	3327
K	95	31	2280	0	2406	149	149	2257
Ca	1390	567	840	2070	4867	1107	1107	3760
Mg	51	49	156	0	256	51	51	205
NO <sub>3</sub>	307	227	84	0	618	7	7	611
P-PO <sub>4</sub>	72	3	24	0	99	28.9	29	70
P-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
SO <sub>4</sub>	4026	2,549	2736	4498	13809	4008	4008	9801
Cl	297	249	2976	0	3522	378	378	3144
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub>	604	669	0	0	1373	697	697	676

## X LITERATURA CITADA.

Delorit, J.R Ahlgreen, L.H 1985. Producción Agrícola. Editorial C.E.C.S.A. México, D.F.

Robles, S.R. 1981. Estadísticas de granos y forrajes. Tercera Edición, Editorial Limusa México. D.F.

Strohlein, J. L. y Korentajes 1981. Uses for Sulphur Compounds for Soil and Water Management, Primer Simposio Sobre el Yeso y el Azufre para el desarrollo y la Modernización de la agricultura latina, México. D. F.

Jiménez, G.G 1993 Eficiencia en la sustitución de sodio intercambiable de cuatro mejoradores químicos en un suelo salino sódico a nivel de campo. Tesis de maestría CIGA-ITA 10. Torreón Coahuila.

Martínez, A. T. 1998. Cultivos de invierno. Ciencias de la Agricultura, Cuba.

Montaño, G.S. 1982. Estudio de tres yesos agrícolas y el yeso puro bajo dos formas de aplicación (incorporado al suelo y solubilizado en agua) en el mejoramiento de capa arable de un suelo sódico. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Centro de Hidrociencias. Chapingo, México.

Odverstreet, R. J. C. Martín and H. M King. 1951. Gypsum, Sulfur, and Sulphuric Acid for Reclaiming an Alkali Soil of the Fresno, Series Hilgardia, A Journal of Agricultural Science Publisher by the California Agricultural Experiment Station Vol. 21 U. S. A.

Quiroga. G.H.M. 1986. Efectos del estado de madurez al corte sobre la producción, calidad y persistencia de la Alfalfa. Forrajes y su aprovechamiento. Reportes de investigación. CAELALA, INIFAP, SARH.