

EFFECTO DE LA COMBINACION DE ESCORIA, EXTRACTO DE ALGAS MARINAS Y UN BIOACTIVADOR HUMICO EN EL CULTIVO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN NAVIDAD, N. L.

PABLO PRECIADO RANGEL

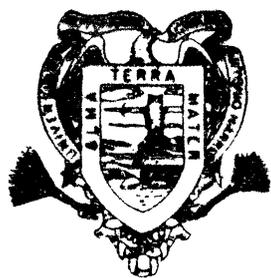
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN
SUELOS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:



MC. Javier S. Silveyra Medina.

Asesor:



Dr. Eduardo A. Narro Fariás.

Asesor:



MC. Adolfo García Salinas.



Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez.
Subdirector de Postgrado.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 1996.

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACTY), por el otorgamiento de la beca que hizo posible mis estudios de Postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la oportunidad que me brindó de superarme profesionalmente.

Al MC. Javier S. Silveyra Medina, por su asesoramiento y orientación brindada a lo largo de esta investigación, así como en la revisión de esta tesis.

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías, por su apoyo, los consejos y su amistad brindada a lo largo de mis estudios en la Universidad y por la revisión de este trabajo.

Al MC. Adolfo García Salinas, por todo el apoyo y ayuda brindada en el trabajo de campo y en la revisión de la presente investigación.

A Altos Hornos de México Sociedad Anónima (AHMSA), por las facilidades y apoyos otorgados para la realización de la presente investigación.

A las laboratoristas del Depto de Suelos de la UAAAN, en especial a Lucy e Italia por la colaboración en los análisis de suelos.

con cariño y respeto para mis padres:

Francisco Preciado Ibarra

Epifania Rangel Rivera

Por su gran amor y apoyo que siempre han brindado a sus hijos, dando lo mejor de sí mismos sin escatimar esfuerzo alguno.

mis hermanos

Antonio

Francisco

J. Guadalupe

Sonia

Verónica

Raúl

Por su cariño y apoyo brindado en todo momento

con Antonio Preciado Vargas (+)

A ti abuelo porque siempre me brindaste lo mejor de ti, por tus consejos mil gracias.

A ti Elizabeth, por todo el amor y el apoyo moral que siempre me has brindado.

A la gran familia Preciado, por sus consejos, apoyo y palabras de aliento brindadas en todo momento y porque la gran familia siga siempre unida como hasta la fecha.

COMPENDIO

ESTUDIO DE LA COMBINACION DE ESCORIA, EXTRACTO DE ALGAS MARINAS Y
UN BIOACTIVADOR HUMICO EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

EN NAVIDAD N.L

POR

PABLO PRECIADO RANGEL

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE DE 1996

MC: JAVIER S. SILVEYRA MEDINA

-ASESOR-

Palabras clave: Frijol, escoria, extracto de algas marinas, bioactivador húmico, suelos
calcáreos.

Los objetivos principales fueron: evaluar el efecto de la escoria, un extracto de
algas marinas y un bioactivador húmico sobre las propiedades físicas y químicas de un
suelo calcáreo, el rendimiento y sus componentes en el cultivo de frijol.

Las propiedades del suelo como la densidad aparente, el espacio poroso, la conductividad eléctrica, los carbonatos totales, el contenido de nitrógeno total, el fósforo aprovechable, el potasio intercambiable, el contenido de materia orgánica, el potencial de hidrogeno, la capacidad de intercambio catiónico, el calcio, magnesio, manganeso , hierro y el zinc se modifican de manera no significativa.

El tratamiento que mejor rendimiento mostró fue al que se le aplicó el nivel medio del bioactivador húmico y el nivel medio del extracto de algas marinas.

ABSTRACT

EFFECT OF THE SLAG COMBINATION, MARINE ALGAE EXTRACT AND HUMIC
ACTIVATOR IN THE BEAN PLANT (*Phaseolus vulgaris* L) IN NAVIDAD NUEVO
LEON.

BY

PABLO PRECIADO RANGEL

MASTER OF SCIENCE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA DECEMBER 1996

MC JAVIER S. SILVEYRA MEDINA -ADVISOR-

Keywords: Bean, slag, marine algae extract, humic bioactivator, calcareous soils.

The main objectives were: To evaluate the effect of slag, marine algae and humic bioactivator on the physical and chemistries properties of a calcareous soils yield and its components in the bean crop.

The properties of the soils as the apparent density, porous space, electrical activity, total carbonates, total nitrogen contain, phosphorus available, exchangeable potassium, exchange capacity cationic, the calcium, hydrogen potential, the calcium, magnesium, manganese, iron, and zinc are not modified of any significant way.

The treatment that better yield showed was to which applied the level middle of the humic bioactivator and the level middle of the marine algae extract.

	página
DICE DE CUADROS	xiii
DICE DE FIGURAS	xii
TRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Generalidades del cultivo de frijol	3
Origen	3
Condiciones ecológicas y edáficas	3
Requerimientos nutricionales	3
Funciones de los nutrimentos en el frijol	5
Escorias	10
Características físico químicas	10
Fórmula y composición	11
Usos	12
Principales países productores	12
Condiciones para ser utilizadas como fertilizantes	12
Forma de aplicación	13
Solubilidad	13
Utilización en suelos alcalinos	14
Investigaciones realizadas	14
Mezcla con fertilizantes	16
Intentos por elevar el contenido de fósforo	16
Algas marinas	17
Composición	17
Cantidades aplicadas	17
Forma de aplicación	18
Efectos en las propiedades físicas del suelo	18
Efectos en las propiedades químicas del suelo	19
Reducción en la dosis de fertilización	19
Bioactivadores húmicos	21
Efectos en las propiedades físicas del suelo	21
Efectos en las propiedades químicas del suelo	23
Reacción con metales y minerales	24
Rendimiento	26
Efecto en las propiedades físicas del suelo a la combinación de un bioactivador humico y algas marinas	27
Efecto en las propiedades químicas del suelo a la combinación de un bioactivador húmicos y algas marinas	27
Efecto de la combinación de un bioactivador húmico y algas marinas en planta	28
Suelos calcáreos	28
ATERIALES Y METODOS	30
Localización del sitio experimental	30
Características del sitio experimental	30
Clima	30
Agua de riego	32
Suelo	33
Descripción del material utilizado	33

Material genético utilizado	33
Escoria	34
Extracto de algas marinas	35
Bioactivadores húmicos	35
Descripción de de los tratamientos	36
Diseño experimental y distribución de los tratamientos	36
Croquis del experimento	38
Evaluación de los tratamientos	39
Variables evaluadas al suelo	39
Variables evaluadas a planta	39
Cronología del experimento	40
Preparación del terreno	40
Siembra y fertilización	40
Aplicación de los tratamientos	41
Riegos	41
Labores de cultivo	41
Cosecha	41
TADOS Y DISCUSION	43
Características físicas	43
Densidad aparente	43
Densidad de sólidos	44
Espacio poroso	45
Constantes de humedad (CC y PMP)	46
Propiedades químicas	47
Nitrógeno total	47
Fósforo aprovechable	49
Potasio intercambiable	49
Calcio	50
Magnesio	50
Manganeso	51
Fierro	52
Zinc	52
Contenido de materia orgánica	53
Potencial de hidrogeno	53
Capacidad de intercambio cationico	54
Conductividad eléctrica	55
Carbonatos totales	55
Análisis foliar	56
Fósforo	57
Potasio	58
Calcio	59
Magnesio	60
Fierro	62
Manganeso	63
Zinc	64
Parámetros evaluados al cultivo	66
Vainas por planta	66
Semillas por planta	68
Semillas por vaina	69
Peso de 100 semillas	70

Rendimiento de grano	70
RESERVAS	74
EN	75
URBA CITADA	77
DE	85

INDICE DE CUADROS

o	Página
Concentración de nutrimentos en las hojas del cultivo de frijol en la etapa de floración	4
Análisis químico del agua de riego antes del establecimiento del experimento	32
Análisis del suelo antes del establecimiento del cultivo	34
Análisis de la escoria	34
Composición química del extracto de algas marinas	35
Composición del bioactivador húmico	35
Descripción de dosis y tratamientos estudiados en el experimento	36
Concentración de tratamientos que se aplicaron al campo	37
Características evaluadas al suelo	39
Resultados promedio de los análisis físicos del suelo realizados al final del ciclo	44
Resultados promedio de los elementos nutritivos del suelo realizados al final del ciclo	48
Resultados promedio de los análisis químico del suelo realizados al final del ciclo	48
Resultado promedio del análisis foliar realizado al inicio de la floración	56
Resultado promedio de los parámetros analizados al cultivo	66
Comparación de medias para el rendimiento de grano	72

INDICE DE FIGURAS

	Página
zación del campo agrícola experimental Ing. Humberto Treviño Siller vidad N.L.	31
ucción de los tratamientos en campo, ciclo primavera-verano de 1995	38
nido de fósforo foliar para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	59
nido de potasio foliar para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	60
nido de calcio foliar para los diferentes niveles en el cultivo de avidad N.L, primavera, 1995.	61
nido de magnesio foliar para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	63
nido de hierro foliar para los diferentes niveles en el cultivo de avidad N.L, primavera, 1995.	64
nido de manganeso foliar para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	65
nido de zinc foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. ad N.L, primavera, 1995.	65
s promedio por planta para los diferentes niveles en el cultivo de avidad N.L, primavera, 1995.	68
as promedio por planta para los diferentes niveles en el cultivo de avidad N.L, primavera de 1995	68
as promedio por vaina para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	69
promedio de 100 semillas para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	72
miento promedio de grano para los diferentes niveles en el cultivo ol. Navidad N.L, primavera, 1995.	73

INTRODUCCION

En la actualidad la humanidad sufre grandes problemas entre los que se pueden mencionar el alto crecimiento demográfico, la consecuente escasez de recursos y el paulatino deterioro del medio ambiente. Entre las acciones tomadas por el hombre, para tratar de solucionar estos problemas están :

Incrementar el rendimiento por unidad de superficie de los cultivos más importantes de la alimentación, de los cuales en México, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia después del maíz, ya que este producto aporta prácticamente la totalidad de proteínas que se consumen, por la superficie cultivada ya que solamente en 1994 la superficie de cultivo fue de aproximadamente 2 millones de hectáreas de las cuales el 85 por ciento se desarrollan bajo condiciones de temporal y el resto bajo riego, con rendimientos promedio de 500 kg/ha en condiciones de temporal y 1300 kg/ha bajo condiciones de riego, el volumen de grano consumido por persona ya que se considera un consumo per cápita de 15 kg al año, lo que constituye una demanda de 1.2 millones de toneladas anuales (SARH, 1994).

Hacer más eficientes los procesos de producción para minimizar los desechos y subproductos, en especial los focos potenciales de contaminación y en muchos de estos casos encontrar una utilidad práctica para esos materiales.

La escoria de la industria del metal es un desecho industrial que contiene nutrientes nutritivos vegetales que se encuentran en formas insolubles o de muy baja

ilidad la cual se puede aumentar mediante bioactivadores húmicos y algas marinas, los cuales desbloquean compuestos insolubles y los ponen a disposición de las plantas, es por esto que se han planteado los siguientes objetivos e hipótesis.

Hipótesis

La aplicación de la escoria, bioactivador húmico y el extracto de algas marinas en forma individual o en combinación modifica algunas características físicas y químicas de un suelo calcáreo.

La escoria en forma individual o en combinación con el bioactivador húmico o el extracto de algas aporta nutrimentos al suelo, los cuales pueden ser tomados por las plantas.

La escoria, el bioactivador húmico y el extracto de algas marinas en forma individual o en combinación incrementan el rendimiento del frijol.

Objetivos

Evaluar el efecto de la escoria, el bioactivador húmico y el extracto de algas marinas sobre algunas características físicas y químicas del suelo.

Evaluar los efectos de la escoria, el bioactivador húmico y el extracto de algas marinas sobre el cultivo de frijol.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del cultivo de frijol

El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es originario de América y como centro de cría se considera al área México - Guatemala y de ahí a todo el mundo (Parsons, 1980).

Condiciones ecológicas y edáficas

El frijol se desarrolla en regiones que van desde templadas hasta tropicales y zonas húmedas, con una altitud desde el nivel del mar hasta 2220 msnm; esta especie no resiste las heladas (Parsons, 1981).

El frijol se desarrolla bien en suelos de textura franco limosa a ligeramente arenosa; tolera bien los suelos franco arcillosos, pero deben evitarse los suelos con altas concentraciones de sales y mal nivelados (CIANO, 1984).

Requisitos nutricionales

CIANO (1983) señala que en México la mayor parte de los suelos son ricos en materia orgánica pero tienen deficiencias en nitrógeno y fósforo. La dosis de fertilización del

El rendimiento de frijol varía para cada región agrícola debido a que cada una tiene diferentes condiciones en cuanto a la fertilidad del suelo.

CIANO (1983) menciona que la fertilización nitrogenada es la que más influye en el rendimiento del frijol. Se ha obtenido respuesta a aplicaciones de 90 kg/ha de nitrógeno y de 20 a 40 kg/ha de fósforo (P₂O₅), lo cual depende de lo anterior, la región agrícola, la humedad aprovechable; no se ha encontrado respuesta a la fertilización a base de potasio.

CIANO (1984) señala que se fertiliza al momento de la siembra, aplicando por hectárea 50 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo. La aplicación se hace en banda a una distancia de una hilera de plantas y a una distancia que no quede muy cerca a la planta para evitar ocasionar lesiones.

Jones *et al.* (1991) indican que la concentración de nutrimentos en las hojas de frijol en la etapa de floración es la que se menciona en el cuadro 2.1.

2.1. Concentración de nutrimentos en las hojas del cultivo de frijol en la etapa de floración.

Concentración	Bajo por ciento	Suficiente por ciento	Alto por ciento
	4.24 - 4.99	5.00 - 6.0	> 6.0
	0.25 - 0.34	0.35 - 0.75	> 0.75
	2.00 - 2.24	2.025 - 4.0	> 4.0
	1.00 - 1.49	1.50 - 2.5	> 2.5
	0.25 - 0.29	0.30 - 1.0	> 1.0
ppm			
	15 - 19	20 - 75	> 75
	4 - 6	7 - 30	> 30
	40 - 49	50 - 300	> 300
	5 - 49	50 - 300	> 300
	18 - 19	20 - 200	> 200

ones de los nutrimentos en el frijol

eno

Este es tomado por las plantas principalmente como NO_3^- y NH_4^+ , es su principal nutriente y es un componente básico de proteínas, vitaminas, enzimas y ácidos nucleicos, etc.; este elemento influye en el proceso de desarrollo al aumentar el tamaño de las hojas y acelera la fotosíntesis. Una deficiencia retrasa la división celular y hace que la planta detenga su crecimiento. Las hojas se quedan pequeñas y toman un color verde claro hasta amarillentas; esta clorosis es homogénea sobre toda la superficie foliar por la disminución de la clorofila, pero si se le suministra nitrógeno en exceso se puede retrasar la floración y la fructificación.

o

Es tomado como PO_4^{-3} , es un componente de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos (ARN Y ADN), fosfolípidos, azúcares fosfatadas y todas las enzimas involucradas en el transporte de la energía y que tiene múltiples funciones en el metabolismo de la planta, interviene en el proceso de la fotosíntesis, respiración, síntesis y descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas. También interviene en la germinación, formación de raíces, floración, maduración y calidad de la semilla; la demanda de las plantas al fósforo es mayor al principio de su crecimiento y disminuye a medida que avanza el desarrollo del cultivo. La deficiencia de fósforo se manifiesta con plantas débiles y enanas con poca ramificación. Al retardarse la división celular y detenerse el crecimiento, las hojas se tornan amarillentas y necróticas; se retrasa el proceso de floración y afecta la madurez, a las raíces en su desarrollo y ramificación.

Se toma como K^+ , es un nutrimento importante para el sistema metabólico de dentro del proceso de la fotosíntesis y la economía hídrica, presión osmótica, apertura y cierre de las estomas, favorece la producción de azúcares y almidones y la resistencia a heladas y sequía. La deficiencia potásica muestra plantas débiles sin vigor y con apariencia de marchitamiento; las hojas se vuelven amarillentas, se marchitan y enrollan; las más bajas se secan dando una apariencia de quemadura en los bordes y en las puntas, este efecto se inicia en la parte inferior de la planta y se extiende hacia la parte superior.

Se toma como Ca^{+2} , activa la formación y crecimiento de las raíces secundarias y aumenta el vigor de la planta, también influye en el manejo de la presión de turgencia y forma parte de las membranas de las células meristemáticas. La deficiencia de calcio se presenta cuando las hojas jóvenes de los brotes terminales toman un color amarillento, se doblan y se marchitan de las puntas y de los bordes. Las plantas con deficiencia se quedan pequeñas y el desarrollo de las raíces se reduce en forma considerable, esta deficiencia se puede confundir con la toxicidad de aluminio y sodio.

Se toma como SO_4^{-2} o SO_2 de la atmósfera es un componente esencial de aminoácidos (cistina y metionina) y algunas enzimas; interviene en la síntesis de lípidos y activa la formación de nódulos. Un amarillamiento de las hojas inferiores de

a similar a las del nitrógeno y que posteriormente puede afectar a las hojas; es una deficiencia de azufre, la cual resulta de la acumulación de nitrógeno orgánico y de radical amida y aminoácidos de los compuestos nitrogenados en las que inhibe la síntesis de proteínas.

sio

Se toma como Mg^{+2} , es un componente esencial de la clorofila y toma parte en la fotosíntesis; es necesario en la formación del azúcar y promueve la formación de lípidos y grasas; ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes. Los síntomas característicos de deficiencia de este nutriente se manifiestan en las hojas viejas las que se vuelven amarillentas hasta anaranjadas entre las venas, pero luego pasa a necrosis.

El amarillamiento es irregular, se inicia normalmente en la punta de las hojas; en la deficiencia es leve, las nervaduras son verdes, pero cuando es fuerte estas se vuelven en una coloración amarilla uniforme con manchas necróticas.

Se toma como Zn^{+2} , se requiere para la producción normal de la clorofila en las plantas, para el crecimiento de la misma y probablemente para la síntesis de almidón. La deficiencia de este nutriente se manifiesta inicialmente como un amarillamiento puntual en las hojas y posteriormente pueden aparecer manchas necróticas

Este es tomado como Fe^{+2} y está relacionado con la producción de la clorofila, el síntoma característico de la deficiencia de hierro es la ausencia de clorofila, lo que produce un color amarillo en las hojas conocido comúnmente como clorosis. Esta se manifiesta primeramente en las hojas más jóvenes, permaneciendo verde sólo las venas. Los rangos de clorosis van desde un verde claro hasta un color blanquecino, dependiendo del grado de la deficiencia; en condiciones severas de deficiencia por deficiencia férrica, las venas también pierden el color verde y las hojas presentan áreas necróticas que posteriormente se extienden, cuando esto sucede las hojas mueren y caen prematuramente.

Manganeso

Es tomado como Mn^{+2} , y se relaciona con la aceleración de la germinación y la duración, coadyuva en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis, también aumenta el aprovechamiento de calcio, magnesio y fósforo, una deficiencia de este nutrimento se manifiesta en un crecimiento raquítico y las hojas jóvenes toman un color amarillo oro, con puntos necróticos irregulares entre las nervaduras duras.

La planta de frijol puede absorber bastante manganeso y producir síntomas de toxicidad que se manifiestan con un amarillamiento entre las nervaduras de las hojas jóvenes, deformación y enrollamiento de las hojas del cogollo y necrosis en la base. Esto afecta el crecimiento de la planta, la formación de nódulos y la fijación de nitrógeno; estos síntomas de toxicidad se pueden confundir con las deficiencias de manganeso.

Se toma como Cu^{+2} , es un componente de enzimas, aparentemente es necesario para la formación de sustancias que promueven el crecimiento. Las plantas deficientes en cobre son raquílicas con entrenudos cortos y las hojas jóvenes tienen un color verde azul.

Es tomado como BO_3^{-3} ; las plantas con deficiencia de boro tienen tallos débiles y las hojas con manchas necróticas distribuidas en forma de bandas en la parte superior de las mismas; en deficiencias severas las hojas se arrugan y en la raíz se observa una modificación ya que las prolongaciones no crecen, a que mueren los meristemos apicales, la toxicidad del boro induce a un crecimiento anormal y necrosis en los bordes de las hojas primarias, poco después de la aparición de la deficiencia.

no

Es tomado como MoO_4^{2-} este determina la eficacia de la absorción de otros nutrientes principalmente nitrógeno y posiblemente fierro y fósforo. Se cree que actúa como catalizador en la fijación de nitrógeno que realizan las bacterias de los nódulos de las leguminosas, la deficiencia de molibdeno se presenta generalmente en los suelos ácidos, salinos o arenosos, que contienen un exceso de manganeso asimilable y ciertos nutrientes como los azufre y zinc, estos últimos reducen la absorción de molibdeno, además de que un exceso de nitrógeno también perjudica la asimilación de este nutrimento.

