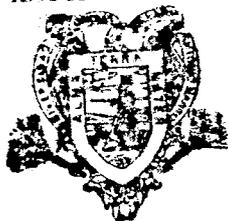


EFFECTO DE LAS SUSTANCIAS HUMICAS EN EL CULTIVO DE PAPA

(*Solanum tuberosum* L.) Y RABANO (*Raphanus sativus*).

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



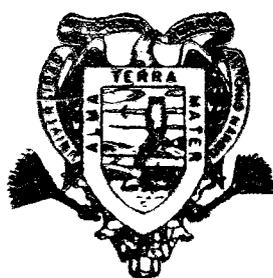
BIBLIOTECA

HIROSHI ISAKI

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

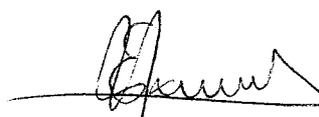
Buenavista, Saltillo, Coah.

JULIO DE 1995

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular
de Asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener
el grado de :

MAESTRO EN CIENCIAS EN SUELOS

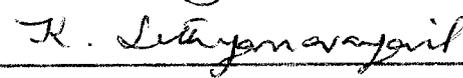
COMITE PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL: 

Dr. EDUARDO A. NARRO FARIAS

ASESOR: 

M.C. JAVIER S. SILVEYRA MEDINA

ASESOR: 

Dr. SATHYANARAYANAIAH KURUVADI



Dr. JESUS MANUEL FUENTES RODRIGUEZ
Subdirector de Postgrado

Buenavista Saitillo, Coahuila, Junio de 1995

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Relaciones Exteriores por el apoyo económico brindado durante mi estancia en la Universidad, especialmente al Lic. Marquez por sus gestiones para ver realizada esta meta.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ella, especialmente al Dr. José M. Fernández Brondo y Dr. Eduardo A. Narro Farías.

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías por su brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, así como por su valiosa colaboración y dirección con sus conocimientos y experiencia, también por la confianza al encomendarme este este trabajo.



Al Ing. M.C. Javier S. Silveyra Medina por ayudarme a superar mis dificultades y por formar parte de mi Comité Particular de Asesoría.

Al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi por participar como parte del comité de asesoría de mi tesis y revisión de la misma.

Al Ing. M.C. Fernando Borrego Escalante por aceptar darme su apoyo como asesor.

A los Ingenieros Pedro Recio del Bosque, Tomás Gaytan Muñiz
Ing. M.C. Regino Morones Reza por apoyarme en las tareas encomendadas
por brindarme su amistad.

Al Ing. Eric Torres Vázquez por sus sugerencias y asesoría brindada
en la realización de este trabajo así como también por el apoyo de sus consejos
amistad incondicional brindada.

Al Ing. Guadalupe Rios Dominguez por su corrección de artículos y po
adentarme siempre.

Al Lic. Myrna Rojo Sotelo por su revisión en mi trabajo y por su
aportación para lograr algo mejor.

A las laboratoristas Lucía e Idalia por compartirme su cariño y por su
gran ayuda en el laboratorio.

A Lili, Chayito, Joel, Fina y Don Panchito por toda su ayuda y gran
amistad.

A los maestros y compañeros , Muchísimas Gracias.....

DEDICATORIA

A mis padres:

Etsuko Isaki

Fukunori Isaki

Como muestra de agradecimiento por su apoyo en todas las decisiones, por su comprensión ante mis tropiezos, por sus interminables consejos y sobre todo por ser tan unidos y creer en mí.

Gracias por que con todo ello he logrado terminar mis estudios de maestría.

A mis amigos:

**Germán, Alicia, Eric, Esther, Alamilla, Marisol, Chiquis, Idalia Lucía
Pepe, Raúl, Carmen, Esperanza, Daniel y Don Jesus.**

Ustedes son lo más valioso de mi corazón.

COMPENDIO

Efecto de las sustancias húmicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y rábano (*Raphanus sativus*).

POR

HIROSHI ISAKI

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JULIO DE 1995.

Dr. EDUARDO A. NARRO FARIAS

—ASESOR—

Palabras claves: Sustancias húmicas, papa, rábano.