Es tomado como Cl^- el cloro facilita la absorción de otros nutrimentos, cuando entra en exceso puede ser tóxico para las plantas, se cree que una de las funciones del cloro es la de regular la presión osmótica y el equilibrio catiónico, rara vez se presentan deficiencias de cloro en las plantas.

Escorias

La escoria es un subproducto de la industria del acero, que se produce al eliminar las impurezas del mineral; estas impurezas se empiezan a hacer más ligeras durante el proceso en donde con el escape del gas y de los sólidos son expulsados y se acumulan como escoria, después se enfrían y toman una apariencia de una masa esponjosa de color café oscuro. Las escorias representan el 42 al 46 por ciento del peso de los residuos sólidos generados por la industria siderúrgica. La escoria se considera uno de los fertilizantes fosfatados de acción lenta de mayor efectividad. (Collings, 1992).

Propiedades físico - químicas.

Collings (1955) señala que las escorias se presentan en forma polvorienta no homogénea, de color carbonizo y gran densidad. Su valor nutritivo para los vegetales es menor que el fosfato bicálcico, el cual aumenta con el grado de división

Las escorias tienen propiedades físicas como porosidad y capacidad de retención de agua muy favorables para la incorporación de los nutrimentos a las plantas. Además favorecen el drenaje de los sustratos de nutrición (Jiménez, 1992).

Larousse (1981) menciona que las escorias se presentan bajo el aspecto de un material muy pesado (100 kg ocupan solamente 50 litros) bastante fino (75 por ciento de malla de 0.10 mm), las escorias pesan más por unidad de volumen que el material fertilizante.

y composición

Collings (1955) menciona que la fórmula más comúnmente aceptada de las escorias es un doble silicato y fosfato de calcio, pero algunos químicos la consideran fosfato de calcio y otros creen que es silicoapatita. Las escorias deben de contener un porcentaje de ácido fosfórico (5.2 por ciento de P) y del cual no menos del 80 por ciento debe ser soluble en una solución de ácido cítrico y con una finesa del 70 por ciento por una malla de 100 y 50 por ciento por una malla de 50, las escorias que no cumplen esta regla se consideran de un rango bajo.

Las escorias son mezclas de fosfato tetracálcico y de silicofosfato de calcio con contenidos de hierro, aluminio, silicio, manganeso, etc. Contienen porcentajes variables, hasta 50 por ciento) de óxido de calcio (Latta, 1992).

Sauchelli (1966) señala que al realizar un análisis de una escoria básica se identificó tres fases que identificó como fosfato tricálcico, silicato de calcio y una fase de composición indefinida.

Las escorias tienen muchos usos entre los cuales se mencionan: Balastos en vías de ferrocarril, firmes para carreteras, como sustratos vegetales, en la industria del vidrio, en la cerámica, como materia prima en la industria del cemento y como aditivos o mejoradores de suelos. (Formoso *et al.*, 1990; Josephson *et al.*, 1949).

Principales países productores

Los principales países productores son Japón, Estados Unidos de América, Canadá, Alemania, Francia, Inglaterra y Bélgica (Formoso *et al.*, 1990).

Condiciones para ser utilizadas como fertilizantes

Para poder ser empleadas como fertilizante deben de ser molidas hasta convertirse a polvo de tal forma que el 80 por ciento de las mismas puedan atravesar una malla 100. La escoria es un fertilizante muy popular en Europa y se utiliza en cantidades de las zonas siderúrgicas en Italia representan el 10.1 por ciento del consumo de los fertilizantes fosfatados.

Larousse (1981) menciona que el contenido mínimo en las escorias de P_2O_5 debe de ser al menos o igual a 12 por ciento y el 75 por ciento al menos de este debe de ser soluble en ácido cítrico al 2 por ciento.

Collings (1955) menciona que las escorias de mejor grado contienen de un 17 por ciento de ácido fosfórico (de 7 a 9 por ciento de P).

de aplicación

El reparto de las escorias en polvo es una operación poco atractiva para realizar, debido a las polvaderas que se forman. Se ha tratado de resolver esta cuestión granulando o compactando las escorias; esto se realiza humedeciendo la escoria en el momento de la distribución, para evitar las polvaderas. Para ello se utiliza una distribuidora centrífuga de brazos oscilatorios, en cuya tolva se vierte al centro de la tolva el llenado de 2 a 3 litros de agua por saco. (Gros, 1976)

solubilidad

A causa de su insolubilidad en el agua las escorias deben de ser finamente molidas para que el fosfato pueda disolverse en la humedad del suelo (Cooke, 1983), las escorias son insolubles en el agua, pero son solubles en ácidos débiles (Bartolin,

Paterson (1966) menciona que los fosfatos de las escorias no actúan tan rápidamente como el superfosfato ya que ninguno de estos son hidrosolubles aunque una escoria de acción variable resulta soluble en ácidos débiles.

El anhídrido fosfórico de las escorias está contenido en diversos estados de hidratación, todos insolubles en el agua, pero solubles en los ácidos débiles y en el amoníaco ácido: y esto quiere decir que las escorias constituyen un término intermedio entre los abonos fosfatados insolubles y los solubles, lo que explica su acción lenta y al mismo tiempo rápida (Riagau, 1978).

en en suelos alcalinos

Las escorias son un excelente abono fosfatado en suelos ácidos en los que se ha utilizado casi exclusivamente, pero también ha dado buenos resultados en suelos alcalinos, aunque en ellos su eficacia es un poco inferior a la de los fosfatos (Papadakis, 1977; Gros, 1976). Para que sean mejor aprovechadas es necesario que las partículas estén cerca o en contacto con la raíz para que los nutrientes liberados por esta contribuyan a aumentar su solubilidad (Bartolini, 1989).

aplicaciones realizadas

Larousse (1981) menciona que cuando aparecen los síntomas visuales de deficiencia es bien frecuente que ya sea demasiado tarde para esperar compensar en su totalidad con la ayuda de pulverizaciones foliares, es mejor y preferible prevenir la deficiencia aportando al suelo los oligoelementos que son susceptibles, el mejor medio para lograr este aporte con el más mínimo esfuerzo consiste en utilizar un material rico en oligoelementos como es la escoria.

Jones (1965) menciona que en el sudoeste de los Estados Unidos en suelos alcalinos que son deficientes en Ca y elementos menores ha dado buenos resultados la aplicación de la escoria en maíz, frijol y trébol.

Cooling (1955) menciona que con 50 a 200 libras por acre son suficientes para prevenir la presencia de elementos menores. Así mismo menciona que el valor de la escoria como fertilizante está influenciado por la fineza en la cual el producto ha sido molido, lo más usual es una fineza de 80 por ciento o más que pase por una malla de

La respuesta del cultivo a las escorias es más grande que a la de las rocas
as.

Las escorias tienen suficiente Mg para corregir las deficiencias de este
ito en la mayoría de los suelos.

Lee (1991) señala que con la aplicación de la escoria en el cultivo de arroz el
ido de SiO_2 en la planta se incrementa.

Siman (1984) señala que con la aplicación de la escoria el contenido de
neso en la materia seca del cultivo de cebada varía entre 87 a 358 ppm contra
35 ppm sin la aplicación de esta.

Ponette (1991) menciona que con la aplicación de la escoria incrementa el
al de hidrógeno, acompañado por un gran incrementó en la capacidad de
mbio catiónico.

Bedoy (1996) en un experimento en el cultivo de cilantro bajo condiciones de
idero en donde evaluó escoria y cenizas de carbón, encontró que la aplicación
escoria generó un aumento gradual en el pH, en la capacidad de intercambio
o y un aumento en la retención de humedad a capacidad de campo en el
lcalino.

con fertilizantes

Las escorias no pueden ser utilizadas en la manufactura de fertilizantes ya que estas contienen un alto grado de material encalante, el cual reacciona amonio de la mezcla y causa que el amonio sea liberado (Sauchelli, 1938).

INCA - RURAL (1983) menciona que las escorias pueden mezclarse con sulfatos de potasio, nitrato de potasio y sodio, cianamida de calcio y los fosfatos de calcio. Se puede mezclar al momento de utilizarse con el nitrato de sodio y la urea. No se debe de mezclar con sulfato de amonio, nitrato de sodio, sulfato de potasio triple, fosfato de amonio y los estiércoles.

para elevar el contenido de fósforo

Para muchos fabricantes de acero, la producción de una escoria de buena calidad es de una importancia secundaria, y desgraciadamente los progresos en la tecnología del acero no siempre resultan en mejoras simultáneas en la cantidad y calidad de las escorias producidas. Por ejemplo el uso de espato de flúor como mezcla de fundente, aun cuando es de gran beneficio para la industria del acero, da una escoria de baja calidad, pues se forman fluorapatitas y estos compuestos son totalmente inertes cuando se aplican a la tierra. Los intentos para aumentar el contenido de fósforo en las escorias agregando roca fosfórica pulverizada ya sea a la carga del horno o al charcón de escoria no han sido ampliamente aceptados excepto en algunos países europeos, por temor de perjudicar la producción del acero (Sauchelli, 1966).

Algas marinas

Teuscher (1984) menciona que las algas marinas han sido utilizadas desde los siglos como suplemento alimenticio a cerdos y aves de corral, como fertilizante y acondicionador del suelo, como abono verde se ha empleado en las zonas costeras.

Composición

La composición de las algas frescas es aproximadamente la siguiente: agua 80 por ciento, materia orgánica 13-25 por ciento nitrógeno 0.3-1.0 por ciento calcio 0.8-1.8 por ciento y fósforo de 0.002-0.17 por ciento. Señala además que tiene tanto nitrógeno como el estiércol de cuadra y a veces el doble, su contenido de potasio es relativamente alto y el de fósforo bajo.

Aplicaciones

Cooke (1983) señala que 10 ton/ha de algas pueden proporcionar 20 kg de nitrógeno, 10 de fósforo y 20 de potasio además de algo de materia orgánica.

Las algas marinas se emplean como una fuente de materia orgánica y nitrógeno parecido al estiércol en una proporción de 100 ton/ha si se aplica en estado fresco para acondicionar el suelo y una cantidad de 35-40 ton/ha en estado seco (Biblioteca agrícola, 1985).

aplicación

e las algas se hacen extractos que se pueden reducir a polvo humectable. rados de algas se aplican al suelo y también foliarmente se complementan no son un sustituto de los fertilizantes ni de las labores culturales (Canales,

las propiedades físicas del suelo

Quando se aplican al suelo los mucílagos que contienen agrega los coloides la estructura, e incrementando la estabilidad de agregados (Canales, 1994).

as principales propiedades físicas que modifican las algas son la estructura y zación a agregados o a ambos. La formación de agregados es muy y pobremente entendido. Sin embargo la estabilización se ha llevado a cabo orción de partículas hechas por polisacáridos de origen microbiano que han lo significativamente mejorar la integridad de los agregados del suelo 990).

anales (1994) señala que al hidrolizar los carbonatos del suelo se forma un carbónico en el lugar donde se encuentra una partícula de carbonato un poro aireando y facilitando la penetración del agua y de las raíces algunos iones y haciendo más solubles las sales.

ña (1993) encontró que con la aplicación de algas marinas la Compactación puesto que la densidad aparente disminuía y el espacio poroso aumentaba.

en las propiedades químicas del suelo

Baez (1991) encontró que al aplicar varias especies de algas la capacidad de cambio catiónico mostró una tendencia decremental sostenida, no existieron cambios en el contenido de carbonatos totales y en el potencial de hidrógeno en un suelo arcilloso.

Reyes (1993) menciona que al tratar al suelo con algas la conductividad eléctrica disminuyó.

Tinajero (1993) encontró que con el incremento de la aplicación de algas el contenido de carbonatos de calcio disminuía ligeramente.

Bose *et al.* (1971) al llevar una investigación por 15 días con el objeto de mostrar la efectividad de algunas algas en la solubilización del fosfato tricálcico; 50 mg de fosfato tricálcico fueron inoculados con 3 ml de una suspensión uniforme del cultivo de algas. Después del tratamiento y filtrado se complementaron en cada caso 50 ml para mantener un volumen constante. Encontró que se solubilizaron el fosfato tricálcico de 2.02 mg a 2.27 mg (2.02 por ciento a 4.54 por ciento).

Reducción de la dosis de fertilización

Con el uso de extractos de algas se hace posible sobre todo en cultivos que requieren altos requerimientos de fertilizantes la disminución en la aportación de nutrientes hasta en un 50 por ciento con mayores rendimientos que cuando se aplicó la dosis normal del 100 por ciento (Senn y Kingman, 1977).

Lynn (1972) menciona que existe un importante aumento en el sistema que da una gran superficie disponible para la toma de los nutrimentos por las plantas pero también existe otra forma en que los extractos de algas promueven la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, ya que ciertos componentes que forman los metales o dan complejos solubles, incrementando así la toma de los elementos de traza por las plantas. El mismo autor señala que con la utilización del extracto de algas existe una mejor utilización de nutrimentos tales como el boro, cobre, calcio, hierro, zinc y una gran disponibilidad de nitrógeno, potasio y fósforo.

Canales (1994) menciona que con los resultados obtenidos tanto en campo como en invernadero de los experimentos derivados de algas marinas son sumamente importantes ya que incrementan significativamente el rendimiento y mejoran los suelos al aplicarlos ya que son productos orgánicos sintetizados a partir de la misma materia prima.

Featonby y Staden (1984) mencionan que con la aplicación de un extracto de algas al cultivo de frijol la materia seca se incrementa un 24 por ciento con respecto al testigo y el rendimiento se incrementa un 33 por ciento comparado con el control. Cuando se combina la fertilización con el extracto de algas la materia seca se incrementa en un 59 por ciento, el rendimiento un 57 por ciento, esto debido a que con el uso de algas existe un vigoroso sistema radical que abarca una gran superficie disponible para la toma de nutrimentos por las plantas, además que las algas tienen ciertos componentes que quelatan los metales o dan complejos solubles, incrementando así la disponibilidad en la toma de elementos de traza que se traduce a altos rendimientos.

De la Cruz (1994) encontró que con la aplicación de algas en el cultivo de se incrementó la altura del mismo, aumento el número de vainas y también el niento.

Bioactivadores húmicos

Los bioactivadores húmicos son un grupo de sustancias orgánicas formadas a de la descomposición de residuos de origen vegetal por la acción de los organismos del suelo en la fase final del proceso de humificación de la materia ica. Los bioactivadores húmicos comerciales se extraen a partir de lignita- rdita la cual es un deposito café suave parecido al carbón y usualmente se entran juntos (Palomares, 1990).

os en las propiedades físicas del suelo

Cepeda (1986) menciona que los bioactivadores húmicos tienen una tución porosa y una alta capacidad para absorber y retener humedad.

Narro (1992) cita que los bioactivadores húmicos afectan indirectamente, en positiva, las características físicas, químicas y biológicas de interés agrícola de ellos, entre las características mejoradas están las siguientes:

La estructura se ve beneficiada al involucrarse varias fuerzas de enlaces moleculares, como puentes de hidrógeno, enlaces de éster, fuerzas de Van der s y enlaces de sal, influye además en la porosidad y el flujo de agua por la planta.

ensidad aparente: Se reduce al agregar bioactivadores húmicos, la principal el efecto que ejerce en la formación de agregados y en la estructura del

ensidad de Partículas Sólidas: El valor promedio de esta característica ya que las partículas orgánicas agregadas tienen menor densidad que los del suelo.

Disminución a la resistencia a la penetración de raíces y al crecimiento de subterráneos: Estos problemas del suelo se reducen por la acción de los hórmos húmicos y materia orgánica, lo que es de gran importancia en los que producen raíces, bulbos o tubérculos.

Compactación: Se reduce por la acción indirecta de los bioactivadores materia orgánica; se facilita la labranza.

Profundidad: Cuando el humus se transporta a capas profundas, incrementa la profundidad del suelo que puede ser utilizado por las raíces de las plantas.

Reducción en la formación Costras y Agrietamientos: En suelos arcillosos especialmente de arcillas expandibles y de ciénaga, el humus genera reducciones en la formación de costras y da estabilidad a los agregados que se forman en la capa superficial del suelo. El fenómeno de expansión - contracción disminuye; lo cual reduce los agrietamientos del suelo.

Color: Los bioactivadores húmicos causan oscurecimiento del suelo lo que permite absorber mayor cantidad de radiación solar.

En las propiedades químicas del suelo

Entre las características químicas que se mejoran están las que menciona 1992:

Solubilidad: La asociación de la materia orgánica y arcilla es insoluble en agua. También las sales de cationes y trivalentes son insolubles con la materia orgánica. La fracción aislada de materia orgánica es parcialmente soluble en agua.

Reacción al suelo (pH): Los residuos orgánicos afectan el potencial hidrógeno del suelo. La cantidad de humus que aporta el suelo y el tiempo de descomposición de este humus formado actúa como ácido débil asociado y tiene como principales componentes el ácido húmico y fúlvico, los cuales acidifican en décimas de grado el pH de la base a la escala logarítmica y disminuyen el pH, después de un tiempo. La capacidad de fracciones aisladas del humus van desde 300 a 1400 meq/100 g.

Capacidad Buffer: La materia orgánica exhibe poder buffer en rangos ligeramente ácidos y alcalinos. Ayuda a mantener una reacción pH uniforme en el suelo.

Capacidad e intercambio catiónico: (CIC): Depende del contenido de materia orgánica ya que el humus es uno de los causantes de los valores de esta variable; sus fracciones forman el complejo orgánico - mineral con valores de 101 a 470 meq/100 g en un amplio rango de suelos.

Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI): Disminuye al agregarle humus o materia orgánica ya que la CIC del suelo aumenta; el sodio intercambiable también se reduce. El humus mejora la estructura de suelos defloculados por

de sodio y remueve a este ion de las micelas del suelo, mediante quelatación y n de electrones en sustitución de los mismos.

nes con metales y minerales

Schnitzer y Poaps (1976) mencionan que los bioactivadores húmicos an una gran habilidad para formar complejos con iones metálicos e hidróxidos favorece la disponibilidad de los nutrimentos del suelo para las plantas.

Narro (1992) indica que los bioactivadores húmicos desbloquean compuestos es de fósforo y lo hacen disponible, minimiza la fijación de este elemento por el a en suelos ácidos y alcalinos, por lo que favorece la disponibilidad del fósforo ones con los que reacciona principalmente Fe, Zn y Ca.

Lee y Bartlett (1976) reportaron que además del alto contenido de Fe en los ratados con bioactivadores húmicos hay una prevención en la inmovilización del P lo que facilita la movilización de estos a las raíces y la posterior entrada a as.

Sequi (1978) menciona que el Fe inorgánico es un compuesto altamente e en el suelo y tiende a precipitarse, particularmente en suelos calcáreos. En ia de materia orgánica, el Fe se hace complejo y además disponible pero e. De hecho los agentes quelatantes de bajo peso molecular como los idos o ácidos orgánicos hidroxilados secretados por las raíces de las plantas remover fácilmente el Fe desde complejos orgánicos, introduciendo el nto hasta la solución del suelo, desde donde las raíces de las plantas lo pueden r. La adición de las sustancias húmicas a la solución del suelo puede hacer

en los procesos. Pueden considerarse de óptima eficiencia si las sustancias
que son proveídas al suelo directamente como humatos de Fe.

Bohn *et al.* (1993) señala que el ácido fúlvico forma quelatos con el Fe, Cu, Zn y cationes polivalentes presentes originalmente en el suelo, dando lugar a un aprovechamiento de estos por la planta.

Mortvedt *et al.* (1971) mencionan que la capacidad de la materia orgánica de formar combinaciones estables con iones metálicos ha sido bien establecida, y muchos compuestos están involucrados incluyendo los llamados ácidos húmicos, y sustancias bioquímicas adicionales, algunos de los metales presentes en los suelos en forma natural o introducida son mantenidos como complejos insolubles por lo que no están disponibles para las plantas.

La capacidad de los ácidos húmicos y fúlvicos para formar complejos estables con iones metálicos se debe indudablemente a su elevado contenido de grupos funcionales que presentan oxígeno, incluyendo COOH y grupos fenólicos, alcohólicos y otros -OH, y estructuras C=O de varios tipos, además de varios grupos de amido entre los cuales también están involucrados, la inmovilización de los micronutrientes puede ocurrir a través de la formación de complejos en la fase sólida o por la formación de precipitados insolubles, por otra parte las sustancias húmicas son móviles y pueden actuar como agentes solubilizantes, con lo cual se incrementa la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas.

nto

Kuwatsuka y Tsutsuki (1979) mencionan que los tratamientos con humos húmicos dan altas producciones.

Fernandez (1968) menciona que los bioactivadores húmicos pueden producir grandes volúmenes de materia orgánica puesto que en las aplicaciones con humos el rendimiento de los cultivos se incrementa hasta un 20 por ciento .

El rendimiento se incrementa con la aplicación de los bioactivadores húmicos, pero a largo plazo este puede disminuir con altas aplicaciones ya que estos causan desbalances fisiológicos en la planta (Fernandez, 1968); (Kononova,

Shen y Aviad (1985) encontraron que los bioactivadores húmicos en el cultivo de las plantas con una adecuada nutrición mineral muestran efectos positivos sobre la biomasa y el crecimiento de raíces. La curva de respuesta típica muestra un incrementó de crecimiento cuando se incrementa la concentración de humos húmicos en la solución nutritiva, sin embargo el crecimiento disminuye a concentraciones muy altas.

Preciado (1993) en un experimento en el cultivo de trigo encontró que con la aplicación de un bioactivador húmico se redujo la dosis de fertilización, además de que se incrementó el rendimiento.

Meza (1995) en un experimento con frijol ejotero encontró que con la aplicación de los bioactivadores húmicos el porcentaje de germinación era mayor con

alta (40 kg/ha), la mayor altura de planta y el mayor número de vainas fue
osis de 10 kg/ha, mientras que con las dosis altas pasaba todo lo contrario.

o en las propiedades físicas del suelo a la combinación del un bioactivador
húmico y algas marinas

Carmona (1993) señala que con la aplicación de algas marinas y ácidos
se manifestaron cambios importantes en la porosidad, superando al testigo en
ciento, en menor grado la densidad aparente, modulo de ruptura y resistencia
stración, sin modificar la textura, densidad de sólidos y la agregación.

o en la propiedades químicas del suelo a la combinación de un bioactivador
húmico y algas marinas

El potencial de hidrógeno y la conductividad eléctrica se controlaron durante
miento del maíz, en menor grado el contenido de carbonatos totales
iendo directamente sobre la movilidad y disponibilidad de los nutrimentos
ia, 1993).

Con combinación de ácidos húmicos y algas marinas se mejoró la
vidad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico, se incrementa el
o de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio (Espinoza, 1995).

to de la combinación del bioactivador húmico y algas marinas en la planta

Carmona (1993) en un experimento de maíz en el que evalúa los ácidos y las algas encontró una excelente respuesta en el índice de área foliar, y los factores del rendimiento (número de mazorcas y el rendimiento).

Espinoza (1995) encontró que con la combinación de ácidos húmicos y algas el contenido de fósforo en el cultivo de cilantro se incrementa.

Suelos calcáreos

Los suelos calcáreos se han originado a partir de la intemperización de los calizos y se incluyen dentro de los calcimórficos.

Buckman y Brady (1977) mencionan que en zonas de baja precipitación se en estos tipos de suelo, el proceso de calcificación, por la falta de lavado, en los horizontes superiores es como resultado de acumulaciones de carbonatos de los que es frecuente encontrar lentes de yeso.

León (1984) señala que el pH de estos suelos es elevado debido a la hidrólisis de los carbonatos de calcio, en donde la producción de iones OH^- por la dilución del calcio formado es mayor que los iones H^+ procedentes del ácido débil. El mismo autor señala que estos suelos se caracterizan por tener altos contenidos de calcio (CaCO_3) y el pH se encuentra entre 7 a un máximo de 8.3.

En suelos calcáreos el pH es alcalino, es baja la disponibilidad del zinc, hierro y manganeso (Engel y Kirby, 1979). En muchas ocasiones también ocurren deficiencias de nitrógeno y excesos de calcio.

Thompson y Troeh (1980) mencionan que la elevada basicidad de estos suelos da lugar a una baja solubilidad de algunos nutrimentos esenciales para la planta como el fósforo, fierro, zinc causando a veces deficiencias.

Ortega (1978) señala que la disponibilidad del fósforo es baja debido a un pH del suelo alcalino como consecuencia del carbonato de calcio predominante en estos suelos, se forman carbonatos de calcio de baja solubilidad.

En los suelos calcáreos y en regiones áridas y semiáridas es observada frecuentemente en plantas cultivadas y en arboles frutales una deficiencia de fierro y de manganés (Marschner y Fehr, 1981).

Marschner (1994) señala que los suelos alcalinos o calcáreos ($\text{pH} > 7$) son comunes en los climas áridos y semiáridos y ocupan alrededor del 30 por ciento de la superficie terrestre, el contenido de los carbonatos de calcio llega a alcanzar hasta un 95 por ciento, el pH de estos suelos está determinado por la presencia del calcio, el cual junto con el alto pH ocasionan una baja solubilidad de Fe, Zn, Mn y del manganés. Una manera de aumentar la solubilidad y la extracción de los nutrimentos es con la aplicación de estiércol en aquellos suelos que sean pobres en materia orgánica, además que los ácidos húmicos y los ácidos orgánicos son los mayores nutrimentos que actúan como estos quelatantes.

Ortiz (1977) menciona que la relación Ca/Mg es muy importante en cuanto a la disponibilidad de estos nutrimentos se refiere. Si hay mucho calcio en proporción a la cantidad de magnesio las plantas sufrirán por las deficiencias de magnesio.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el ciclo agrícola era-verano del 95 bajo condiciones de riego en el campo agrícola experimental Humberto Treviño Siller de Navidad N.L. perteneciente a la Universidad Autónoma de Coahuila de Antonio Narro, el cual se encuentra localizado a una:

Latitud: 25° 04' latitud norte.

Longitud: 100° 36' oeste.

Altitud: 1895 msnm.

Se llega a él por la carretera 57 México - Piedras Negras en el kilómetro 84 al noroeste de la ciudad de Saltillo, Coahuila (figura 3.1).

Características del lugar experimental

De acuerdo al sistema Köppen modificado por Enriqueta García (1973) para el nivel nacional, la clasificación es $BS_1 k (x') (e')$, el cual es un clima semiseco, muy extremo con lluvias en la mayor parte del año. La precipitación pluvial anual es de 516.2mm, siendo Mayo, Junio y Julio los meses en los que

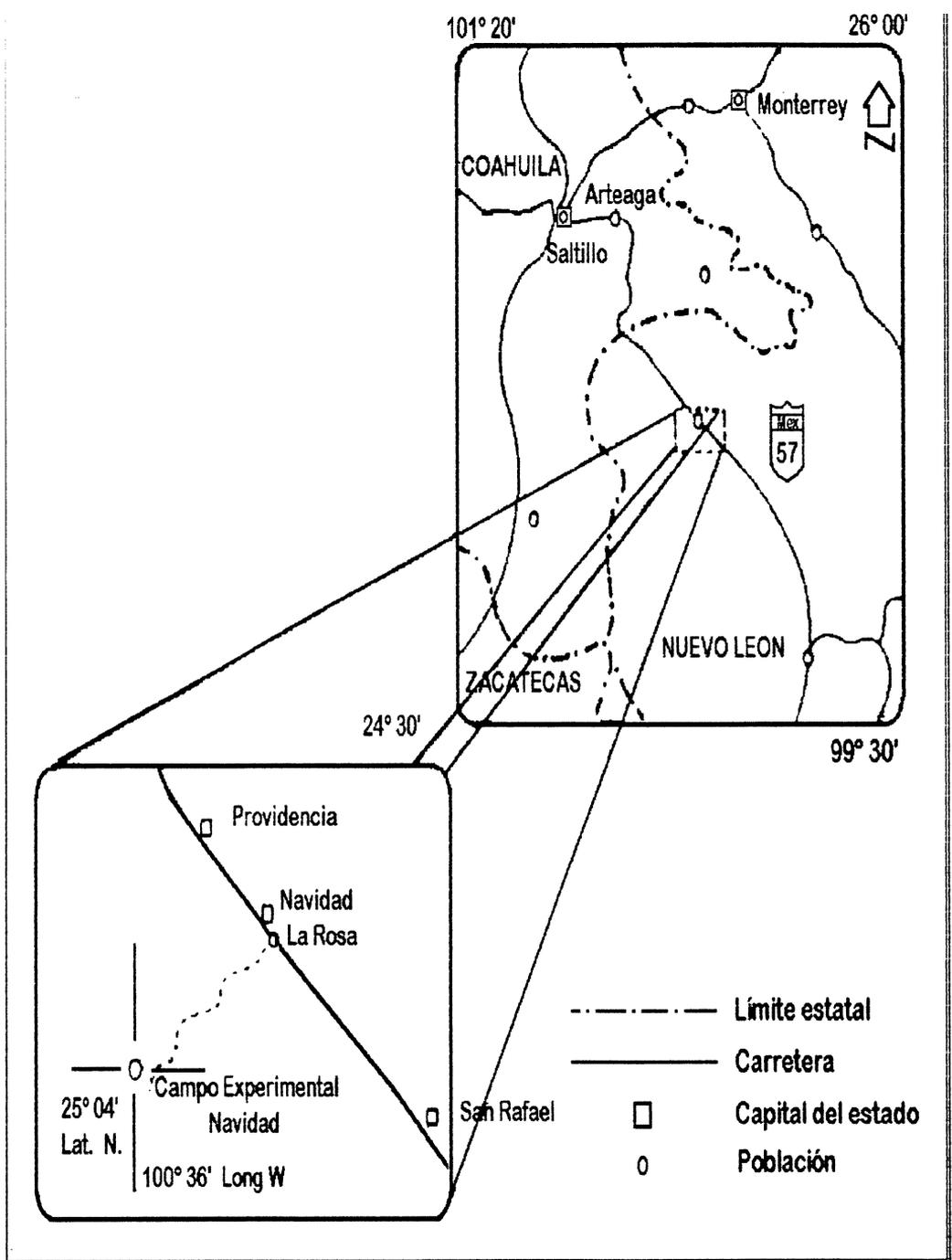


Figura. 3.1. Localización del campo agrícola experimental Ing. Humberto Treviño Siller de Navidad N.L.

ueve , Marzo es el mes más seco, los vientos predominantes provienen del oeste sureste, la temperatura promedio es de 14.3 °C, la humedad relativa no alcanza por ciento, la evaporación es baja en invierno alcanzando valores inferiores a los mm y en los meses de Abril y Mayo puede alcanzar hasta 200 mm, pero en promedio su valor es de 150 mm, las heladas se presentan en el mes de Octubre y en ocasiones se presentan desde septiembre y son mas fuertes y frecuentes ; meses de Diciembre y Febrero, por lo general terminan en Marzo, pero en algunos meses pueden prolongarse hasta Abril, en esta zona encontramos pastizal hálófito.

de riego

Esta provino de los pozos del mismo campo experimental,. Se realizó un análisis del agua cuyos resultados se muestran en el cuadro 3.1.

o 3.1. Análisis químico del agua de riego antes del establecimiento del experimento.

Características	Valor	Método
S/m	1.20	Puente de Wheatstone
	6.85	Potenciómetro
Ca ²⁺ eq/Lt	5.00	Titulación
Mg ²⁺ eq/Lt	6.10	Titulación
Na ⁺ eq/Lt	1.02	Titulación.
Cl ⁻ eq/Lt	0.065	Titulación
Carbonatos meq/Lt	5.10	Titulación
Cloruros meq/Lt	0.10	Titulación
Sulfatos meq/Lt	4.50	Titulación
Alcalinidad meq/Lt	1.30	Titulación
Alcalinidad efectiva meq/Lt	5.80	
Alcalinidad potencial meq/Lt	5.90	
	0.43	

Se realizó el análisis de calidad de agua utilizada, para su clasificación de salinidad, basada en los índices de relación de absorción de sodio y la conductividad eléctrica.

El agua se clasifico como C_2S_1 ; que se considera como agua de salinidad que se puede usar cuando haya un grado de lavado moderado, sin utilizar s especiales de control de salinidad.

En este sitio se encuentran suelos clasificados como Xerosol cálcico, los del lugar son de textura predominantemente de migajón limoso, el pH del lugar es generalmente alcalino, el contenido de carbonatos es muy alto, principalmente los de calcio y magnesio muy bajo en materia orgánica, pobre en nitrógeno y en fósforo, con suficiente nitrógeno intercambiable y con una capacidad de intercambio catiónico media; muy bajo nitrógeno provechable y Mg intercambiable. Los resultados del análisis de suelo antes de iniciar el experimento se presentan en el cuadro 3.2.

Descripción del material utilizado

Material genético utilizado

La semilla de frijol utilizada para la siembra fue la línea Nav 1165 (tipo pinto), tiene un hábito de crecimiento tipo III, teniendo un promedio de días a floración entre 70 a 75 dds, días a cosecha de 140 a 150 ya que depende del medio ambiente en el cual se trabaje ya que esta misma línea en el estado de Durango y Coahuila el tiempo a cosecha es de 90 a 100 días en condiciones de temporal y 110 días en condiciones de riego con un rendimiento comercial promedio de 1.6 ton/ha. La dosis de siembra fue de 35 kg/ha, dándonos una población de 110 mil plantas/ha.

El producto utilizado fue la escoria de color blanca la cual es un subproducto del proceso de refinación del proceso de arrabio BOF, se trajo de Altos Hornos de S.A. (AHMSA), de la ciudad de Monclova, Coahuila, los datos arrojados de los análisis se muestran en el cuadro 3.3.

3.2. Análisis del suelo antes del establecimiento del cultivo.

Característica	Valor	Método utilizado
Textura	Migajón limosa	Triángulo de texturas
Ca (g/cc)	1.10	Probeta
Mg (g/cc)	2.3	Picnómetro
PC	30.4	ollas de presión
P.M.P	16.5	
N total (%)	0.1135	Cálculo
N aprov. (kg./ha)	33.06	Olsen
N inter. (kg./ha)	795.32	Cobalnitrito de Na
CO ₃ total (%)	66	NaOH 1N
M.O (%)	2.26	Walkey y Black
pH	7.88	Potenciómetro
CE (dS/m)	2.25	Puente de Weathstone
Ca (meq/l)	29.70	Titulación
Mg (meq/l)	11.60	Titulación
Mn (ppm)	250	Absorción atómica
Fe (%)	2.08	Absorción atómica
Zn (ppm)	100	Absorción atómica

3.3. Análisis de la escoria.

Parámetro	por ciento
Fe	21.75
CaO	44.7
SiO ₂	8.99
MgO	5.82
Al ₂ O ₃	0.43
MnO	2.6
P ₂ O ₅	1.6

de algas marinas

El producto utilizado como fuente de extracto de algas marinas fue donado por la compañía Palau Bioquim, la composición del producto¹ se en el cuadro 3.4.

3.4. Composición química del extracto de algas marinas.

nutrimento	por ciento	Microelemento	ppm
nitrógeno	0.19	Fe	12
ósforo	0.07	Mn	9
potasio	0.18	B	7
azufre	0.16	Cu	5
		M.O	4
		Al	1
		Zn	14
		Na	114
		Ca	18

aditivos húmicos

El producto utilizado como fuente de sustancias húmicas fue el producto² de la Triad, cuya composición se muestra en el cuadro 3.5.

3.5. Composición del bioactivador húmico.

Componente	Por ciento
Acido Húmico	41.73
Acido Fúlvico	48.27

Descripción de los tratamientos

En esta investigación los tratamientos evaluados se definieron con una matriz factorial; los factores y dosis en estudio se muestran en el cuadro 3.6.

cuadro 3.6. Descripción de dosis y tratamientos estudiados en el experimento

dosis y claves

Factor húmico

0 kg/ha, A₁ = 1.6 kg/ha; A₂ = 3 kg/ha; y A₃ = 5 kg/ha

0 kg/ha, B₁ = 167 kg/ha; B₂ = 333 kg/ha; y B₃ = 500 kg/ha

Factor de algas marinas

0 l/ha, C₁ = 0.8 l/ha; C₂ = 1.7 l/ha; y C₃ = 2.5 l/ha

Diseño experimental y distribución de los tratamientos

Para realizar este estudio se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con repeticiones. La parcela experimental consistió de 16 m² considerándose la parcela útil para la toma de datos y la cosecha, ésta se tomó de los dos surcos para de esta manera eliminar el efecto de orilla.

Al combinarse los factores en estudio resultaron 12 tratamientos + 4 dosis adicionales, dando un total de 64 unidades experimentales las cuales se muestran en el cuadro 3.7.

7. Concentración de tratamientos que se aplicaron al campo.

Tratamiento	Bioactivadores húmicos (kg/ha)	Escorias (kg/ha)	Extracto de Algas Marinas (lt/ha)	Clave
1	0	0	0	A ₀ B ₀ C ₀
2	0	0	1.7	A ₀ B ₀ C ₂
3	0	333	0	A ₀ B ₂ C ₀
4	0	333	1.7	A ₀ B ₂ C ₂
5	3	0	0	A ₂ B ₀ C ₀
6	3	0	1.7	A ₂ B ₀ C ₂
7	3	333	0	A ₂ B ₂ C ₀
8	3	333	1.7	A ₂ B ₂ C ₂
9	1.6	167	.800	A ₁ B ₁ C ₁
10	5	167	.800	A ₃ B ₁ C ₁
11	1.6	500	.800	A ₁ B ₃ C ₁
12	1.6	167	2.5	A ₁ B ₁ C ₃
3*	5	500	2.5	A ₃ B ₃ C ₃
4*	5	0	0	A ₃ B ₀ C ₀
5*	0	500	0	A ₀ B ₃ C ₀
6*	0	0	2.5	A ₀ B ₀ C ₃

datos adicionales.

estadístico

$$\rho_i + \alpha_j + \beta_k + \gamma_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{jkl} + E_l$$

$$i = 1 \dots, a$$

$$j = 1 \dots, b$$

$$k = 1 \dots, c$$

$$l = 1 \dots, r$$

Croquis del experimento

croquis del experimento se muestra en la siguiente figura:

↘ N						
REPETICION IV						
13	T6	T15	T5	T11	T14	T9
7	T4	T8	T3	T12	T16	T1
REPETICION III						
15	T8	T12	T5	T10	T14	T11
9	T2	T4	T1	T3	T16	T6
REPETICION II						
4	T8	T11	T2	T15	T10	T9
1	T13	T7	T14	T6	T12	T16
REPETICION I						
T5	T10	T1	T3	T16	T14	T8
T7	T2	T6	T15	T13	T4	T12

Distribución de los tratamientos en campo, ciclo primavera-verano de 1995.

Evaluación de los tratamientos

evaluadas al suelo

En el cuadro 3.8. Se muestran las características evaluadas a suelo.

Características evaluadas al suelo.

	Unidades	dds	Método empleado
Humedad			De la probeta
Sólidos	g/cc	160	Picnometro
	g/cc	160	Calculo
	%	160	Ollas de presión
		160	Potenciometro
		160	
Catiónico	meq/100 g		Volumétrico
Ca	%	160	Walkey y Blak
	kg/ha	160	Olsen
	%	160	Calculo
	kg/ha	160	Cobalnitrito de Na
	%	160	NaOH 1N
	ds/m	160	Puente de Wheastone
	%	160	Absorción atómica
	%	160	Absorción atómica
	ppm	160	Absorción atómica
	%	160	Absorción atómica
	ppm	160	Absorción atómica
		160	

evaluadas a planta

Los datos fueron evaluados de los dos surcos centrales, se tomaron 10

zar, las variables evaluadas fueron las siguientes:

plantas por planta.

...illas por vaina.

...nos por planta.

...o de 100 semillas.

...dimiento por parcela.

...lisis foliar: Se utilizaron muestras de hojas de cada unidad experimental, el
...nsistió en la recolección de aproximadamente 20 hojas, las cuales se
...os dos surcos laterales, la etapa fenológica fue en la etapa de la floración
...do que en esta época se tiene el mayor contenido de nutrimentos en la

Cronología del experimento

del terreno

...labores de preparación del terreno se llevaron a cabo con la ayuda de los
...de campo, dándose un subsoleo, a una profundidad de 80 cm un
...un rastreo, estas labores se iniciaron en el mes de febrero.

utilización

...a se realizó con una sembradora MP 25 con una separación de 80 cm
...s, la densidad de siembra fue de 35 kg/ha, lo que corresponde a una
...población de 110 mil plantas/ ha, esta se llevó a cabo el día 20 de abril y
...mpo se fertilizó con la dosis 70 - 70 - 40 a un costado de la línea de

de tratamientos

La aplicación de los tratamientos se efectuó 13 días y consistió en la aplicación de la escoria bioactivadores húmicos y el extracto de algas, los tratamientos se aplicaron a un costado de la hilera de siembra a 5 cm de profundidad las semillas fueron mezcladas con suelo, luego fueron tapadas, el extracto de algas y el biofertilizante húmico fueron diluidos en agua y aplicados con una aspersora.

El sistema utilizado fue el de aspersión, se dio un riego de presembrado a los 10 días de la siembra y fueron cuatro riegos en total durante todo el ciclo.

de cultivo

Durante el ciclo se efectuaron tres escardas después de el riego y se realizaron dos deshierbes manuales.