Los objetivos principales fueron: mejorar las características físicas y químicas del suelo y el crecimiento del cultivo e incrementar el rendimiento de los cultivo de papa y rábano, mediante el uso de sustancias húmicas y fertilizante químico y la evaluación del efecto con diferentes productos y dosis de sustancias húmicas.

La aplicación de las sustancias húmicas favorecieron algunas de las características físicas y químicas del suelo en el cultivo de papa.

El HP con la dosis de 120 kg/ha dió una mayor concentración de los nutrimentos en la planta y así también fue el que tuvo mejor desarrollo de planta de papa.

El cultivo de rábano que tuvieron el mejor rendimiento fueron los tratamientos que se les aplicaron HS con 120 kg/ha y HG con 120 kg/ha en primera y segunda categoría.

ABSTRACT

Effect of humic substances in the potato (*Solanum tuberosum* L.) and radish (*Raphanus sativus*) crops.

BY

**HIROSHI ISAKI
MASTER DEGREE
SOILS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JULY, 1995.**

Ph.Dr. EDUARDO A. NARRO FARIAS --ADVISER--

Key words: Humic substances, potato, radish.

The main objectives were: to improve some of the physical and chemical characteristics of soil and the growth of crop, and to increase yield of the crop of potato and radish by use of humic substances and chemical fertilizer, and to evaluate the effect of different products and dose of humic substance.

The application of the humic substances improved some of the physical and chemical characteristics of soil in the crop of potato.

The HP with dose of 120 kg/ha gave the better concentration of the nutrients in the plant and also got better development of plant of potato.

The better yield were HS with 120 kg/ha and HG with 120 kg/ha in the first and second class.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURA.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
GENERALIDAD DEL CULTIVO DE PAPA.....	3
GENERALIDAD DEL CULTIVO DE RABANO.....	8
SUSTANCIAS HUMICAS.....	8
ORIGEN DEL HUMICAS.....	8
CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL HUMUS...	10
LA FUNCION Y EL EFECTO DEL HUMUS.....	13
LOS ACIDOS HUMICOS.....	18
MATERIALES Y METODOS.....	21
TRABAJO EN PAPA	
LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	21
CLIMA.....	21
ANALISIS FISICO-QUIMICAS DEL LOTE	
EXPERIMENTAL	21
DESCRIPCION DE MATERIALES.....	22
DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO	
EXPERIMENTAL.....	23
TAMAÑO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.....	24
CRONOLOGIA DEL EXPERIMENTO.....	24

EVALUACION DE TRATAMIENTOS.....	26
TRABAJO EN RABANO	
LOCALIZACION	27
CLIMA.....	28
ANALISIS FISICO-QUIMICAS DEL LOTE	
EXPERIMENTAL.....	28
TAMAÑO DE LA PARCELA EXPERIMENTAL.....	29
CRONOLOGIA DEL EXPERIMENTO.....	29
EVALUACION DE TRATAMIENTOS.....	30
METODOS DE ANALISIS DE LOS DATOS TOMADOS.....	31
RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
PAPA	
CARACTERISTICA FISICOS-QUIMICAS DEL SUELO.....	33
DENSIDAD APARENTE.....	34
DENSIDAD DE SOLIDOS.....	34
ESPACIO POROSO.....	35
pH.....	35
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE).....	36
MATERIA ORGANICA (M.O.).....	36
CARBONATOS TOTALES.....	36
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	37
ANALISIS DE LAS PLANTAS.....	37
NITROGENO EN EL SUELO Y EN LA PLANTA.....	40
FOSFORO EN EL SUELO Y EN LA PLANTA.....	41
POTASIO EN EL SUELO Y EN LA PLANTA.....	43
LOS NUTRIMENTOS EN LA PLANTA.....	44

DESARROLLO DE LAS PLANTAS.....	49
PRODUCCION DE MATERIA SECA.....	51
RABANO	
CARACTERISTICA FISICA-QUIMICA DEL SUELO.....	51
DESARROLLO DE PLANTAS.....	53
LOS RENDIMIENTOS.....	53
MATERIA SECA DE LA HOJA.....	55
CONCLUSIONES.....	56
RESUMEN.....	58
LITERATURA CITADA.....	59
APENDICE.....	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3.1. Características físico-químicas del suelo inicial con una profundidad de 0-30cm. Huachichil, Coah.....	22
3.2. Parámetros evaluados del suelo y plantas (papa).....	26
3.3. Características físico-químicas del suelo inicial con una profundidad de 0-20cm. Alamo, Coah.....	28
3.4. Parámetros evaluados del suelo y plantas (rábano).....	30
4.1. Resultados de los análisis físico-químicas del suelo.....	33
4.2. Resultados de los análisis químicos del suelo.....	34
4.3. Análisis de los macronutrientos en la hoja de papa	38
4.4. Análisis de los micronutrientos en la hoja de papa	38
4.5. Contenido de los macronutrientos en la planta (hoja).....	39
4.6. Contenido de los micronutrientos en la planta (hoja).....	39
4.7. Promedios de características de crecimiento de planta de papa.....	50
4.8. Promedios de características de desarrollo de planta de papa..	50
4.9. Resultados de los análisis físico-químicas del suelo.....	52
4.10. Resultados de los análisis químicos del suelo.....	52
4.11. Rendimiento de raíz de rábano.....	53
4.12. Materia seca de la hoja del rábano.....	55

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
4.1. Comportamiento del nitrógeno en el suelo y en la planta.....	40
4.2. Comportamiento del fósforo en el suelo y en la planta.....	42
4.3. Comportamiento del potasio en el suelo y en la planta.....	43
4.4. Comportamiento de los nutrimentos N, K y Ca en las hojas de los diferentes tratamientos.....	44
4.5. Comportamiento de los nutrimentos P, Mg y Mn en las hojas de los diferentes tratamientos.....	45
4.6. Comportamiento de los nutrimentos Fe, Cu y Zn en las hojas de los diferentes tratamientos.....	45
4.7. Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Fe en las hojas.....	47
4.8. Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Cu en las hojas.....	48
4.9. Comportamientos de los carbonatos totales en el suelo y Zn en las hojas.....	48
A.1. Distribución de los tratamientos.....	62

INTRODUCCION

En la región papera de los estados de Coahuila y Nuevo León, el cultivo de la papa ocupa un lugar importante en superficie de siembra con alrededor de 1000 ha/año, por lo que esta hortaliza tiene una importancia social y económica muy significativa en la zona, ya que genera un gran número de jornales así como ingresos en el sector agrícola.

El rendimiento potencial de la papa es superior a las 100 ton/ha, si se mantiene al cultivo libre de estrés; en algunas regiones de Japón alcanza un rendimiento promedio de 50 ton/ha, pero en el caso de la región de Coahuila y Nuevo León, el promedio alcanzado varía entre 30 y 40 ton/ha, en la mayoría de los agricultores. Para alcanzar altos rendimientos, los productores de esta región utilizan cantidades muy altas de fertilizante, con muy baja eficiencia, alto costo y problemas adicionales que se generan en el suelo por la aplicación, en ocasiones de más de 4 ton/ha de productos fertilizantes.

Hace muchos años varios investigadores mencionaron que la materia orgánica puede mejorar la calidad agrícola del suelo, y elevar la eficiencia de los fertilizantes empleados, pero si no se aplica correctamente también puede generar efectos perjudiciales al cultivo. Narro (1994) menciona que desde hace miles de años se conocen las bondades del uso de la materia orgánica en los suelos agrícolas, en apoyo a la producción de cultivos, pero fue hasta el siglo XVII cuando se reconoció la importancia de las sustancias húmicas.

Muchos investigadores coinciden en que las sustancias húmicas fortalecen crecimiento de las plantas por acciones directas sobre ellas, en su fisiología e indirectamente a través de cambios generados en las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Actualmente existen muchos productos agrícolas comerciales que contienen sustancias húmicas, las cuales varían en su composición y en la tecnología desarrollada para su uso. En este trabajo de investigación se estudiaron dos de estos productos, en su efecto sobre el cultivo de papa establecido en Arteaga, Coahuila, y el trabajo se complementó con un estudio similar con los mismos productos en el cultivo de rábano.