Se controlaron plagas y enfermedades. La única plaga y enfermedad que se presentó fue la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y la Antracnosis (*Epilachna varivestis* Muls), (*Colletotrichum glaberrimum*), la conchuela se controló con Metasitox (1lt/ha) y la Antracnosis no fue posible económicamente combatirla.

La cosecha se realizó el día 26 de septiembre de 1995, se tomaron cinco muestras de los dos surcos centrales, posteriormente se introdujeron a un costado

manta, luego se secaran totalmente, se trilló, anotándose el rendimiento

058
y

eriores se transformó en toneladas por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente estudio se analizaron diversas características físicas y algunas químicas, así como también algunas variables de la planta con la finalidad de observar el cambio en las condiciones del suelo y en planta por la utilización de la escoria, el extracto de algas marinas y el bioactivador húmico.

Características físicas

En el cuadro 4.1 se muestran los valores promedio de las características físicas analizadas a las muestras de cada parcela experimental y en el apéndice se muestra el respectivo análisis estadístico.

Densidad aparente

La densidad aparente no presentó diferencias significativas ya que esta es una característica muy poco sensible, sin embargo se aprecia la existencia de una disminución al aumentar el nivel del extracto de algas marinas en comparación con la dosis alta de la escoria provocó un ligero aumento, en relación con las densidades se encontró que los valores más bajos correspondió al tratamiento que recibió el medio del bioactivador húmico con el nivel medio de la escoria y al tratamiento que tiene el nivel alto de los tres con 1.10g/cm^3 .

Los resultados anteriores coinciden con lo señalado por Canales (1994) el cual señala que con la aplicación del extracto de algas marinas los polisacáridos degregan los coloides y mejoran la estabilidad estructural trayendo como consecuencia una disminución en la densidad aparente, Bedoy (1996) encontró que la aplicación de la escoria y cenizas de carbón la densidad aparente aumentaba ligeramente por el peso del material agregado.

4.1. Resultados promedio de los análisis físicos del suelo realizados al final del ciclo.

tratamiento	Clave	Da g/cm ³	Ds g/cm ³	E %	PWcc %	Pwpmp %
	(A ₀ B ₀ C ₀)	1.120	2.29	51.08	31.47	17.11
	(A ₀ B ₀ C ₂)	1.108	2.29	51.57	28.71	15.63
	(A ₀ B ₂ C ₀)	1.120	2.30	51.20	26.35	14.32
	(A ₀ B ₂ C ₂)	1.113	2.29	51.35	33.95	18.45
	(A ₂ B ₀ C ₀)	1.125	2.25	50.00	30.02	16.31
	(A ₂ B ₀ C ₂)	1.120	2.26	50.43	30.56	16.61
	(A ₂ B ₂ C ₀)	1.110	2.28	51.37	30.50	16.58
	(A ₂ B ₂ C ₂)	1.125	2.25	50.05	31.36	17.04
0	(A ₁ B ₁ C ₁)	1.123	2.25	50.00	34.92	18.80
1	(A ₃ B ₁ C ₁)	1.125	2.29	50.93	29.65	16.12
2	(A ₁ B ₃ C ₁)	1.125	2.28	50.69	31.36	17.04
3	(A ₁ B ₁ C ₃)	1.118	2.28	50.96	30.63	16.64
4	(A ₃ B ₃ C ₃)	1.110	2.27	51.38	30.12	16.37
5	(A ₃ B ₀ C ₀)	1.115	2.24	50.23	34.00	18.48
6	(A ₀ B ₃ C ₀)	1.130	2.30	50.81	34.54	20.02
7	(A ₀ B ₀ C ₃)	1.105	2.28	51.48	27.57	14.93

l de sólidos

Al aumentar el nivel del bioactivador húmico disminuye ligeramente la l de sólidos, mientras que por el contrario con la aplicación de la escoria esta aumentada ligeramente en comparación al testigo, con el nivel alto del extracto

marinas se observa también una disminución en la densidad de sólidos, en las combinaciones se encontró que los valores más bajos corresponden al tratamiento que tiene el nivel bajo del bioactivador húmico así como también de la combinación con el nivel medio del extracto de algas marinas y al tratamiento que tiene los niveles medios de los tres con 2.25g/cm^3 .

No se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación, por lo que se puede concluir que el nivel de los materiales utilizados son muy bajos para afectar esta propiedad física.

Los anteriores resultados probablemente son debido a que tanto las sustancias húmicas como el extracto de algas marinas estimulan el crecimiento trayendo como consecuencia un incremento en el contenido de la materia orgánica, la cual pesa mucho menos que un volumen igual de minerales sólidos, las sustancias orgánicas incrementan ligeramente la densidad de sólidos, ya que son residuos sólidos de un gran peso, al respecto Bedoy (1996) encontró resultados similares al uso de escorias y cenizas de carbón al cultivo de cilantro..

Poroso

Esta determinación es consecuencia de las dos anteriores, en la cual se determinó que con la aplicación del extracto de algas marinas el espacio poroso disminuye, esto debido a la agregación y a la disminución de la densidad aparente.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Piña (1993) ella trabajó en un experimento en trigo y encontró que con la aplicación del extracto de algas marinas la densidad aparente disminuía y el espacio poroso se incrementaba.

Constantes de humedad (CC y PMP)

Las constantes de humedad no presentaron diferencias significativas ya que los niveles de los materiales utilizados son muy bajos para afectar esta característica, sin embargo observamos que los contenidos de humedad en el suelo a CC y PMP presentaron una respuesta positiva a los niveles altos del bioactivador húmico y las escorias, mas no así del extracto de algas marinas, en lo que se refieren a las combinaciones encontramos que los mejores valores corresponden al tratamiento que tiene el nivel medio de la escoria así como también del extracto de algas marinas y al tratamiento que contiene el nivel bajo de los tres factores con 33.95, 18.45 y 31.92, esto por ciento a CC Y PMP respectivamente.

Los resultados anteriores coinciden con lo señalado por Jiménez (1992) quien menciona que las escorias tienen gran capacidad de retener humedad. Y con Ghauss (1984) el cual señala que las sustancias húmicas tienen la capacidad de retener y absorber agua en una gran magnitud que varía de 5 a 10 veces más que los constituyentes del suelo.

En el cuadro 4.2 y 4.3 se muestran los valores promedio de las propiedades analizadas a las muestras de cada parcela experimental y en el apéndice se muestra su respectivo análisis estadístico.

total

El contenido de nitrógeno total no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo encontramos un ligero aumento en el contenido de nitrógeno total del suelo al incrementar el nivel del bioactivador húmico y de la escoria, también observamos que todos los tratamientos superan al testigo, el valor más alto corresponde al tratamiento que tiene los niveles medios del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas.

Los resultados encontrados en el presente trabajo probablemente se deban al efecto de la aplicación del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas se debe al aumento en la actividad microbiana y el crecimiento radicular, aumentando el contenido de materia orgánica y el contenido de nitrógeno total en el suelo. En este respecto Espinoza (1995) encontró que con la aplicación del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas el contenido de nitrógeno se incrementaba en el

4.2. Resultados promedio de los elementos nutritivos del suelo realizados al final del ciclo.

tratamiento	Clave	NT %	P kg/ha	K kg/ha	Ca %	Mg %	Fe %	Mn ppm	Zn ppm
	(A ₀ B ₀ C ₀)	0.118	53.61	731.7	27.93	4.48	0.67	250	100
	(A ₀ B ₀ C ₂)	0.128	69.66	675.3	28.06	4.56	0.72	250	128
	(A ₀ B ₂ C ₀)	0.121	64.99	741.8	28.68	4.30	0.69	250	125
	(A ₀ B ₂ C ₂)	0.126	70.09	669.5	27.91	4.65	0.65	250	125
	(A ₂ B ₀ C ₀)	0.122	68.61	792.4	27.13	4.15	0.68	312.5	118
	(A ₂ B ₀ C ₂)	0.133	65.23	679.6	28.37	4.47	0.70	250	118
	(A ₂ B ₂ C ₀)	0.128	70.09	738.9	28.03	4.30	0.69	250	128
	(A ₂ B ₂ C ₂)	0.126	58.47	714.3	27.87	4.30	0.61	312.5	115
	(A ₁ B ₁ C ₁)	0.123	72.20	717.2	27.72	4.49	0.67	312.5	110
	(A ₃ B ₁ C ₁)	0.124	77.06	753.5	28.08	4.77	0.68	312.5	130
	(A ₁ B ₃ C ₁)	0.122	52.34	789.5	28.74	4.38	0.65	250	113
	(A ₁ B ₁ C ₃)	0.122	71.99	812.4	27.90	4.17	0.66	250	135
	(A ₃ B ₃ C ₃)	0.127	72.62	669.8	27.10	4.52	0.73	312.5	105
	(A ₃ B ₀ C ₀)	0.125	62.06	645.8	27.45	4.73	0.70	325	145
	(A ₀ B ₃ C ₀)	0.127	66.71	692.6	31.14	4.40	0.70	250	108
	(A ₀ B ₀ C ₃)	0.123	53.86	739.5	27.32	4.69	0.73	250	125

4.3. Resultados promedio de los análisis químico del suelo realizados al final del ciclo.

tratamiento	Clave	CIC meq/ 100 g	M.O %	pH	CO ₃ %	CE ds/m
1	(A ₀ B ₀ C ₀)	26.57	2.32	7.86	62.08	2.23
2	(A ₀ B ₀ C ₂)	27.87	2.57	7.88	64.26	2.22
3	(A ₀ B ₂ C ₀)	25.95	2.42	7.87	63.41	2.21
4	(A ₀ B ₂ C ₂)	26.06	2.52	7.86	64.38	2.17
5	(A ₂ B ₀ C ₀)	27.77	2.43	7.85	63.66	2.20
6	(A ₂ B ₀ C ₂)	27.21	2.66	7.87	63.26	2.20
7	(A ₂ B ₂ C ₀)	27.56	2.55	7.85	65.35	2.20
8	(A ₂ B ₂ C ₂)	27.80	2.51	7.88	58.20	2.23
9	(A ₁ B ₁ C ₁)	26.14	2.52	7.87	65.18	2.22
10	(A ₃ B ₁ C ₁)	27.29	2.47	7.86	63.41	2.19
11	(A ₁ B ₃ C ₁)	27.75	2.48	7.88	64.99	2.24
12	(A ₁ B ₁ C ₃)	25.46	2.43	7.87	61.72	2.22
13	(A ₃ B ₃ C ₃)	27.57	2.53	7.87	66.20	2.17
14	(A ₃ B ₀ C ₀)	27.05	2.50	7.88	61.72	2.23
15	(A ₀ B ₃ C ₀)	29.18	2.46	7.90	66.44	2.20
16	(A ₀ B ₀ C ₃)	26.67	2.47	7.88	59.65	2.16

Intercambiable

Al incrementar el nivel de la escoria se observa un incremento en los valores del contenido de fósforo en el suelo, con los niveles medios del bioactivador del extracto de algas se observan mayor contenido de fósforo que en los lotos, el mayor contenido de fósforo correspondió al tratamiento que tiene el del bioactivador húmico con los niveles bajos de la escoria y el extracto de algas marinas, el valor mas bajo se observó en el tratamiento que contiene los niveles del bioactivador húmico y del extracto de algas marinas con el nivel alto de las escorias, esto se debe a la extracción del mismo por el cultivo ya que este tratamiento tiene un contenido mas alto de fósforo foliar.

Los resultados anteriores se deben a que la combinación de bioactivador húmico y el extracto de algas desbloquean compuestos insolubles de fósforo y lo hacen disponible para la planta, lo anterior coincide con Narro (1992) quien indica que los bioactivadores húmicos desbloquean compuestos insolubles de fósforo lo hacen disponible para las plantas y con Bose *et al* (1971) quienes mencionan que la aplicación de algas marinas la solubilidad del fosfato tricalcico aumenta.

Intercambiable

Con el nivel alto del extracto de algas marinas existe un incremento en la disponibilidad de potasio intercambiable con respecto al testigo, aunque el valor mas alto lo tiene el tratamiento que tiene los niveles bajos del bioactivador húmico y las escorias con el nivel alto del extracto de algas marinas.

Lo anterior coincide con lo mencionado por Lynn (1972) el cual señala que la aplicación del extracto de algas marinas existe una mayor y mejor disponibilidad del potasio.

Al aumentar el nivel de la escoria el contenido de calcio en el suelo sufre un descenso gradual, el valor mas bajo de calcio lo obtiene el tratamiento que tiene los niveles altos de los factores en estudio.

Los resultados anteriores se deben a que con la aplicación de la escoria el calcio aumenta por el gran contenido de calcio que tiene la escoria, lo segundo se debe a que la combinación del bioactivador húmico y del extracto de algas marinas aumenta el calcio de la escoria y este pasa a la solución del suelo y es tomado por el cultivo, este es uno de los tratamientos que tienen el mayor contenido de calcio foliar.

sio

Al incrementar el nivel del extracto de algas marinas el contenido de magnesio sufre un ligero aumento, aunque el valor mas alto de este correspondió al tratamiento que tiene el nivel alto del bioactivador húmico con el nivel bajo de la escoria y el nivel alto de algas marinas.

Lo primero según Canales (1994) se debe a que con la aplicación del extracto de algas marinas, el magnesio que está en forma no soluble pasa a forma soluble, lo segundo

lo expuesto por Mortvedt *et al.* (1971) quienes señalan que algunos metales
 s o introducidos están en forma no soluble y las sustancias húmicas tienen una
 capacidad para formar complejos estables con los iones metálicos, además de
 actúan como agentes solubilizantes con lo que se incrementa la disponibilidad de
 nutrientes para los cultivos, este tratamiento es uno de los que tienen
 contenidos de magnesio foliar.

3SO

No se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos,
 se observa un aumento en el contenido de manganeso del suelo al
 variar el nivel del bioactivador húmico, se observa además la existencia de un
 efecto positivo de las combinaciones del bioactivador húmico, de la escoria y del
 extracto de algas marinas en sus diferentes niveles.

Lo primero coincide con Mortvedt *et al.* (1971) quienes señalan que se debe a
 que los compuestos naturales o introducidos son mantenidos en forma de
 metales insolubles y las sustancias húmicas actúan como agentes solubilizantes,
 con lo que se incrementa la disponibilidad de estos para los cultivos, lo segundo según
 Mortvedt y Staden (1984) se debe a que el extracto de algas marinas tiene ciertos
 compuestos que quelatan o dan complejos solubles incrementando así la toma de los
 nutrientes menores o traza por las plantas.

umentar el nivel del bioactivador húmico, la escoria y el extracto de algas
manera individual se incrementan el contenido de fierro en comparación
o, sin embargo el mayor contenido de fierro corresponde la tratamiento que
eles altos de los factores en estudio.

anterior confirma lo señalado por Mortvedt *et al.* (1971) quienes señalan
agentes metálicos presentes en los suelos en forma natural o introducidos
n en forma de complejos insolubles, las sustancias húmicas forman
stables con los iones metálicos, actuando como agentes solubilizantes con
mentan la disponibilidad de estos Featonby y Staden (1984) señalan que
de algas tiene ciertos componentes que quelatan los metales o dan
olubles incrementando así la disponibilidad de estos para las plantas

esar de que no existió ninguna fuente de Zinc observamos que al
nivel del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas el contenido
suelo se incrementa en comparación al testigo.

umentó en el contenido de Zn en el suelo coincide con Bohn *et al.* (1993)
alan que las sustancias húmicas forman quelatos y solubilizan el zinc y
s polivalentes presentes originalmente en el suelo y con Lynn (1972) el

señala que el extracto de algas marinas promueven la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, ya que tienen ciertos componentes que quelatan los nutrientes o dan complejos solubles.

Contenido de materia orgánica

En el contenido de materia orgánica no se encontró diferencia significativa entre los valores, pero se observa un ligero incremento de la misma al aumentar el nivel del bioactivador húmico y de la escoria, aunque todos los tratamientos superan el control. Así mismo podemos notar que el valor más alto del contenido de materia orgánica es el tratamiento que tiene los niveles medios del bioactivador húmico y del extracto de algas marinas.

Lo anterior probablemente es debido a que la combinación del bioactivador húmico y el extracto de algas estimulan el incremento en la actividad microbiana y el crecimiento radicular, trayendo como consecuencia un incremento en el contenido de materia orgánica en el suelo. Espinoza (1995) encontró resultados similares con la combinación de un bioactivador húmico y un extracto de algas marinas.

pH del suelo (pH)

En lo que se refiere al pH se observa un aumento del mismo al incrementar el nivel de la escoria, siendo más acentuado en aquel que tiene el nivel alto de la misma, así como la aplicación de cualquier nivel del extracto de algas marinas también aumenta el pH del suelo y con la aplicación del bioactivador húmico no se observó

tendencia definida, aunque con el nivel medio se observa un pH mas bajo que nivel alto.

El incremento en el pH del suelo se debe probablemente a la presencia de los sales básicos que contiene la escoria, ya que observamos que en este tratamiento la cantidad de calcio y carbonatos es mas alta que en todos los tratamientos, al respecto Marschner (1994) indica que el pH de los suelos calcáreos esta determinado por la presencia del CaCO_3 . Bedoy (1996) observó que la escoria aumentaba considerablemente el pH en suelos alcalinos.

Capacidad de intercambio cationico (CIC)

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo la combinación del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas favorecen la CIC. Los medios del bioactivador húmico y el extracto de algas marinas incrementan la CIC, sin embargo los niveles medios de ambos tienen valores mas altos que los niveles altos, la combinación de los niveles medios del bioactivador húmico con el extracto de algas marinas, el bioactivador húmico con la escoria y la combinación de los niveles medios de ambos con la escoria en su nivel medio y alto tienen valores superiores al testigo, aunque el valor máximo de la CIC corresponde al tratamiento que tiene el nivel alto de la escoria.

Lo anterior probablemente se deba a la mayor cantidad de calcio suministrada por la escoria ya que este es uno de los principales cationes intercambiables. Al respecto Ponette (1991) encontró que con la aplicación de la

ia la CIC se ve aumentada, Bedoy (1996) también encontró un incremento de la actividad eléctrica al incorporar escoria en un suelo alcalino.

Actividad eléctrica (CE)

En lo que se refiere a la CE observamos una disminución de la misma al aumentar el extracto de algas marinas y la escoria, el nivel medio del bioactivador húmico observa un valor inferior al testigo, las mejores combinaciones a los niveles medios de la escoria con el extracto de algas marinas y al tratamiento que tiene el nivel medio de los tres, no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

Para esta determinación se trabajó en un suelo no salino y las modificaciones hechas a él no tuvieron ningún efecto, se considera un suelo no salino cuando tiene $< 4 \text{ dS/m}$, la disminución en la CE cuando se le aplican extracto de algas al suelo es similar a lo reportado por Reyes (1993) quien observó que con la aplicación de extracto de algas marinas el valor de la CE disminuía.

Carbonatos totales

Al aumentar el nivel de la escoria el contenido de carbonatos totales sufre un aumento gradual, mientras que con el nivel alto tanto del bioactivador húmico y del extracto de algas marinas el contenido de los carbonatos disminuyen, aunque el mayor contenido de carbonatos totales corresponde al tratamiento que tiene el nivel medio de los tres factores en estudio.

El aumento en la cantidad de carbonatos totales se debe probablemente al CaO que aporta la escoria está dando lugar a carbonatos, lo segundo se deba a que el bioactivador húmico esta solubilizando la caliza, la está precipitando. Canales (1994) señala que la disminución de los carbonatos causada por el extracto de algas marinas, la cual está hidrolizando los os y está dando lugar a un poro, lo anterior concuerda con los resultados del trabajo.

Análisis foliar

En el cuadro 4.4 se muestran los valores promedio del análisis foliar efectuado estras del tejido del cultivo de frijol y en el apéndice se presenta su respectivo estadístico.

4. Resultados promedio del análisis foliar realizados al inicio de la floración.

tratamiento	Clave	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe %	Mn ppm	Zn ppm
	(A ₀ B ₀ C ₀)	0.34	3.19	3.13	0.56	0.172	190	80
	(A ₀ B ₀ C ₂)	0.36	3.29	3.94	0.63	0.202	190	80
	(A ₀ B ₂ C ₀)	0.34	3.34	3.75	0.67	0.235	190	90
	(A ₀ B ₂ C ₂)	0.37	3.03	3.81	0.64	0.202	160	90
	(A ₂ B ₀ C ₀)	0.41	3.10	3.38	0.70	0.167	220	73
	(A ₂ B ₀ C ₂)	0.41	3.05	3.94	0.71	0.180	160	90
	(A ₂ B ₂ C ₀)	0.36	2.87	3.81	0.61	0.177	190	83
	(A ₂ B ₂ C ₂)	0.35	2.85	3.50	0.61	0.205	190	70
	(A ₁ B ₁ C ₁)	0.36	2.82	3.21	0.64	0.162	190	83
0	(A ₃ B ₁ C ₁)	0.35	3.05	3.22	0.63	0.262	190	73
1	(A ₁ B ₃ C ₁)	0.42	3.24	3.31	0.67	0.220	220	80
2	(A ₁ B ₁ C ₃)	0.35	3.06	3.88	0.70	0.190	190	83
3	(A ₃ B ₃ C ₃)	0.36	2.97	3.94	0.74	0.190	190	78
4	(A ₃ B ₀ C ₀)	0.40	2.88	3.69	0.73	0.180	220	73
5	(A ₀ B ₃ C ₀)	0.37	3.39	3.81	0.71	0.217	160	75
6	(A ₀ B ₀ C ₃)	0.36	3.44	3.63	0.70	0.187	190	90

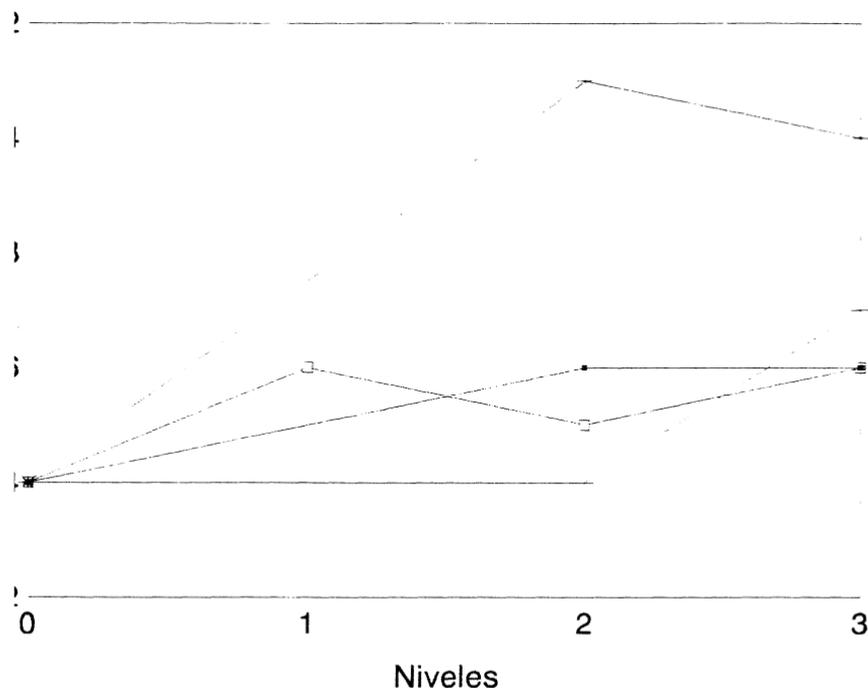
En el contenido de fósforo foliar no se encontró diferencia significativa entre diferentes tratamientos, en la figura 4.1 se presentan los valores promedio del contenido de fósforo en las hojas del cultivo de frijol, en la cual podemos observar un incremento en el contenido de fósforo foliar con respecto al testigo al incrementar el nivel del bioactivador húmico, la escoria y el extracto de algas marinas, también la aplicación de los tres en sus diferentes niveles se observa un incremento del contenido de fósforo foliar con respecto al testigo, sin embargo el mayor contenido de fósforo foliar correspondió al tratamiento que tiene los niveles bajos del bioactivador húmico así como el extracto de algas marinas con el nivel alto de la escoria.

Los resultados anteriores coinciden con lo mencionado por Narro (1992) quien señala que los bioactivadores húmicos desbloquean compuestos insolubles de fósforo y la hacen disponible para la planta y con Bose *et al.* (1971) quienes señalan que las algas marinas solubilizan el fosfato tricálcico, además de que los bioactivadores húmicos y el extracto de algas marinas estimulan el crecimiento de la planta aumentando de esta manera la extracción de este elemento por la planta ya que el fósforo se considera poco móvil en el suelo. De acuerdo con Jones *et al.* (1991) el contenido de fósforo en el testigo y el tratamiento que tiene el nivel medio de la escoria se encuentran en un rango bajo de fósforo ya que para este cultivo el rango de disponibilidad es de 0.35 a 0.75 por ciento.

tasio

En la figura 4.2 observamos los valores del contenido de potasio foliar, en los cuales podemos observar un incremento en la cantidad de potasio foliar al incrementar el nivel del extracto de algas marinas, la escoria tiene el mismo efecto ya que también incrementa el contenido de potasio foliar, por el contrario al aumentar el nivel del activador húmico el contenido de potasio foliar disminuye, en lo que se refiere a las combinaciones de los tres factores en estudio, se observa que al incrementar el nivel el contenido de potasio foliar aumenta con respecto al testigo.

Lo anterior es debido a que el extracto de algas está promoviendo la fijación de este nutrimento desde el suelo, esto confirma lo señalado por Lynn (1972) quien señala que con la utilización del extracto de algas marinas existe una mayor utilización y disponibilidad del potasio. De acuerdo con Jones *et al.* (1991) todos los tratamientos se encuentran en el rango de suficiencia el cual es de 2.25 a 4 por ciento.

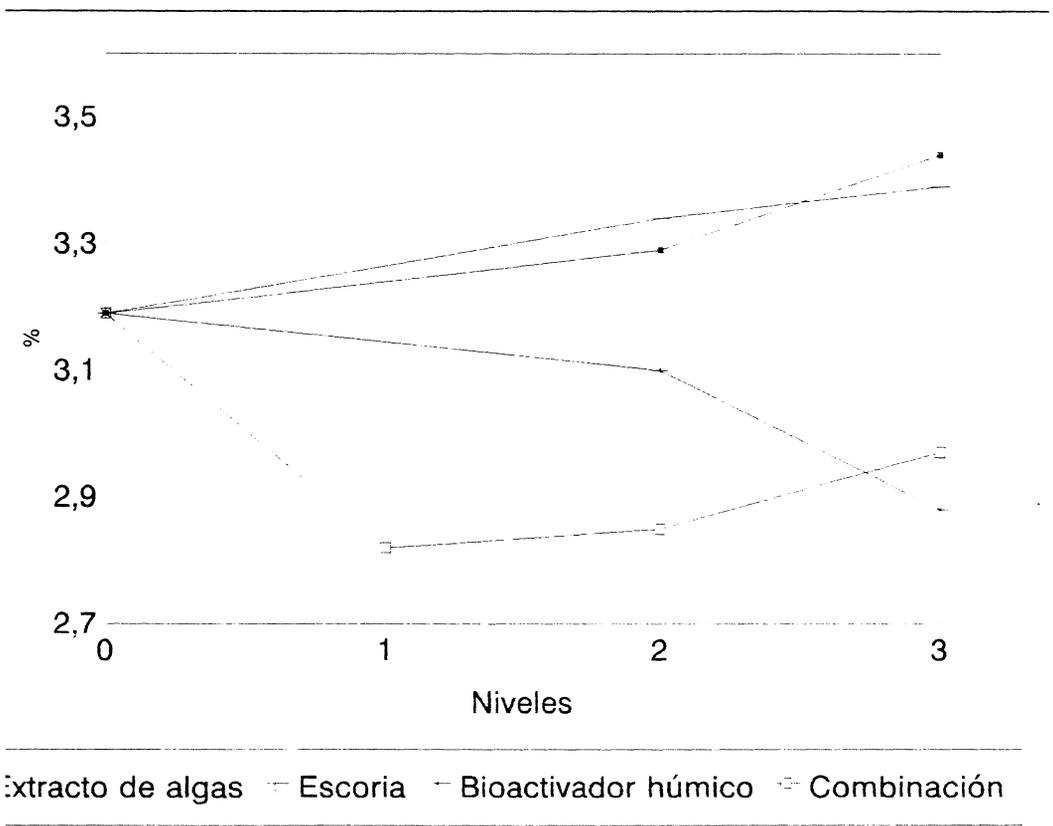


de algas — Escoria — Bioactivador húmico — Combinación

tenido de fósforo foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Ciudad N.L., Primavera, 1995.

cación y/o la combinación la escoria, bioactivador húmico y el extracto de algas incrementan el contenido del calcio en las hojas del cultivo de frijol, como se puede apreciar en la figura 4.3 en la cual se presentan los contenidos de calcio foliar. Se observa también que las combinaciones de los tres en sus diferentes niveles de calcio foliar se incrementa con respecto al testigo, teniendo el mayor contenido del mismo el tratamiento que tiene el nivel alto tanto del bioactivador, como del extracto de algas marinas.

Todos los tratamientos de acuerdo con Jones *et al.* (1991) se encuentran en el alto, el cual es de >2.5 por ciento.



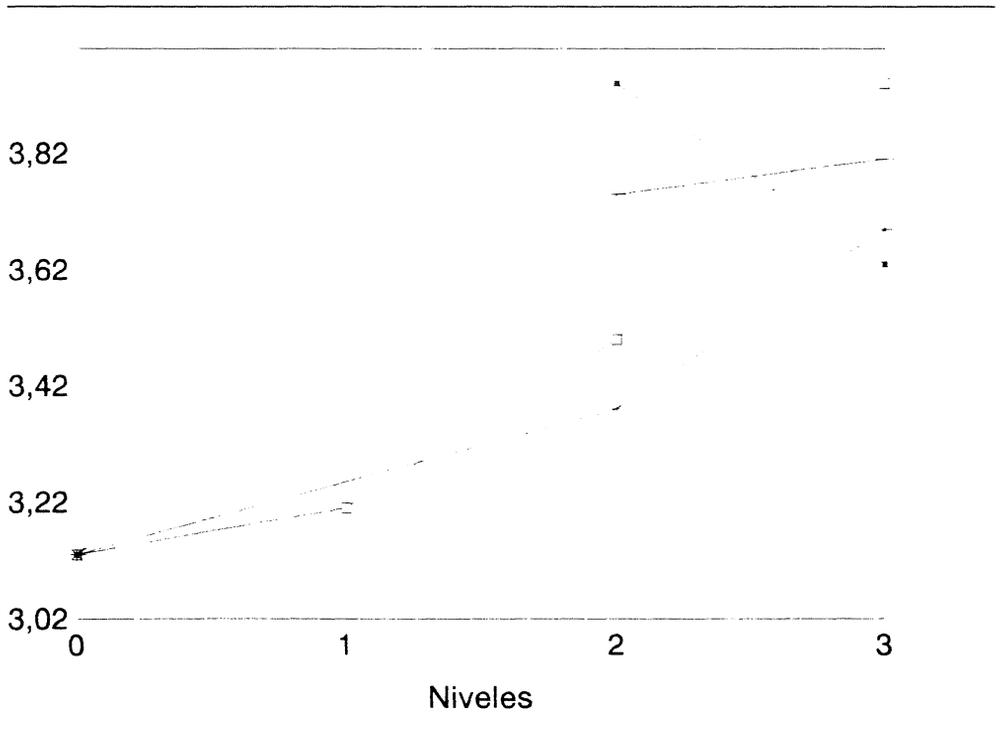
4.2. Contenido de potasio foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.

sio

En la figura 4.4 se presentan los valores del contenido de magnesio en las el cultivo de frijol, en la cual podemos apreciar que al aumentar el nivel tanto ictivador húmico, de la escoria así como también del extracto de algas marinas

do de magnesio foliar aumenta, aunque el nivel mas alto lo obtiene el
) que tiene los niveles mas altos de los tres.

os resultados anteriores son debido a las propiedades quelatantes tanto del
or húmico así como del extracto de algas marinas que ponen a disposición
a los elementos quelatados. De acuerdo con Jones *et al.* (1991) todos los
os se encuentran en un nivel adecuado el cual va desde 0.30 a 1.0 por



Extracto de algas Escoria Bioactivador húmico Combinación

Contenido de calcio foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol.
Javidad N.L., Primavera, 1995.

En la figura 4.5 se presentan los valores promedio del contenido de fierro foliar. Se observa que el extracto de algas marinas y la escoria aumentan el contenido de fierro foliar con respecto al testigo, aunque el nivel medio de ambos tiene valores más altos que sus niveles altos, el bioactivador húmico solo supera al testigo con su nivel medio. En lo que se refiere a las combinaciones se observa que el mejor valor de fierro foliar se da en el que tiene el nivel medio de los tres.

Lo anterior coincide con lo señalado por Mortvedt *et al.* (1971) señalan que los bioactivadores húmicos pueden solubilizar complejos insolubles incrementando la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas y con Featonby y Staden (1984) los cuales señalan que los extractos de algas tienen ciertos componentes que quelatan los metales o dan complejos solubles incrementando así la toma de los nutrientes para los cultivos, los valores de fierro foliar son muy altos, sin embargo el material utilizado (línea Nav 1165) se caracteriza por ser un genotipo altamente eficiente en la extracción o asimilación de fierro como lo indica el análisis foliar tomando cuenta las condiciones en que fue establecido. De acuerdo con Jones *et al.* (1991) en los tratamientos se encuentran en un rango alto el cual es > 300 ppm.

mganeso

En la figura 4.6 se presentan los valores promedio del contenido de magnesio foliar en donde se aprecia que al aumentar el nivel del bioactivador húmico aumenta el contenido de magnesio foliar.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Mortvedt *et al.* (1971) quienes indican que los bioactivadores húmicos pueden solubilizar complejos insolubles aumentando la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas, de acuerdo con Jones *et al.* (1991) todos los tratamientos se encuentran en el nivel de suficiencia que es de 50 a 300 ppm.

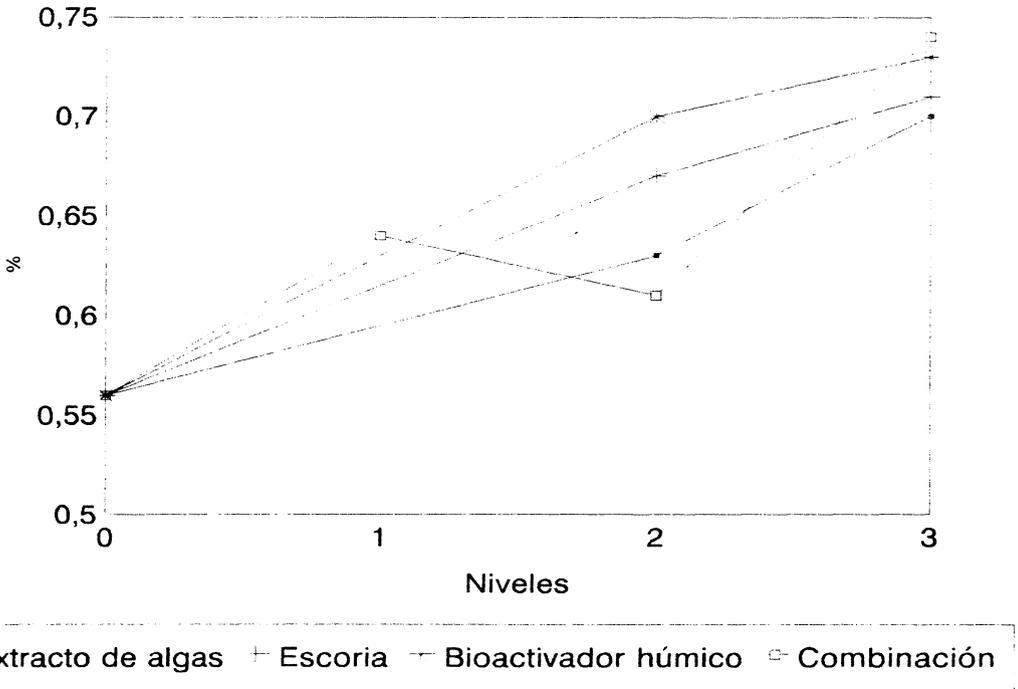
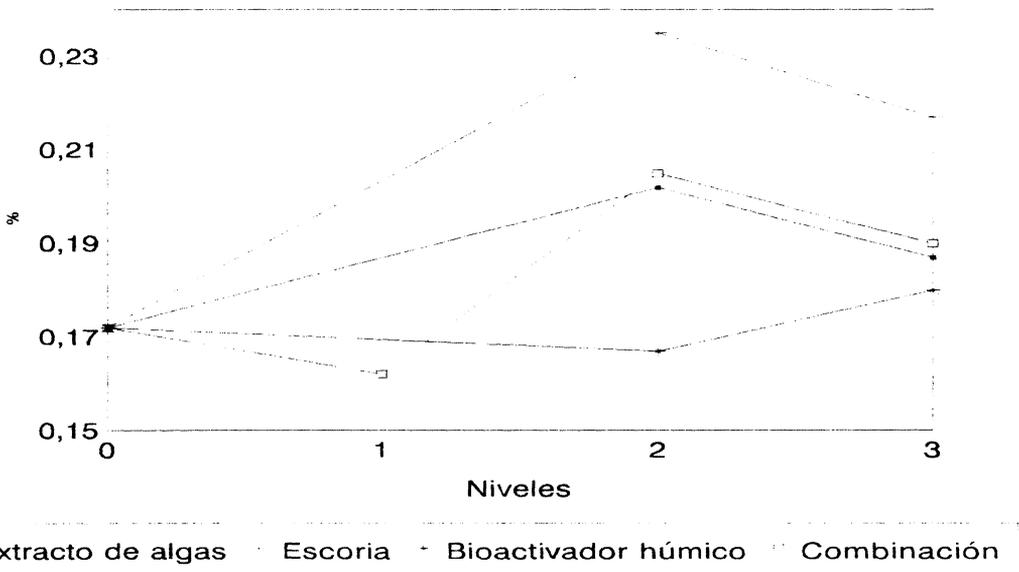


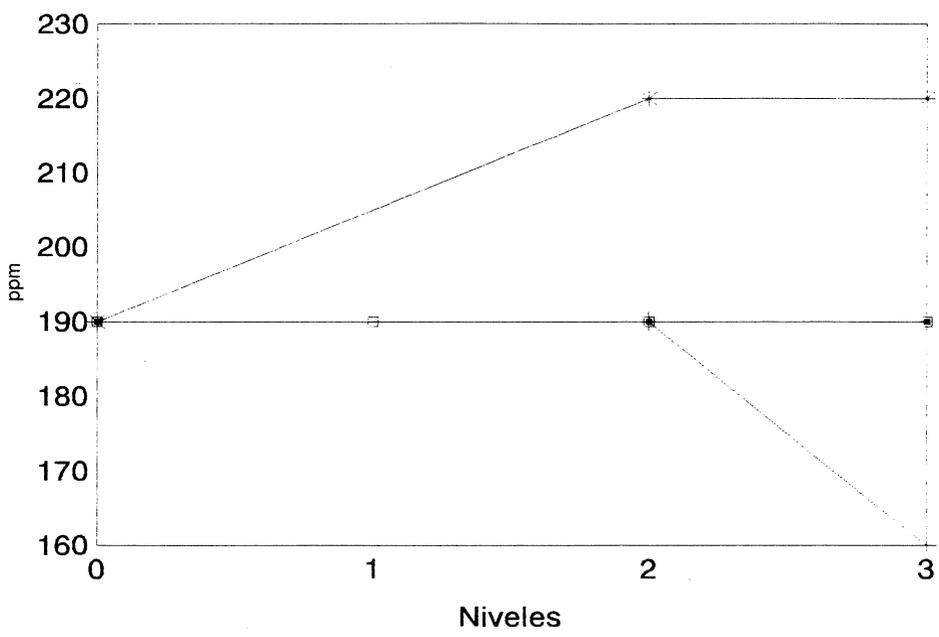
Figura 4.4. Contenido de magnesio foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.

En la figura 4.7 se presentan los valores promedio del contenido de zinc en la cual podemos apreciar que al aumentar el nivel del extracto de algas el contenido del zinc foliar se incrementa, por el contrario con el bioactivador o el contenido de zinc disminuye en comparación con el testigo, aunque en el existió un incremento del zinc no sucedió así en la planta, en lo referente a las raciones el mayor valor se da en el tratamiento que tiene el nivel bajo de los

Lo anterior coincide con lo señalado por Lynn (1972) el cual señala que al el extracto de algas marinas existe una mejor utilización de nutrimentos tales el cobre, boro y zinc. De acuerdo con Jones *et al.* (1991) todos los tratamientos encuentran en el rango de suficiencia el cual es de 20 a 200 ppm

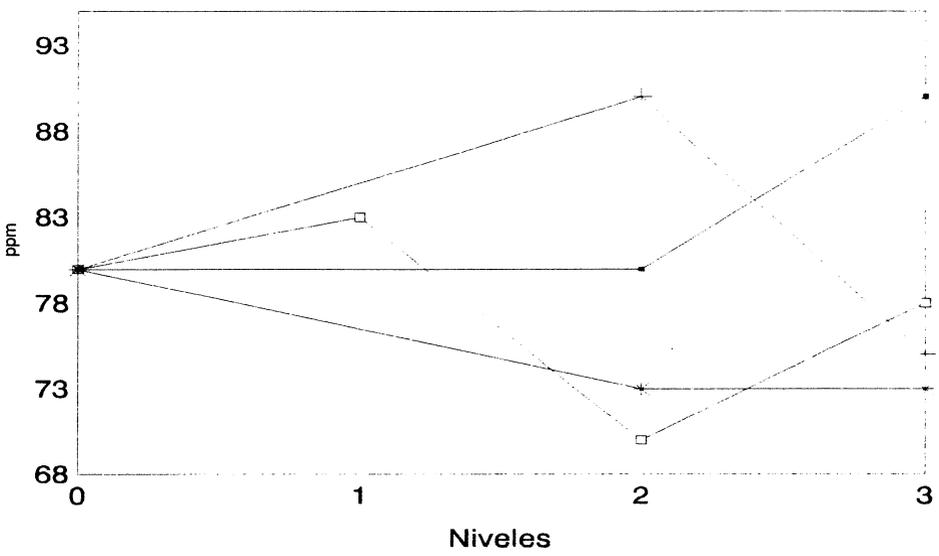


4.5. Contenido de fierro foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.



extracto de algas + Escoria + Bioactivador húmico □ Combinación

6. Contenido de manganeso foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.



extracto de algas + Escoria - Bioactivador húmico □ Combinación

7. Contenido de zinc foliar para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.

La aplicación de los tratamientos origina diferencias en la respuesta del cultivo alguno de los parámetros vegetativos analizados, los cuales se presentan en el gráfico 4.5 su análisis estadístico en el apéndice.