Hipótesis

Las sustancias húmicas mejoran las propiedades físicas y químicas en el suelo, favorecen la nutrición y desarrollo de las plantas de papa y de rábano, y generan incrementos en el rendimiento del cultivo.

Objetivos

Mejorar las características físicas y químicas del suelo y el crecimiento del cultivo e incrementar el rendimiento de los cultivos de papa y rábano, mediante el uso de sustancias húmicas en mezcla con el fertilizante químico .

Evaluar el efecto de diferentes productos y dosis de sustancias húmicas.

REVISION DE LITERATURA

Generalidad del cultivo de papa

Clasificación taxonómica

La papa pertenece al género *Solanum* L., subgénero *Potatoe* (G. Don.) D'Arcy. El subgénero abarca varias secciones, las papas cultivadas y silvestres se ubican en la Sección *potato* Dumort (Sección *Potatoe* (G. Don.) Walp., Sección *Tuberarium* (Don) Bitt.) y Subsección *Potatoe* G. Don. (Subsección *Hyperbasarthrum* Bitt., Subsección *Tuberarium* Dun.) D'Arcy, 1972).

Condiciones ambientales

Temperatura

Durante su crecimiento, el cultivo de papa requiere variación en la temperatura ambiental. Durante el desarrollo de los tubérculos es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20 °C. Especialmente en regiones más calientes es esencial que las noches sean frescas, para ayudar a la inducción de la tuberización de los tallos.

Montaldo (1984) indica que un gran número de hojas se forma a alta temperatura, comparado con las formadas a baja temperatura; las hojas en general tienen hojuelas más grandes y son más lisas a bajas temperaturas.

Suelo

La papa se adapta a una gran variedad de suelos siempre que estos posean una buena estructura y un buen drenaje.

Montaldo (1984) menciona que los mejores suelos para papas son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25 - 30 cm. Los suelos muy arenosos no son retentivos de humedad y por esto requieren riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas.

La papa se produce mejor en suelos con pH 5.0 a 5.4. Sobre pH 5.4, en suelos largamente cultivados con papa, se tiene el problema del ataque del organismo que provoca la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos.

Parsons (1982) dice que la cantidad de materia orgánica debe ser superior a 2 por ciento como mínimo, para que el suelo no forme costras.

Riego

El cultivo de la papa requiere, para producir buenos rendimientos, que el suelo se mantenga en un nivel adecuado de humedad durante su desarrollo. Esto no siempre puede ocurrir ya que el área ocupada por este cultivo depende preferentemente de las lluvias para obtener su humedad (siembras de secano o temporal).

El Servicio Shael para el Agricultor en 1967 recomendó para los cultivos de papas realizados en el estado Aragua, Venezuela, bajo condiciones tropicales calientes, que en el primer período de crecimiento de la papa se riegue en forma ligera cada 4 - 5 días, ya que las raíces de las plantas no pasan de la capa 0 - 20 cm del suelo. Cuando las plantas son adultas las raíces llegan a 30 - 40 cm y se distribuyen en forma irregular; en estas circunstancias se recomienda el riego a intervalos de una semana. El consumo de agua en la citada región está entre los 12 - 14 cm de lámina mensual.

Las plantas de papa necesitan una provisión continua de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm. Para poder sembrar, se necesita un tiempo seco a través del cual se prepara la tierra y se efectúa la siembra. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere sólo poca agua; pero después, y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Para facilitar la cosecha, el suelo debe estar seco.

Preparación del terreno

El arado inicial del suelo depende de si anteriormente el terreno fue un pastizal o un cultivo de cereales, y necesita en este caso limpiarse de rastrojo. Cuando la tierra contiene muchas malas hierbas, la labor de arado preliminar debe ser de unos 10 cm de profundidad para arrancárselas. Si la población de malezas es excesiva, es más importante que el arado del suelo se haga durante buen tiempo, y no esperar hasta las operaciones de limpieza del otoño.