Gráfico 4.5. Resultados promedio de los parámetros analizados al cultivo.

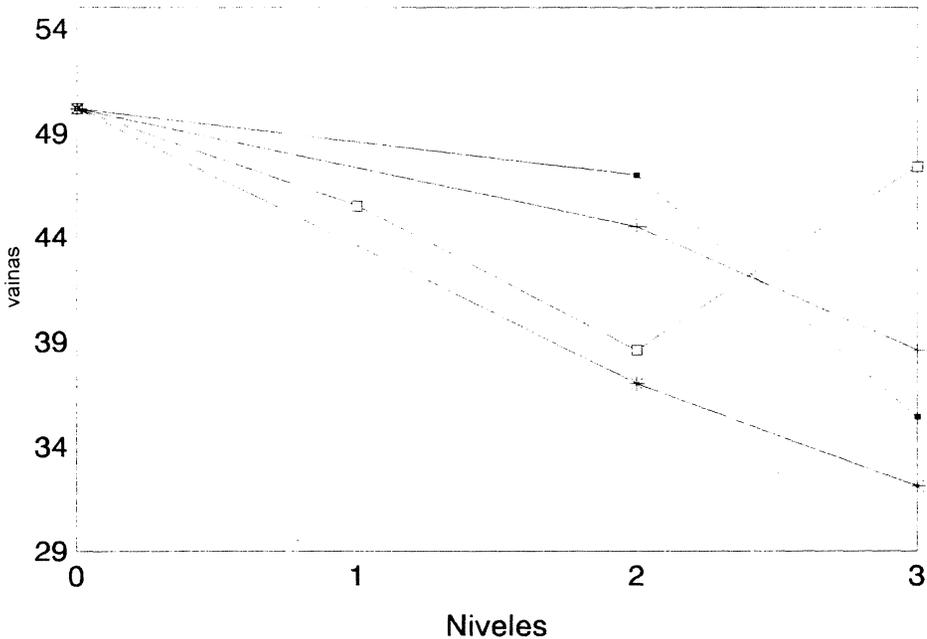
Tratamiento	Clave	vainas por planta	semillas por planta	semillas por vaina	peso de 100 semillas (g)	rendimiento (ton/ha)
1	(A ₀ B ₀ C ₀)	50.2	194.50	3.76	30.4	3.31
2	(A ₀ B ₀ C ₂)	47.0	191.30	3.80	31.4	3.32
3	(A ₀ B ₂ C ₀)	44.5	180.70	4.26	30.3	2.74
4	(A ₀ B ₂ C ₂)	51.0	197.42	3.84	29.7	3.09
5	(A ₂ B ₀ C ₀)	37.0	147.40	3.98	30.3	3.15
6	(A ₂ B ₀ C ₂)	48.4	181.35	3.85	30.5	3.66
7	(A ₂ B ₂ C ₀)	47.4	192.07	4.04	30.6	3.48
8	(A ₂ B ₂ C ₂)	38.6	144.20	3.97	29.9	2.85
9	(A ₁ B ₁ C ₁)	45.5	208.95	4.64	31.0	2.99
10	(A ₃ B ₁ C ₁)	39.8	189.55	4.11	30.1	2.76
11	(A ₁ B ₃ C ₁)	55.9	222.30	4.40	29.5	2.87
12	(A ₁ B ₁ C ₃)	41.5	174.10	4.22	29.5	2.71
13	(A ₃ B ₃ C ₃)	47.4	190.35	4.00	29.6	2.87
14	(A ₃ B ₀ C ₀)	32.1	128.85	3.89	30.7	2.45
15	(A ₀ B ₃ C ₀)	38.6	167.30	3.79	30.2	2.92
16	(A ₀ B ₀ C ₃)	35.4	132.35	3.83	29.5	2.86

Resultados por planta

En la figura 4.8 se presentan las vainas promedio por planta en la cual vamos a observar que al aumentar el nivel del bioactivador húmico, la escoria así como en el extracto de algas marinas el número de vainas por planta disminuye en

comparación al testigo, siendo más drástico en el nivel alto del bioactivador húmico, en donde se refiere a las combinaciones también se observa un efecto negativo ya que el número de vainas disminuye en comparación al testigo, el valor más alto para esta variable fue para el tratamiento que tiene el nivel bajo del bioactivador húmico y del extracto de algas marinas con el nivel alto de la escoria.

La disminución en el número de vainas causada por el bioactivador húmico coincide con lo encontrado por Meza (1995) quien en un experimento en donde probó diferentes dosis de un bioactivador húmico en el cultivo de frijol encontró que con altas dosis del bioactivador húmico el número de vainas por planta disminuía en comparación con el testigo.

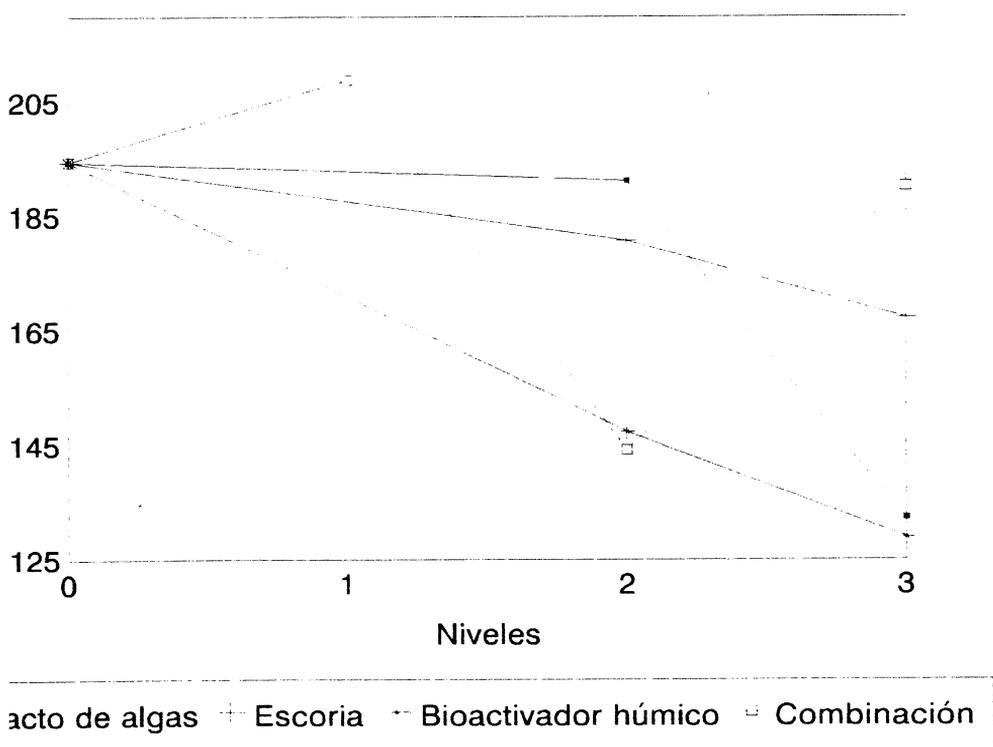


Extracto de algas Escoria Bioactivador húmico Combinación

a 4.8. Vainas promedio por planta para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L., Primavera, 1995.

ir planta

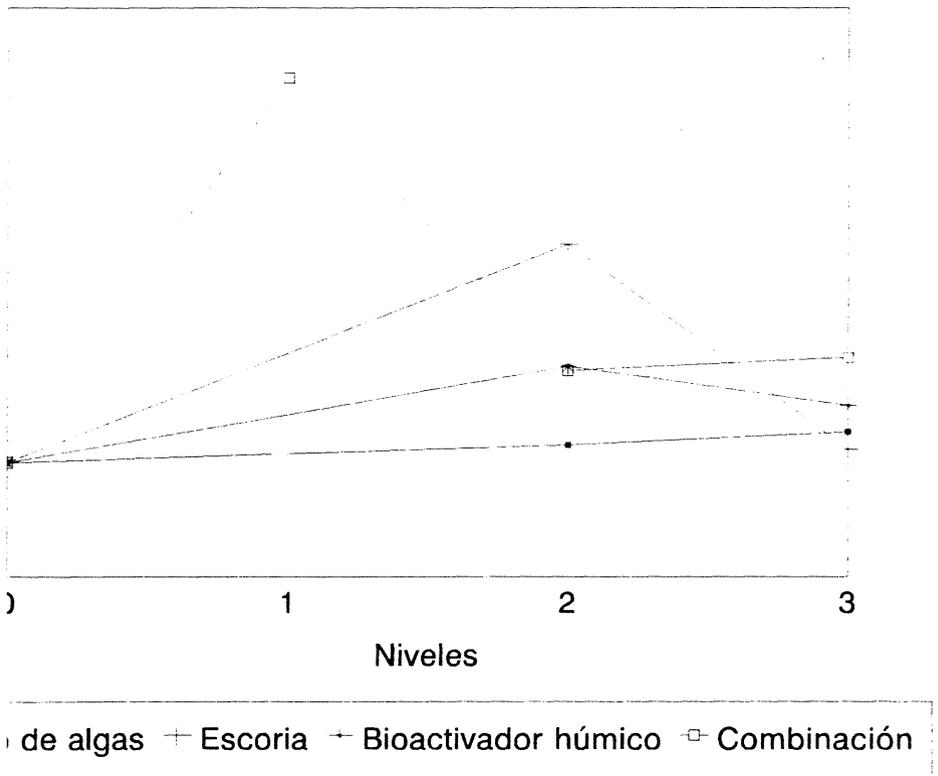
la figura 4.9 se presenta el promedio de semillas por planta en la cual se exactamente lo mismo que en el caso anterior, en donde los niveles altos del r húmico, escorias y del extracto de algas marinas disminuyen el número de planta, siendo mas acentuado en el tratamiento que tiene el nivel mas alto ador húmico, en la que se refiere a la combinación de los tres factores se e el nivel bajo de los tres es el mejor, ya que el nivel medio y alto disminuye de semillas por planta, también en este parámetro el mejor tratamiento fue ue en el caso anterior el cual es el que tiene el nivel bajo del bioactivador el extracto de algas con el nivel alto de la escoria.



Semillas promedio por planta para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995

aina

figura 4.10 se presentan el promedio de semillas por vaina, en la cual se todos los tratamientos superan al testigo, también observamos la que al aumentar el nivel del extracto de algas el número de granos por a ligeramente, en lo que se refiere a la combinación de los tres con sus les se observa que el mejor tratamiento es el que tiene el nivel alto de ue el tratamiento que tiene la mayor cantidad es el tratamiento que tiene el bioactivador húmico, la escorias y el extracto de algas marinas.



semillas promedio por vaina para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995

peso de 100 semillas

En la figura 4.11 se presentan los valores promedio del peso de 100 semillas, al observamos una disminución del peso de las semillas al aumentar el nivel de escoria, también observamos que al aumentar el nivel del bioactivador húmico el peso de las 100 semillas aumenta, en lo que se refiere al extracto de algas marinas se observa que el nivel medio aumenta el peso de las semillas en comparación al testigo, cuando se refiere a la combinación de los tres a sus diferentes niveles se observa que el nivel bajo es el mejor ya que al aumentar el nivel el peso de las 100 semillas disminuye, además se observa también que el tratamiento que tiene el nivel bajo del bioactivador húmico y del extracto de algas con el nivel alto de la escoria tiene la mayor producción de vainas por planta y granos por planta, pero este es uno de los tratamientos con el mas bajo peso de las 100 semillas, el mejor tratamiento fue el que tiene el nivel medio del extracto de algas marinas.

El bajo peso de las 100 semillas coincide con lo reportado por García (1984) quien señala que es debido a la compensación, ya que no se puede elevar un factor sin afectar a otro.

rendimiento de grano

En la figura 4.12 observamos que al aumentar el nivel del bioactivador húmico o también del extracto de algas marinas el rendimiento disminuye, siendo más bajo en el nivel alto del bioactivador húmico, por el contrario al aumentar el nivel de escoria el rendimiento aumenta, aunque el mejor es el que tiene los niveles medios

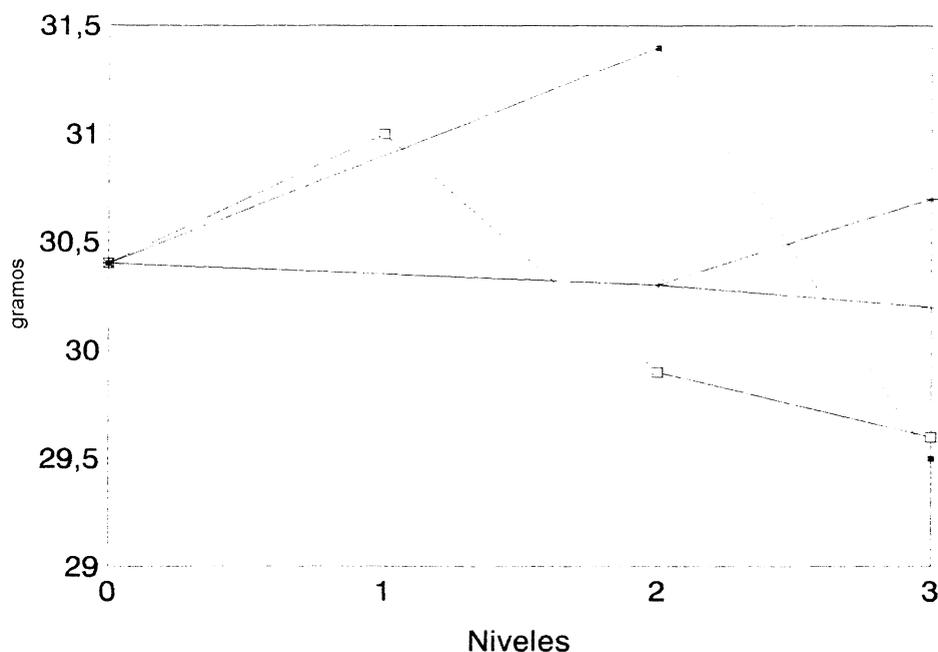
bioactivador húmico y del extracto de algas, la mejor combinación de los tres en estudio se dio en el tratamiento que tiene el nivel bajo de los tres, ya que al aumentar el nivel el rendimiento disminuye. En los valores de rendimiento de grano al hacer el ANVA se observó diferencia significativa entre los diferentes tratamientos dados, por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey (cuadro 3) siendo el máximo valor el tratamiento que tiene el nivel medio del bioactivador con el nivel medio del extracto de algas marinas, esto coincide con Carmona (1983) quien en un experimento con maíz encontró que la combinación del bioactivador húmico con el extracto de algas incrementaban el rendimiento significativamente, Featonby y Staden (1984) quien indica que el alto rendimiento del cultivo de frijol es debido a que el extracto de algas fomentan un desarrollo vigoroso del sistema radicular de la planta que se traduce en un amplio radio de superficie de contacto para la toma de nutrimentos por la planta, además de que el extracto de algas marinas tiene ciertos componentes que quelatan los metales o dan complejos solubles, aumentando así la disponibilidad de la toma de estos nutrimentos por la planta, se encontró que altos niveles del bioactivador húmico disminuyen el rendimiento y en este caso, lo anterior coincide con Fernández, 1968, Kononova, 1982 y Gado, 1993 quienes encontraron que con la aplicación de grandes dosis del bioactivador húmico el rendimiento disminuye.

ro 4.6. Comparación de medias para el rendimiento de grano.

Tratamiento	Media
6	3.6550 A
7	3.4825 AB
2	3.3173 AB
1	3.3170 AB
5	3.1502 AB
9	3.1028 AB
4	3.0907 AB
15	2.9185 AB
11	2.8723 AB
13	2.8720 AB
16	2.8628 AB
8	2.8510 AB
10	2.7638 AB
3	2.7425 AB
12	2.7097 AB
14	2.4525 B

res con la misma letra son estadísticamente iguales.

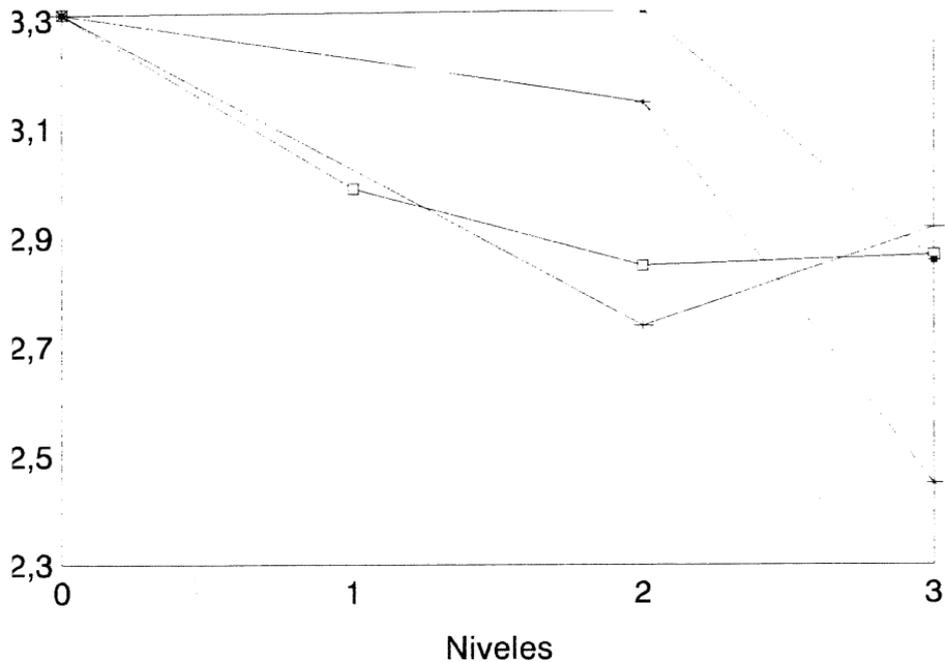
Tukey $p < 0.05$



Extracto de algas + Escoria x Bioactivador húmico o Combinación □

4.11. Peso promedio de 100 semillas para los diferentes niveles en el cultivo de

frijol. Navidad N.L, Primavera, 1995.



Control Escoria Bioactivador húmico Combinación

1. Rendimiento promedio de grano para los diferentes niveles en el cultivo de frijol. Navidad, N.L, Primavera, 1995.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se resentan las siguientes conclusiones:

La aplicación de la escoria, el bioactivador húmico y el extracto de algas marinas, en forma individual o en combinación generan modificaciones en las características físico-químicas del suelo.

La escoria sola o en combinación con el bioactivador húmico y el extracto de algas marinas aporta nutrimentos al suelo, los cuales son posteriormente tomados por la planta.

La aplicación de dosis altas del bioactivador húmico disminuye el rendimiento en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L).

El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento es el que tiene los niveles medios tanto del bioactivador húmico así como también del extracto de algas marinas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el ciclo agrícola verano de 1995, en el Campo Agrícola Experimental "Ing. Humberto Treviño" en la localidad de San Nicolás de los Garza, Coahuila de Zaragoza, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Los objetivos de esta investigación fueron evaluar el efecto de la escoria, un fertilizante orgánico y el extracto de algas marinas sobre algunas propiedades físicas y químicas de un suelo calcáreo, así como también evaluar el efecto de estos productos sobre el crecimiento y sus componentes del cultivo de frijol.

En las propiedades físicas y químicas del suelo no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, solo se observa una tendencia a disminuir en la densidad aparente, la conductividad eléctrica, los carbonatos totales y en el nitrógeno disponible, así como para el fósforo aprovechable, potasio intercambiable, contenido de materia orgánica, potencial de hidrógeno, capacidad de intercambio catiónico, calcio, manganeso, hierro y zinc a incrementar.