El tiempo para la labor principal de arado depende del tipo y condición del suelo. En suelos duros o densos el trabajo se debe terminar a mediados de diciembre, para permitir que haya tiempo suficiente y el suelo se intemperice. En suelos ligeros la faena se puede retrasar hasta enero o febrero. Rara vez se necesita una labor de desfonde, y es suficiente alcanzar una profundidad de 20 a 25 cm, rara vez 30, en la mayoría de los suelos.

Requerimientos de nutrimentos

Fertilización

La fertilización del suelo es un factor muy importante en la producción de papas por ser éste un cultivo de rápido desarrollo. La fertilidad resulta del abonado racional y buen manejo del suelo, que incluye prácticas culturales, rotación de cultivos y control de la erosión.

Montaldo (1984) menciona que la papa es un cultivo energético pues su materia seca total se constituye de un 75 - 80 por ciento de carbohidratos. La síntesis de estos carbohidratos requiere la presencia de los elementos mayores N-P-K, además de Ca, S, Fe, Zn, Cu, B, Mn, y Mg y enzimas específicas.

El cultivo de papa necesita tener disponible gran parte del N en su primer desarrollo para la producción de tallos y hojas. De acuerdo a las observaciones de Kushizaki (1975) la absorción de N se continúa con el desarrollo de los tubérculos.

Smith y Nash (1940) encontraron en el Estado de Nueva York que la aplicación de 60 kg/ha de N en una fórmula completa produjo tubérculos maduros más altos en materia seca total que cuando se usan 120 kg/ha.

El fósforo se absorbe como ion monovalente H_2PO_4 , y de acuerdo a Gargantini *et al.* (1963) la mayor cantidad de fósforo se presenta en los tubérculos y después en las hojas y en los tallos. A los 40 días la planta de papa ya absorbió el 80 por ciento del total del fósforo de los órganos aéreos y subterráneos hacia los tubérculos. Puesto que el fósforo no se lixivia y el cultivo lo requiere especialmente en su primer desarrollo, se recomienda que este elemento esté disponible a la planta desde el inicio de su desarrollo.

El potasio se absorbe como ion K^+ , tiene gran importancia en el metabolismo de la planta y en especial en la fotosíntesis y en la translocación de azúcares.

Gargantini *et al.* (1963) señala que entre los órganos vegetativos las hojas contienen la mayor cantidad de potasio; después están los tallos y las raíces. Ellos observaron que después de los 50 días de ciclo, cuando aumenta el ritmo de formación de los tubérculos, éstos pasan a tener la mayor proporción del potasio. De los elementos fertilizantes el potasio es el que se absorbe en mayor cantidad.

Generalidad del cultivo de rábano (*Raphanus sativus*)

Pierce (1987) reporta que el origen del rábano es el país de China. Messiaen (1979) indica que del rábano se cosecha la parte inferior, tuberizada, correspondiente al hipocotilo y a la parte superior de la raíz principal.

El rábano se puede producir durante todo el año, con cultivos y riegos adecuados. Los suelos más apropiadas son francos, con suficiente materia orgánica, y facilidades para el riego (Ogden, 1983). El óptimo rango de pH es de 6 a 6.5, y su fertilización con 1120 kg/ha del componente 1-1-1 ó 1-2-2.

Pierce (1987) cita que el crecimiento del rábano es muy rápido, de tres a seis semanas, según la variedad. Splittstoesser (1992) dice que se necesitan alrededor de 50 g de semilla para sembrar de 50 a 60 m lineales de rábano; se siembra con una profundidad de 4 y 40 cm de distancia entre hilera e hilera.

Sustancias húmicas

Origen del humus

La palabra "humus" se utiliza con diferentes significados por la persona, o sea, quiere decir, totalidad de la materia orgánica en la superficie y dentro del suelo, excepto en los seres vivos, y por otro lado se fija el significado de la palabra como los compuestos poliestructurales que dan color oscuro y la amorfía.

Narro (1994) menciona que el humus es la parte de la materia orgánica más resistente a la descomposición rápida por microorganismos del suelo, compuesta principalmente por lignina, aminoácidos, carbohidratos, celulosa, hemicelulosa, grasas, ceras, resinas y otros compuestos.

Forth (1985) define como humus a la materia orgánica que ha sufrido una descomposición considerable y es resistente a alteración posterior.