En el análisis foliar no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, solo se observó al potasio que tiende a disminuir, mientras que para el calcio, magnesio, hierro y zinc los cuales tienden a incrementar.

El máximo rendimiento obtenido correspondió al tratamiento que tiene el nivel medio del bioactivador húmico con el nivel medio del extracto de algas marinas, el cual fue de 3.66 ton/ha.

LITERATURA CITADA

1991. Utilización de algas marinas como acondicionador de un suelo arcilloso. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

1989. La fertilidad de los suelos, terrenos, planta, fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España.

J.M. 1996. Impacto de desechos sólidos industriales en suelos ácidos y alcalinos en el cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum* L) bajo condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 66 p.

Práctica Agrícola y Ganadera. 1985. Los fundamentos de la agricultura. Tomo I Ed. Océano. México, D.F

B.L. Mc Neal y G.A. O'Connor. 1993. Química del suelo. Editorial Limusa, México. 370 p.

Singh-Hagpal; V, Venkataraman, G. S; Goyal, S.K, 1971. Solubilitazation of tricalcium phosphate by blue green algae Current Sci.

D.O y N.C Brady 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1a Edición Ed. Montaner y Simon, S.A. Barcelona. p.82.

- L.B. 1994. Las algas en la agricultura orgánica (en prensa). Saltillo Coahuila México. 207 p.
- a, R.C. 1993. Influencia de algas y ácidos húmicos en la estabilidad estructural del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO). 1983. Frijol en el Noroeste de México (Tecnología de producción). INIA - SARH.
- de Investigaciones Agrícolas del Norte (CIAN). 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola en la comarca lagunera. INIA - SARH. Matamoros, Coahuila p 16 - 21.
- Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) Cali Colombia.
- D.J.M. 1986. Química de suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila, México. 141 p.
- G.H. 1955. Comercial fertilizer. McGraw - Hill Book Company Inc, USA. 617 p.
- G.W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. editorial Continental. México, D.F p 32 - 33.
- V. De la. 1994. Aplicación de alga-enzimas en el frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones de acolchado y sistema de riego por goteo. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

7. and Aviad, T. 1985. Effect of humic substances on plant growth. In Humic Substances in soil and crop Sci. Symposium cosponsored by the International Humic substances Society. American Society of Agronomy.
- za, M. M. 1995. Respuesta del cilantro (*Coriandrum stivum* L) a la fertilización, ácidos húmicos y algas marinas en San Juan de Amargos, Mpio de Ramos Arizpe. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- oy - Smit, B.C and Van Staden J. 1984. The effect of seaweed concentrate and fertilizer on growth and the endogenous cytokinin content of *Phaseolus vulgaris* L. S Afr. J. Bot. 1984, 3: 375-379.
- dez, V.H. 1968. The action of humic acid of diferent sources on the development of plant and their effect on increasing concentration of the nitrient solution. In: Study Publishing.
- o A., F.A. López, F. Medina; N.Balcazar y R. Jimenez. 1990. Experiencia española en la utilización de la escoria (ingeniería y agricultura). Madrid España. p 179 - 180.
- i, D.M and W.R Fehr, 1981. Agronomic perfomance of soybean whit differing levels of iron deficiency chlorosis on calcareous soil Crop Sci.
- E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatologica de kopen . Universidad Nacional Autonoma de México (UNAM). Instituto de Geología, México.
- S.A. 1984. Estabilidad de los componentes primarios del rendimiento de frijol sobre diversos ambientes. Tesis Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- G.G. 1984. Humic substances. Gordon and Breach Science. Publisher. New York.
- ... 1976. Abonos guía practica de la fertilización. Ed. Mundi-Prensa, Madrid España. 585 p.
- Rural. 1983. Fertilización de los cultivos básicos. INIA - SARH. México D.,F.
- z, G.S. 1992. Fertilizantes de reacción lenta Tipos, evaluación y aplicación. Ed. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid España. p 63 - 75.
- J.B, Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant analysis handbook. Micro - Macro Publishing, Inc. USA. 213 p.
- U.S. 1979. Fertilizer and soil fertility. Reston Publishing Company Ing. Virginia USA.
- son, G.W, F. Sillers Jr, and D.Grunner. 1949. Iron Blast - Furnace Slag. Production, Processing, Properties, and Uses. Unites States Government Printing Office, Washington.
- va, M. M 1982. Materia orgánica del suelo. Ed Oikos - Tav. Barcelona España.
- uka, J and Tsutsuki, K. 1979. Chemical studies on soil humic acid, I . Elementary Composition of humic acid. Ibid 24: 337- 347.
- se Agricole. 1981. Publie Sous la Direction. Paris. France.
- ... 1992. Fertilización de arboles frutales. Ediciones CEAC, S.A. Barcelona España. p 105 - 106.

- T.S. 1983. Improvement of latosoilc poddy fertility. *Solils and Fertilizer* 1984 047-05076.
- Y. S. and R. J Bartlett. 1976. Stimulation of growth by humic sustances. *Soil Sci. AM . J.* 40 p. 876 - 879.
- A.R. 1984. Nueva edafología, regiones tropicales y áreas templadas de México. Ed. Gaceta. México. D.F
- L.B. 1972. The chlating properties of seawwedd extract *Ascophyllum nodosum* vs *Macrosystis pirifera* on the mineral nutrition of sweet peppers, *Capsicum annuun*. M.Sc. Thessis, Clemenson University, Clemenson.
- shner, Horst. 1994. Nutrition of Higher Plant. Academic Press, Inc; New York. NY.
- el, K and E.A, Kirby 1979. Principles of plant nutrition . International Potash Institute Berna, Suiza.
- g, B. 1990. Microalgae and agriculture. In: M.A. Borowitzke (eds). *Micoalgae biothechnology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge p 288 - 303.
- M.A. 1995. Evaluación de los ácidos húmicos (humiplex plus) a diferentes dosis en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L), en Buenavista Coahuila. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- edt, J.J; P. M. Giordano and W.L. Lindsay (comp).1971. Micronutrients in Agriculture. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- , F.E.A. 1992. Información sobre los ácidos húmicos. Informe de Año Sabático. Depto de Suelos. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo Coahuila México.

T.E. 1978. Química de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Dpto de suelos. Chapingo México. 152 p.

3.1977. Fertilidad de suelos. Ediciones Patena A.C. ENEA. Chapingo, México. p. 413 - 433.

es, R. 1990. Revista frutos . numero 12 año 4 C.N.P.H. México

is, J. 1977. Los fertilizantes Ed Albatros, Buenos Aires, Argentina. p 38 - 39.

M.D. 1981. Frijol y Chícharo Tercera edición. Ed Trillas, México, D.F.

ra, J. B. 1966. Fertilizantes agrícolas. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 206 p.

R.C.1993. Estudio de la aplicación de algas sobre las propiedades selectas del suelo y la producción de trigo (*Triticum aestivum* L). Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Q. 1991. Effects on mineral amendments on the physico- chemical properties of a brown acid soil in beech stand in the belgian ardenres. Solils and Fertilizer 1991 054-13686.

, R.P.1993. Bioactivadores húmicos en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L) en Saltillo Coahuila. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 107p.

R.D.M.1993. Efecto de algas marinas y ácidos húmicos en un suelo arcilloso así como su efecto en lechuga (*Lactuca sativa* L). Tesis Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 79 p.

1978. Los abonos su preparación y empleo. Guía para el agricultor práctico.

Ed. Síntesis. p 61 - 64.

V. 1938. Manual on Phosphates in agriculture. The Davison Chemical Corporaporation.

✓. 1966. Química y tecnología de los fertilizantes ed Continental, México D.F

M. and P.A Poaps. 1976. Fulvic acid and adventitious root formation. Dept. of agriculture of Canada. Soil Biology Biochem.

de Agricultura y Recursos Hidráulicas (SARH), 1994. Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Política Agrícola. México. D.F p. 46 - 62.

y Kingman.A.R. 1987. Physiological resposes son certain horticultural crops to application of meal and extracts of Ascophillum nodosum Ninth. International seaweed Symposion, Santa Barbara California, USA.

1978. Humic sustances . General influencias on soils fertility. Ed Redn. Rome Italy p.29.

1984. Investigation of Si-Mn Slag from oye smelteverle A/S norway, whit particular regard to its effect on plant and solis. Solils and Fertilizer 1985 048-08265

H. 1984. El suelo y su fertilidad. Editorial Continental. México, D.F

, L.M y F.R Troeh. 1980. Los suelos y su fertilidad. 4a. Ed. Reverte S.A. Barcelona, España p 190 - 192.

- , R.F. 1993. Aplicación de algas marinas y estiércol bovino en el cultivo de cilantro (*Coriandum sativum* L). Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

101

APPENDICE

A1. Valores de la densidad aparente para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	1.12	1.13	1.10	1.13	1.120
2	1.14	1.13	1.05	1.11	1.108
3	1.14	1.12	1.11	1.11	1.120
4	1.11	1.11	1.12	1.11	1.113
5	1.12	1.16	1.09	1.13	1.125
6	1.11	1.11	1.12	1.14	1.120
7	1.14	1.11	1.09	1.10	1.110
8	1.12	1.15	1.13	1.10	1.125
9	1.14	1.14	1.09	1.12	1.123
10	1.13	1.12	1.12	1.13	1.125
11	1.15	1.13	1.12	1.10	1.125
12	1.12	1.13	1.09	1.13	1.118
13	1.12	1.11	1.11	1.11	1.110
14	1.13	1.11	1.09	1.13	1.115
15	1.12	1.13	1.14	1.13	1.130
16	1.12	1.11	1.10	1.09	1.105

de varianza para los valores de densidad aparente.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	0.003136	0.000209	0.7266	NS
	3	0.005035	0.001678	5.8338	*
	45	0.012947	0.000288		
	63	0.021118			

517 %

A2. Valores de la densidad de sólidos para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	2.29	2.28	2.30	2.29	2.29
2	2.31	2.23	2.30	2.31	2.29
3	2.31	2.30	2.29	2.28	2.30
4	2.20	2.32	2.30	2.31	2.29
5	2.24	2.24	2.28	2.24	2.25
6	2.20	2.24	2.31	2.29	2.26
7	2.28	2.30	2.26	2.29	2.28
8	2.29	2.25	2.25	2.22	2.25
9	2.28	2.24	2.23	2.23	2.25
10	2.29	2.29	2.30	2.29	2.29
11	2.22	2.30	2.30	2.31	2.28
12	2.35	2.31	2.26	2.20	2.28
13	2.31	2.14	2.29	2.32	2.27
14	2.25	2.23	2.23	2.25	2.24
15	2.30	2.31	2.30	2.30	2.30
16	2.30	2.28	2.27	2.28	2.28

de varianza para los valores de densidad de sólidos.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	0.022522	0.001501	1.0091	NS
	3	0.001343	0.000448	0.3008	NS
	45	0.066956	0.001488		
	63	0.090820			

596 %

A3. Valores del espacio poroso para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	51.09	50.44	52.17	50.66	51.09
2	50.65	49.33	54.35	51.95	51.57
3	50.65	51.30	51.53	51.32	51.20
4	50.00	52.16	51.30	51.95	51.35
5	50.00	48.21	52.19	49.55	49.99
6	49.55	50.45	51.52	50.22	50.43
7	50.00	51.74	51.77	51.97	51.37
8	51.09	48.89	49.78	50.45	50.05
9	50.00	49.11	51.12	49.78	50.00
10	50.66	51.09	51.30	50.66	50.93
11	48.20	50.87	51.30	52.38	50.69
12	52.34	51.08	51.77	48.64	50.96
13	51.52	48.60	51.97	53.45	51.38
14	49.78	50.22	51.12	49.78	50.23
15	51.30	51.08	50.43	50.87	50.92
16	51.30	51.32	51.54	51.75	51.48

de varianza para los valores de espacio poroso.

	G.L	SC	CM	F	S
nto	15	18.406250	1.227083	1.0217	NS
	3	14.078125	4.692708	3.9072	*
	45	54.046875	1.201042		
	63	86.531250			

155 %

A4. Valores del contenido de humedad a capacidad de campo para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	30.35	28.05	34.97	32.51	31.47
2	28.34	24.44	31.46	30.46	28.71
3	29.34	30.29	34.33	11.43	26.35
4	31.69	34.19	37.28	32.64	33.95
5	27.49	29.53	32.40	30.64	30.02
6	29.57	32.09	32.09	28.48	30.56
7	27.87	29.79	35.01	29.33	30.50
8	30.82	26.80	34.84	32.96	31.36
9	27.41	47.40	34.40	29.16	34.92
10	28.27	26.05	31.99	32.28	29.65
11	26.60	33.27	34.63	30.92	31.36
12	29.23	30.49	31.12	31.69	30.63
13	32.14	30.27	29.48	28.57	30.12
14	29.76	32.48	43.92	29.82	34.00
15	27.49	50.75	31.34	28.57	34.54
16	28.19	14.14	33.52	34.01	27.47

de varianza para los valores de capacidad de campo.

	G.L	SC	CM	F	S
nto	15	350.906250	23.393749	0.8038	NS
	3	230.109375	76.703125	2.6355	NS
	45	1309.664063	29.103645		
	63	1890.677968			

428 %

15. Valores del contenido de humedad a punto de marchitez permanente para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	16.49	15.25	19.01	17.67	17.11
2	15.40	13.38	17.10	16.63	15.63
3	15.95	16.46	18.65	6.210	14.32
4	17.22	18.58	20.26	17.74	18.45
5	14.94	16.05	17.61	16.65	16.31
6	16.07	17.44	17.44	15.48	16.61
7	15.15	16.19	19.03	15.94	16.58
8	16.75	14.57	18.94	17.91	17.04
9	14.90	25.76	18.69	15.85	18.80
10	15.91	14.16	17.39	17.00	16.12
11	14.45	18.05	18.82	16.80	17.04
12	15.89	16.57	16.91	17.22	16.64
13	17.47	16.45	16.02	15.42	16.37
14	16.19	17.65	23.87	16.21	18.48
15	19.94	27.58	17.03	15.32	20.02
16	15.32	7.68	18.22	18.49	14.93

la varianza para los valores del punto de marchitez permanente.

Tratamiento	G.L	SC	CM	F	S
15		126.818359	8.454557	1.0096	NS
3		59.472656	19.824219	2.3673	NS
45		376.839844	8.3742191		
63		563.130859			

.127 %

16. Valores del contenido de fósforo total (kg/ha) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	63.89	68.82	41.78	39.95	53.61
2	73.32	70.51	58.12	76.70	69.66
3	50.23	68.82	40.09	100.80	64.99
4	72.20	77.27	26.57	104.31	70.09
5	63.75	67.13	41.78	101.77	68.61
6	59.52	43.47	43.47	114.45	65.23
7	87.41	73.89	18.12	100.93	70.09
8	50.23	68.82	46.00	68.82	58.47
9	72.20	72.20	42.62	101.77	72.20
10	65.44	87.41	83.18	72.20	77.06
11	63.04	53.18	48.96	44.17	52.34
12	73.89	62.90	51.92	99.24	71.99
13	82.34	51.92	64.59	91.63	72.62
14	64.59	65.44	44.31	73.89	62.06
15	72.20	75.58	55.30	63.75	66.71
16	53.47	65.44	51.55	45.00	53.86

la varianza para los valores de fósforo en el suelo.

Tratamiento	G.L	SC	CM	F	S
15		3413.0625	227.537506	0.8620	NS
3		9254.9375	3084.979248	11.6875	**
45		11877.96875	263.954865		
63		24545.96870			

.767 %

17. Valores del contenido de potasio intercambiable (kg/ha) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	812.67	789.53	685.40	639.12	731.68
2	633.33	824.24	708.54	534.99	675.28
3	905.23	801.10	633.33	627.55	741.80
4	743.25	749.03	546.56	639.12	669.49
5	847.38	835.81	824.24	662.26	792.42
6	766.39	893.66	592.84	465.57	679.62
7	766.39	691.18	627.55	870.52	738.91
8	835.81	916.80	581.27	523.42	714.33
9	720.11	743.25	754.82	650.69	717.22
10	806.88	934.15	622.26	650.69	753.50
11	812.67	864.73	644.90	835.81	789.83
12	824.24	842.38	816.80	766.39	812.45
13	738.75	731.68	523.42	685.40	669.81
14	679.61	754.82	532.99	615.98	645.85
15	737.46	835.81	673.83	523.42	692.63
16	928.37	777.96	639.12	612.76	739.55

Se varianza para los valores de potasio en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
nto	15	143870	9591.333008	1.3349	NS
	3	371070	123690	17.2137	**
	45	323350	7185.55664		
	63	838290			

.728 %

18. Valores del contenido de materia orgánica (%) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	2.30	2.32	2.35	2.32	2.32
2	2.70	2.57	2.70	2.31	2.57
3	2.13	2.51	2.45	2.58	2.42
4	2.71	2.58	2.45	2.32	2.52
5	2.77	2.00	2.64	2.32	2.43
6	2.64	2.71	2.71	2.58	2.66
7	2.58	2.71	2.38	2.51	2.55
8	2.71	2.51	2.51	2.32	2.51
9	2.58	2.32	2.58	2.58	2.52
10	2.58	2.58	2.32	2.38	2.47
11	2.71	2.32	2.32	2.58	2.48
12	2.58	2.45	2.32	2.38	2.43
13	2.71	2.45	2.32	2.64	2.53
14	2.58	2.58	2.32	2.51	2.50
15	2.56	2.40	2.56	2.32	2.46
16	2.64	2.58	2.32	2.32	2.47

Se varianza para los valores de la materia orgánica del suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
nto	15	0.335236	0.022349	0.9204	NS
	3	0.240875	0.080292	3.3068	*
	45	1.092651	0.024281		
	63	1.668762			

261 %

A9. Valores del contenido de nitrógeno total (%) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	0.129	0.116	0.113	0.116	0.118
2	0.138	0.128	0.136	0.112	0.128
3	0.107	0.126	0.123	0.129	0.121
4	0.136	0.129	0.123	0.116	0.126
5	0.139	0.100	0.132	0.116	0.122
6	0.129	0.136	0.140	0.129	0.133
7	0.132	0.136	0.119	0.126	0.128
8	0.136	0.126	0.126	0.116	0.126
9	0.129	0.116	0.129	0.129	0.126
10	0.129	0.129	0.116	0.119	0.123
11	0.136	0.116	0.116	0.129	0.124
12	0.129	0.123	0.116	0.119	0.122
13	0.136	0.123	0.116	0.132	0.127
14	0.129	0.129	0.116	0.126	0.125
15	0.129	0.123	0.129	0.129	0.127
16	0.132	0.129	0.116	0.116	0.123

de varianza para los valores del nitrógeno total del suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	0.000763	0.000051	0.7781	NS
	3	0.000754	0.000251	3.8450	*
	45	0.002941	0.000065		
	63	0.004458			

.436 %

A10. Valores del contenido de calcio (%) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	29.76	27.31	27.94	26.70	27.93
2	30.30	26.70	27.94	27.31	28.06
3	30.76	29.30	28.56	26.07	28.68
4	30.32	27.94	27.31	26.06	27.91
5	27.81	27.31	26.70	26.70	27.13
6	30.79	27.31	27.94	27.31	28.34
7	30.79	27.31	28.56	25.45	28.03
8	30.79	27.94	27.31	25.45	27.87
9	28.31	27.94	27.31	27.31	27.72
10	31.08	27.94	27.31	25.99	28.08
11	31.79	27.94	27.94	27.31	28.74
12	30.30	27.94	27.31	26.07	27.90
13	30.79	22.97	27.31	27.31	27.10
14	27.24	27.31	27.31	27.94	27.45
15	30.30	27.31	26.70	40.27	31.14
16	27.94	27.31	27.94	26.07	27.32

de varianza para los valores de calcio en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	53.507813	3.567188	0.8556	NS
	3	73.925781	24.641928	5.9106	*
	45	187.609375	4.1690974		
	63	315.042969			

27 %

Iro A11. Valores del contenido de magnesio (%) para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	4.13	4.65	4.48	4.65	4.48
2	4.13	4.81	4.65	4.65	4.56
3	3.98	4.13	4.81	4.25	4.30
4	3.85	5.00	6.31	3.44	4.65
5	3.98	4.47	3.49	4.65	4.15
6	4.13	4.47	4.81	4.47	4.47
7	4.13	4.65	4.81	3.59	4.30
8	3.98	5.00	4.65	3.59	4.30
9	3.85	4.65	4.65	4.81	4.49
10	4.13	5.33	4.81	4.81	4.77
11	4.27	3.62	4.81	4.81	4.38
12	3.98	4.65	4.47	3.59	4.17
13	4.13	4.65	4.81	4.47	4.52
14	4.65	4.47	4.81	4.98	4.73
15	4.13	4.81	4.35	4.32	4.40
16	4.47	4.65	4.81	4.81	4.69

sis de varianza para los valores de magnesio en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
miento	15	2.153809	0.143587	0.7053	NS
ies	3	3.510620	1.170207	5.7483	*
	45	9.160889	0.203575		
	63	14.825317			

10.12 %

Iro A12. Valores del potencial de hidrógeno para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	7.88	7.88	7.90	7.79	7.86
2	7.88	7.92	7.88	7.83	7.88
3	7.80	7.88	7.91	7.88	7.87
4	7.80	7.93	7.91	7.78	7.86
5	7.89	7.89	7.80	7.82	7.85
6	7.86	7.91	7.91	7.80	7.87
7	7.99	7.85	7.80	7.75	7.85
8	8.02	7.88	7.82	7.80	7.88
9	7.89	7.95	7.85	7.78	7.87
10	7.90	7.92	7.80	7.83	7.86
11	7.92	7.90	7.93	7.78	7.88
12	7.96	7.90	7.81	7.82	7.87
13	7.96	7.90	7.83	7.80	7.87
14	7.91	7.94	7.86	7.79	7.88
15	7.92	7.94	7.82	7.82	7.90
16	7.89	7.89	7.91	7.84	7.88

sis de varianza para los valores del potencial de hidrógeno en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
miento	15	0.006348	0.000423	0.1801	NS
ies	3	0.104492	0.034831	14.8268	**
	45	0.105713	0.002349		
	63	0.216553			

0.616 %

adro A13. Valores de carbonatos totales (%) del suelo encontrados para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	59.17	65.47	61.59	62.08	62.08
2	67.90	61.59	59.17	68.38	64.26
3	68.87	67.90	59.17	57.71	63.41
4	62.08	67.41	66.44	61.59	64.38
5	62.08	60.14	58.68	73.72	63.66
6	67.43	67.90	54.54	65.47	63.26
7	72.75	60.14	67.41	61.11	65.35
8	58.71	58.20	59.17	58.21	58.57
9	67.90	57.51	62.08	73.23	65.18
10	62.08	67.90	60.62	63.02	63.41
11	65.47	60.62	60.62	73.23	64.99
12	67.90	61.59	59.17	58.20	61.72
13	64.02	65.47	60.62	74.69	66.20
14	58.68	55.29	61.11	71.78	61.72
15	66.44	65.96	65.47	67.90	66.44
16	62.08	58.55	58.68	54.80	58.52

lisis de varianza para los valores de los carbonatos totales en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	331.9375	22.129168	0.9882	NS
ques	3	191.28125	63.760418	2.8472	*
or	45	1007.75	22.394444		
al	63	1530.76875			

= 7.469 %

adro A14. Valores de la conductividad eléctrica (ds/m) del suelo encontrados para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	2.20	2.19	2.35	2.18	2.23
2	2.40	2.31	2.16	2.00	2.22
3	2.34	2.08	2.16	2.24	2.21
4	2.24	2.10	2.24	2.11	2.17
5	2.29	2.15	2.16	2.20	2.20
6	2.27	2.32	2.17	2.05	2.20
7	2.40	2.29	2.01	2.10	2.20
8	2.19	2.24	2.25	2.25	2.23
9	2.18	2.14	2.31	2.24	2.22
10	2.20	2.17	2.36	2.04	2.19
11	2.24	2.22	2.23	2.25	2.24
12	2.39	2.18	2.25	2.07	2.22
13	2.18	2.18	2.15	2.15	2.16
14	2.26	2.30	2.20	2.15	2.23
15	2.37	2.18	2.20	2.05	2.20
16	2.30	2.11	2.11	2.12	2.16

lisis de varianza para los valores de la conductividad eléctrica en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	0.033325	0.002222	0.2673	NS
ques	3	0.159424	0.053141	6.3936	**
or	45	0.374023	0.008312		
il	63	0.566772			

= 4.135 %

o A15. Valores de la capacidad de intercambio cationico (meq/100g) del suelo encontrados para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	22.21	26.69	28.20	29.19	26.57
2	25.09	28.46	29.97	27.94	27.87
3	22.56	25.82	26.95	28.46	25.95
4	23.37	28.46	25.70	26.69	26.06
5	24.74	26.05	29.83	30.44	27.77
6	23.58	26.22	28.06	30.96	27.21
7	23.46	27.47	28.47	30.82	27.56
8	26.22	29.22	27.82	27.94	27.80
9	24.71	25.44	27.21	27.21	26.14
10	24.71	24.71	29.19	30.56	27.29
11	22.72	30.44	29.19	28.46	27.75
12	24.71	24.45	24.60	28.06	25.46
13	23.72	28.80	29.19	28.58	27.57
14	25.96	25.96	25.44	30.82	27.05
15	27.57	26.95	29.67	29.11	28.32
16	24.83	25.96	29.19	26.69	26.67

is de varianza para los valores de la capacidad de intercambio cationico del suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
niento	15	6298.4375	419.895844	0.6869	NS
es	3	8367.1875	2789.0625	4.5626	**
	45	27507.8125	611.284729		
	63	42173.4375			

20.848 %

o A16. Valores del contenido de hierro (%) del suelo encontrado para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	0.70	0.73	0.65	0.60	0.67
2	0.73	0.68	0.70	0.75	0.72
3	0.75	0.63	0.70	0.70	0.69
4	0.63	0.68	0.65	0.63	0.65
5	0.68	0.70	0.65	0.68	0.68
6	0.70	0.73	0.65	0.70	0.70
7	0.73	0.78	0.63	0.63	0.69
8	0.50	0.58	0.65	0.70	0.61
9	0.63	0.65	0.65	0.73	0.67
10	0.68	0.58	0.65	0.80	0.68
11	0.78	0.40	0.70	0.70	0.65
12	0.60	0.68	0.63	0.73	0.66
13	0.71	0.75	0.72	0.73	0.73
14	0.85	0.55	0.65	0.75	0.70
15	0.70	0.70	0.68	0.73	0.70
16	0.76	0.75	0.68	0.73	0.73

s de varianza para los valores de hierro en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
niento	15	0.062891	0.004193	0.8453	NS
es	3	0.023834	0.007945	1.6018	NS
	45	0.223190	0.004960		
	63	0.309916			

10.331 %

o A17. Valores del contenido de zinc (ppm) del suelo encontrado para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	100	110	90	90	100
2	110	150	150	100	128
3	130	130	140	100	125
4	120	130	130	120	125
5	130	110	90	110	110
6	90	110	180	90	118
7	100	140	180	90	128
8	140	90	140	90	115
9	180	140	60	60	110
10	140	140	140	100	130
11	90	150	120	90	113
12	140	130	140	130	135
13	110	110	100	100	105
14	110	140	140	110	145
15	110	130	90	100	108
16	130	110	160	100	125

s de varianza para los valores de zinc en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	6298.4375	419.895844	0.6869	NS
s	3	8367.1875	2789.0625	4.5626	NS
	45	27507.8125	611.284729		
	63	42173.4375			

20.848 %

o A18. Valores del contenido de manganeso (ppm) del suelo encontrado para cada parcela experimental al final del ciclo.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	250	250	250	250	250.0
2	250	250	250	250	250.0
3	250	250	250	250	250.0
4	250	250	250	250	250.0
5	250	250	250	500	312.5
6	250	250	250	250	250.0
7	250	250	250	250	250.0
8	250	500	250	250	312.5
9	500	250	250	250	312.5
10	500	250	250	250	312.5
11	250	500	250	250	250.0
12	250	250	250	250	250.0
13	500	250	250	250	312.5
14	500	300	250	250	325.0
15	250	250	250	250	250.0
16	250	250	250	250	250.0

s de varianza para los valores de manganeso en el suelo.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	63086	4205.733398	0.7380	NS
s	3	20430	68810	1.1950	NS
	45	256445	5698.777832		
	63	339961			

7.529 %

A19. Valores del contenido de fósforo (%) encontrados en el análisis foliar.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	0.36	0.34	0.35	0.32	0.34
2	0.40	0.41	0.28	0.34	0.36
3	0.34	0.39	0.34	0.29	0.34
4	0.36	0.34	0.36	0.42	0.37
5	0.45	0.43	0.32	0.44	0.41
6	0.43	0.43	0.32	0.46	0.41
7	0.43	0.44	0.32	0.25	0.36
8	0.40	0.38	0.29	0.32	0.35
9	0.36	0.40	0.28	0.40	0.36
10	0.34	0.35	0.35	0.36	0.34
11	0.40	0.42	0.40	0.47	0.42
12	0.34	0.43	0.32	0.30	0.35
13	0.42	0.39	0.22	0.42	0.36
14	0.41	0.40	0.34	0.46	0.40
15	0.41	0.40	0.28	0.40	0.37
16	0.40	0.38	0.38	0.29	0.36

de varianza para los valores de fósforo foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
Tratamiento	15	0.042229	0.002815	1.2944	NS
	3	0.054399	0.018133	8.3370	**
	45	0.097875	0.002175		
	63	0.194502			

2.610 %

A20. Valores del contenido de potasio (%) encontrados en el análisis foliar

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	2.78	3.33	3.08	3.58	3.19
2	3.10	3.13	2.88	4.03	3.29
3	2.55	2.60	3.58	4.63	3.34
4	2.03	3.10	3.28	3.70	3.03
5	2.48	2.95	2.88	4.10	3.10
6	2.23	2.78	2.43	4.75	3.05
7	2.68	3.03	2.58	3.18	2.87
8	2.03	2.70	3.50	3.18	2.85
9	2.50	2.53	1.83	4.40	2.82
10	2.45	2.70	3.23	3.83	3.05
11	3.35	2.63	2.88	4.10	2.24
12	2.08	2.68	3.70	3.78	2.06
13	2.03	3.10	3.38	3.35	2.97
14	2.10	2.60	2.90	3.90	2.88
15	3.35	2.80	3.40	3.93	3.39
16	2.35	2.73	4.18	4.48	3.44

de varianza para los valores de potasio foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
Tratamiento	15	2.328186	0.155212	0.7270	NS
	3	17.848511	5.949503	27.8673	**
	45	9.607239	0.213494		
	63	29.783936			

1.927 %

o A21. Valores del contenido de calcio (%) encontrados en el análisis foliar

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	4.00	3.25	2.76	2.50	3.13
2	5.25	2.75	4.00	3.75	3.94
3	3.75	4.25	3.00	4.00	3.75
4	6.75	3.00	3.25	2.25	3.81
5	4.25	3.50	2.50	3.25	3.38
6	5.75	3.25	3.25	3.50	3.94
7	6.00	3.50	3.00	2.75	3.81
8	6.00	3.25	2.25	2.50	3.50
9	3.25	3.00	2.60	4.00	3.21
10	3.60	3.25	2.26	3.75	3.22
11	4.00	3.00	2.75	3.50	3.31
12	5.25	3.00	2.25	5.00	3.88
13	5.50	3.25	3.00	4.00	3.94
14	5.00	3.50	2.75	3.50	3.69
15	5.50	3.25	2.75	3.75	3.81
16	4.00	3.25	3.00	4.25	3.63

s de varianza para los valores de calcio foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
iento	15	4.966797	0.331120	0.6266	NS
s	3	36.852783	12.284261	23.24566	**
	45	23.779419	0.528432		
	63	65.598999			

0.078 %

A22. Valores del contenido de magnesio (%) encontrados en el análisis foliar

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	0.55	0.55	0.60	0.55	0.56
2	0.60	0.55	0.75	0.63	0.63
3	0.66	0.66	0.63	0.93	0.67
4	0.73	0.60	0.63	0.58	0.64
5	0.65	0.65	0.56	0.93	0.70
6	0.65	0.70	0.55	0.93	0.71
7	0.58	0.66	0.55	0.63	0.61
8	0.60	0.68	0.50	0.65	0.61
9	0.55	0.63	0.43	0.93	0.64
10	0.50	0.63	0.53	0.85	0.63
11	0.55	0.63	0.55	0.95	0.67
12	0.58	0.70	0.46	1.05	0.70
13	0.63	0.69	0.63	1.00	0.74
14	0.60	0.70	0.65	0.95	0.73
15	0.55	0.60	0.60	1.10	0.71
16	0.58	0.70	0.60	0.93	0.70

de varianza para los valores de magnesio foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	0.164352	0.010957	1.0070	NS
s	3	0.748543	0.249514	22.9330	**
	45	0.489607	0.010880		
	63	1.402502			

5.634 %

dro A23. Valores del contenido de hierro (%) encontrados en el análisis foliar

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	0.11	0.16	0.24	0.18	0.1725
2	0.13	0.14	0.30	0.24	0.2025
3	0.13	0.30	0.30	0.21	0.2350
4	0.16	0.13	0.24	0.28	0.2025
5	0.19	0.14	0.13	0.21	0.1675
6	0.13	0.13	0.23	0.23	0.1800
7	0.13	0.19	0.11	0.28	0.1775
8	0.13	0.11	0.25	0.33	0.2050
9	0.21	0.13	0.10	0.21	0.1625
10	0.33	0.11	0.33	0.28	0.2625
11	0.16	0.13	0.34	0.25	0.2200
12	0.13	0.14	0.23	0.26	0.1900
13	0.14	0.15	0.31	0.16	0.1900
14	0.13	0.14	0.26	0.19	0.1800
15	0.13	0.15	0.34	0.25	0.2175
16	0.13	0.18	0.23	0.21	0.1875

sis de varianza para los valores de hierro foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	0.042460	0.002831	0.8552	NS
ues	3	0.124329	0.041443	12.5208	**
r	45	0.148946	0.003310		
l	63	0.315735			

= 29.199 %

dro A24. Valores del contenido de zinc (ppm) encontrados en el análisis foliar

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	80	80	80	80	80
2	80	80	80	80	80
3	100	80	100	80	90
4	100	80	100	80	90
5	80	80	80	50	73
6	100	100	80	80	90
7	100	80	100	50	83
8	100	80	50	50	70
9	100	100	50	80	83
10	80	80	50	80	73
11	80	80	80	80	80
12	100	80	50	100	83
13	130	80	50	50	78
14	80	80	50	80	73
15	100	100	50	50	75
16	100	100	80	80	90

sis de varianza para los valores de zinc foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
amiento	15	2860.9375	190.729172	0.7753	NS
ues	3	6154.6875	2051.5625	8.3394	**
r	45	11070.3125	246.006943		
l	63	20085.9375			

= 19.492 %

o A25. Valores del contenido de manganeso (ppm) encontrados en el análisis foliar.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	130	250	130	250	190
2	130	130	250	250	190
3	250	250	130	130	190
4	250	130	130	130	160
5	250	130	250	250	220
6	250	130	130	130	160
7	250	250	130	130	190
8	250	250	130	130	190
9	250	130	130	250	190
10	130	130	250	250	190
11	250	130	250	250	220
12	250	130	130	250	190
13	130	250	130	250	190
14	250	250	130	250	220
15	130	130	130	250	160
16	250	130	130	250	190

sis de varianza para los valores de manganeso foliar.

	G.L	SC	CM	F	S
miento	15	21600	1440	0.3711	NS
es	3	34200	11400	2.9381	*
	45	174600	3880		
	63	230400			

32.784 %

ro A26. Valores del peso de 100 semillas tomadas al azar por parcela experimental.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	29.36	31.43	29.21	31.46	30.40
2	30.76	32.43	32.26	30.29	31.40
3	30.56	29.13	31.56	29.91	30.30
4	29.33	30.96	28.33	30.00	29.70
5	29.96	30.06	31.60	29.63	30.30
6	29.83	31.96	29.31	30.96	30.50
7	30.43	30.33	31.73	29.80	30.60
8	27.80	30.16	31.30	30.33	29.90
9	32.33	31.66	32.33	27.69	31.00
10	31.93	32.12	29.76	26.56	30.10
11	26.99	32.96	27.53	30.46	29.50
12	29.12	29.48	30.46	29.06	29.50
13	29.46	31.26	30.66	27.10	29.60
14	30.06	31.96	32.00	28.80	30.70
15	31.66	32.16	30.93	26.17	30.20
16	28.53	31.60	30.90	27.13	29.50

sis de varianza para los valores del peso de 100 semillas.

	G.L	SC	CM	F	S
miento	15	19.359375	1.290625	0.5732	NS
es	3	41226563	13.742188	6.1034	*
	45	101.320313	2.251563		
	63	161.90625			

4.97 %

A27. Valores de vainas por planta de cada parcela experimental.

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	56.40	57.60	43.40	43.40	50.20
2	51.60	37.20	56.06	43.00	47.00
3	48.20	53.60	46.00	30.00	44.50
4	52.08	55.60	42.40	53.80	51.00
5	57.20	30.20	34.80	25.80	37.00
6	64.00	41.40	39.08	49.00	48.40
7	62.60	49.80	47.80	29.40	47.40
8	27.60	50.20	48.20	28.20	38.60
9	61.00	42.00	40.40	38.60	45.50
10	22.20	47.20	40.20	49.60	39.80
11	66.80	63.60	47.00	46.00	55.90
12	49.80	35.60	39.00	41.40	41.50
13	46.80	62.20	38.00	42.60	47.40
14	22.20	47.80	21.80	36.60	32.10
15	40.40	37.12	44.80	32.20	38.63
16	30.60	27.18	32.80	51.00	35.40

de varianza para los valores de vainas por planta.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	2509.023438	167.268234	1.6189	NS
	3	624.804688	208.268234	2.0157	NS
	45	4649.554688	103.323441		
	63	7783.382813			

3.233%

A28. Valores de semillas por vaina de cada parcela experimental

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	4.02	3.08	3.98	3.98	3.76
2	3.55	3.79	4.03	3.86	3.80
3	4.25	3.07	3.79	5.93	4.26
4	3.69	3.89	4.00	3.76	3.84
5	3.92	3.96	4.27	3.75	3.98
6	4.15	3.75	3.73	3.77	3.85
7	4.07	4.27	3.84	3.97	4.04
8	3.78	3.94	4.19	3.95	3.97
9	4.26	4.58	4.80	4.90	4.64
10	4.09	4.74	3.55	4.04	4.11
11	3.97	4.44	4.89	4.28	4.40
12	4.02	4.66	3.98	4.20	4.22
13	3.83	4.05	3.71	2.42	4.00
14	4.96	3.46	3.55	3.60	3.89
15	3.39	3.18	4.26	4.34	3.79
16	4.44	3.95	3.32	3.60	3.83

de varianza para los valores semillas por vaina.

	G.L	SC	CM	F	S
ento	15	4.639893	0.309326	1.1439	NS
	3	0.101440	0.022813	0.1250	NS
	45	12.168701	0.270416		
	63	16.910034			

3.029 %

3. Valores de semillas por planta de cada parcela experimental

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	254.0	178.4	172.8	172.8	194.50
2	229.8	141.0	228.4	166.0	191.30
3	205.2	165.0	174.6	178.0	180.70
4	195.0	216.8	169.8	208.0	197.42
5	224.4	119.8	148.6	96.8	147.40
6	266.0	155.4	148.6	155.4	181.35
7	255.2	213.0	183.06	117.0	192.07
8	104.4	198.0	160.4	114.0	144.20
9	260.2	192.4	194.0	189.2	208.95
10	191.0	223.8	142.8	200.6	189.55
11	265.4	282.4	230.0	111.4	222.30
12	200.4	162.2	155.6	174.2	174.10
13	179.4	252.4	141.2	188.4	190.35
14	110.2	165.6	107.6	132.0	128.85
15	239.0	118.4	172.0	139.8	167.30
16	136.0	100.4	109.0	184.0	132.35

varianza para los valores de semillas por planta.

	G.L	SC	CM	F	S
15		44114.5	2940.966553	1.8584	NS
3		22780.75	7593.583496	4.7985	NS
45		71212.125	1582.491699		
63		138107.375			

32 %

3. Valores de rendimiento (ton/ha)

BLOQUES

Tratamiento	I	II	III	IV	Media
1	3.351	3.386	3.444	3.077	3.317
2	3.039	3.445	3.782	3.003	3.372
3	2.806	2.295	3.087	2.782	2.742
4	3.554	3.445	2.633	2.731	3.090
5	3.779	2.848	2.975	2.990	3.150
6	3.968	3.829	3.319	3.504	3.655
7	3.522	3.514	3.529	3.365	3.482
8	2.870	2.681	3.087	2.766	2.851
9	2.275	3.261	3.460	2.965	3.102
10	2.766	3.131	2.350	2.808	2.763
11	3.623	3.401	2.231	2.234	2.872
12	3.587	2.755	2.541	1.956	2.709
13	3.276	3.207	3.166	1.839	2.872
14	2.308	3.677	2.158	1.667	2.452
15	3.567	1.995	3.397	2.715	2.918
16	2.966	3.457	2.193	2.837	2.862

varianza para los valores de rendimiento.

	G.L	SC	CM	F	S
15		5.956909	0.397127	1.8935	*
3		2.632690	0.877563	4.1841	*
45		9.438110	0.209736		
63		18.027710			

1 %