El material que por lo común se llama humus comprende a la masa de residuos vegetales que están en descomposición, junto con las sustancias celulares sintetizadas y, por tanto, es mejor referirse al humus no como a un grupo individual de sustancias, sino más bien a un estado de la materia que es diferente en condiciones variables de formación.

Ortiz (1987) define que el humus es la fracción activa de la materia orgánica del suelo. Para los suelos agrícolas se define como la porción bien descompuesta y estabilizada de la materia orgánica del suelo.

Cepeda (1991) dice que se denomina humus a la materia orgánica amorfa existente en el suelo -procedente de diversos organismos- de color generalmente oscuro. Entran a formar parte del humus compuestos difícilmente atacables por los microorganismos, sobre todo la lignina, pero también grasas, ceras, hidratos de carbono y componentes proteicos que, convertidos en polímeros, resultan difíciles de definir químicamente.

Yoshida (1981) menciona que cuando el resto de los seres vivos se descomponen en el suelo se producen diversas sustancias de descomposición

intermedia y luego estas reaccionan condensadas y forman los compuestos de unidades poliestructurales complejos.

MacCarthy *et al.* (1990) mencionan que el término sustancias húmicas se refiere a una mezcla operacionalmente definida y heterogénea de materiales orgánicos. No se pueden clasificar en cualquiera de las categorías descritas tales como proteínas, polisacáridos o polinucleótidos. Las sustancias húmicas se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas.

Bolt *et al.* (1980) dice que el último producto de las plantas descompuestas del suelo se llama con frecuencia humus. La humificación es un proceso en el cual las sustancias originales se descomponen hasta unidades estructurales tales como azúcares, aminoácidos, fenoles y lignina que luego recomponen nuevamente en forma desordenada.

Características y propiedades del humus

Narro (1994) señala que el humus puede contener alrededor de una tercera parte de ácidos húmicos y sustancias relacionadas, y dos terceras partes de huminas, o restos de materia orgánica no transformada. Sólo una pequeña parte de las sustancias húmicas se encuentra libre, la mayoría está unida a los minerales del suelo.

Foth (1985) menciona que el humus es prácticamente insoluble en agua, aunque una parte puede formar suspensiones coloidales en agua pura. En gran parte es soluble en álcali diluido y algunos de los constituyentes del humus se pueden disolver en soluciones ácidas.

Yoshida (1981) dice que el humus tiene las siguientes características:

-Es un polvo de color oscuro que no se cristaliza.

-Sus unidades poliestructurales se componen principalmente de C, H, O, N y una estructura malla de carbón con un anillo aromático con grupos -OH, -OCH₃, -COOH. La formación de éstos, refleja las condiciones del suelo dando diferentes características a cada suelo.

-Es muy estable química y biológicamente, y descomposición y su polimeria se da poco a poco en la naturaleza.

Narro (1994) menciona que aproximadamente, el 56 por ciento del humus es carbón, el 35 por ciento es oxígeno, el 3.5 por ciento es hidrógeno y tiene, casi siempre una relación C/N ligeramente mayor a 10/1, y su relación C/P y C/S es cercana a 100/1. La coloración del humus es casi negra y existen varios tipos de este material; de acuerdo al tipo de material descompuesto y medio ambiente, se pueden formar diferentes tipos de humus. El humus tiene una capacidad de intercambio catiónico, medida a un pH de 7.0 es del orden de 150 a 450 meq/100g, la cual es superior a la densidad de la carga de los coloides inorgánicos. Poseen energía química en sus moléculas, la cual utiliza la planta cuando las absorbe y digiere.

Foth (1985) dice que una de las propiedades más importante y característica del humus es su contenido de nitrógeno, que de ordinario varía del 3 al 6 por ciento, aunque con frecuencia la concentración de nitrógeno puede ser mayor o menor que esas cifras. El contenido de carbono es menos variable y en general se estima en un 58 por ciento. Otra propiedad importante del humus es su elevada capacidad de intercambio de cationes. El humus absorbe grandes

cantidades de agua y muestra las propiedades de expansión y contracción. El humus también es una reserva importante de fósforo y azufre. La proporción de C:N:P:S en el humus es de alrededor de 100 a 120:10:1:1.

Fitzpatrick (1984) menciona que el humus tiene capacidad para absorber grandes cantidades de agua, y aumentar con ello la capacidad de retención de agua de los suelos. El humus del suelo al parecer se forma principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo, con amplias variaciones de cada elemento de un suelo a otro, pero en suelos agrícolas la proporción de C:N:S:P de alrededor de 100:10:1:2.

Ortiz (1987) dice que la relación C/N del humus agrícola es relativamente constante con valores de 10:1 a 12:1. El humus consiste de 3 principales grupos compuestos orgánicos: lignina modificada la cual es muy resistente a la descomposición microbiana; las proteínas que están protegidas por la lignina y arcilla y los polirónidos que son sintetizados por organismos del suelo. El humus es altamente coloidal como la arcilla pero es amorfo y no cristalino. El área superficial y capacidad adsorptiva del humus es mucho mayor que la de la arcilla. El humus tiene una CIC de 150 a 300 meq. El humus es de color negro.

Yahata (1975) señala que las sustancias húmicas se electrizan en forma negativa y su función es la de adsorber los cationes. En el caso de las sustancias húmicas no hay sustitución de la misma forma, se cree que la fuente de la generación de carga negativa es la ionización de H de los grupos carboxilo (COOH) o los grupos hidroxilo fenólicos (C₆H₅-OH).

Bolt *et al.* (1980) señalan que la estructura de humus puede ser un compuesto polímero cuyo grupo funcional ramifica en forma espiral. Este espiral puede formarse como quiera. Por ejemplo se adsorbe con minerales arcillosos en forma extendida. Si fuera en forma espiral las sustancias podrían entrar y salir al interior, ya que se tiene gran superficie tanto en el espacio interior como el exterior.

Tisdale *et al.* (1987) dicen que la materia orgánica del suelo o humus contiene grupos carboxilos reactivos, fenólicos y aminos que son capaces de ligar iones H^+ .

MacCarthy (1990) define que el término sustancias húmicas es frecuentemente aplicado a otros materiales orgánicos de naturaleza no específica. Las sustancias húmicas pueden ser operacionalmente definidas como sigue: una categoría de sustancias orgánicas presentes en la naturaleza, heterogéneas que pueden generalmente ser caracterizadas como amarillas a negras en color, de alto peso molecular y refraccionable.

La función y el efecto del humus

Narro (1994) dice que los principales efectos generales directos e indirectos sobre características de los suelos agrícolas son:

- Mejoran la estructura.
- Reducen la densidad aparente y de partículas sólidas.
- Reducen compactación y facilita el laboreo.
- Incrementan la disponibilidad de la humedad del suelo.

- Reducen la resistencia del suelo a la penetración de raíces.
- Reducen formación de costras y grietas.
- Oscurecen en color.
- Acidifican ligeramente y luego incrementa la acción buffer.
- Incrementan la capacidad de intercambio catiónico. ✓
- Aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes del suelo. ✓
- Quelatan algunos nutrientes catiónicos. ✓
- Desbloquean compuestos insolubles de fósforo.
- Aceleran la mineralización de nutrientes inmovilizados.
- Incrementan la población de microorganismos aeróbicos saprófitos.
- Fijan amonio y reducen la desnitrificación.
- Afectan la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de muchos pesticidas.

Y también menciona que los efectos generales sobre características de muchas plantas cultivadas sin limitaciones importantes de agua.

- Favorecen la germinación de semillas y emergencia de plántulas.
- Se estimula la división celular y desarrollo de meristemas.
- Incrementa la permeabilidad de las membranas vegetales.
- Actúan como pseudo reguladores de crecimiento.
- Incrementan la densidad de raíces.
- Incrementan la asimilación de nutrientes vía radical y foliar.
- Mejoran el transporte de nutrientes en la planta.
- Aceleran la fotosíntesis total y neta y la respiración.
- Activan y estabilizan algunas enzimas.
- Estimulan los procesos de utilización de nutrientes.

- Incrementa la producción de biomasa y crecimiento vegetal.
- Incrementa respiración y actividad oxidativa de las raíces.
- Mejora la nutrición vegetal.
- El rendimiento se incrementa.
- La calidad del producto cosechado se mejora.
- Se produce un adelanto a cosecha.

Miyoshi *et al.* (1983) menciona que el papel que debe tener el producto agrícola de producción por humus o sea, la materia orgánica depende de la formación de estos. El humus alimenticio suministra nutrimento a las plantas por descomposición. Los ácidos húmicos que son la mayor parte de humus durable tienen los papeles de maduración del campo, adsorción de nutrimentos (CIC), incrementa la capacidad reguladora del suelo y para agregación. Los fulvoácidos al combinarse con fierro, aluminio etc. forman quelatos que son en forma soluble y se mueven dentro del suelo y puede ser absorbidos la planta.

Noguchi (1992) define que las sustancias húmicas que son de difícil descomposición química y biológica, se llama humus durables, por otro lado el componente que se utiliza como fuente de alimento y fuente de energía de los microorganismos, se llama humus alimenticio.

Los humus durables tienen un efecto que aumenta la acción reguladora del suelo y un aumento en la capacidad de mantenimiento de agua y fertilizante estos humus son estables y pueden estar mucho tiempo en el suelo ya que tienen alta capacidad de absorción y mantenimiento de agua y cationes.

Se liberan diversos elementos nutricionales inorgánicos del humus alimenticio, los cuales son utilizados como nutrimentos por las plantas. El bicarbonato es el último producto de descomposición que efectúa crecimiento en la planta y desarrollo del suelo en forma directa o indirectamente.

Los humus alimenticios activan el desarrollo de los microorganismos útiles y aumentan los organismos vivientes activos pueden disminuir la reproducción de patógenos del suelo y de microorganismos perjudiciales.

Además los azúcares que producen varios tipos de microorganismos activan la formación del agregado.

Hashimoto (1977) menciona que la materia orgánica humificada favorece la cantidad y el desarrollo de raíces, además activa una clase de acción enzimática cuyo efecto incrementa la activación de raíces.

Uno de los efectos de la aplicación de materia orgánica es la fuente del suministro de gas carbónico. Las plantas verdes se desarrollan mediante la asimilación del gas carbónico de la atmósfera por la fotosíntesis, la materia orgánica del suelo es la principal fuente de suministro de gas carbónico. La materia orgánica del suelo siempre se descompone por los microorganismos y es en este momento cuando se produce el gas carbónico y se emite de la superficie del suelo. La concentración del gas carbónico de la atmósfera es de 0.03 por ciento, pero en el día cuando la fotosíntesis se activa, la concentración baja cerca de la planta y reduce la fotosíntesis. En tal caso la materia orgánica es la fuente de suministro de gas carbónico más contigua de la planta que tiene gran significancia. Ya que la aplicación de materia orgánica incrementa el suministro

de gas carbónico del suelo por lo que se puede decir que hay un efecto que activa el crecimiento de la planta.

Gros (1974) menciona que el humus es una fuente de gas carbónico: la oxidación lenta del humus libera carbono en forma de gas carbónico, que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales del suelo, y facilita su absorción por la planta.

Chen (1990) dice que los estudios de los efectos de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal bajo condiciones de adecuada nutrición vegetal, muestran consistentemente resultados positivos sobre la biomasa de la planta.

Las sustancias húmicas pueden formar complejos con cationes metálicos, lo que mejora la asimilación. Una pequeña fracción de bajo peso molecular de las sustancias húmicas se puede tomar por las plantas. Estos compuestos al parecer incrementan la permeabilidad de la membrana celular y tienen efectos similares al de las hormonas.

Stevenson (1972) dice que las sustancias húmicas tienen influencia directa sobre el crecimiento por los efectos fisiológicos positivos ^e indirectamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Visser (1986) menciona que las sustancias húmicas pueden estimular o inhibir la absorción de iones por la planta. Las contribuciones al efecto son: la concentración de sustancias húmicas, esto es peso molecular y los grupos funcionales presentes, en particular la proporción de carboxilo a fenilo - los grupos

de OH. Normalmente la sustancia húmica aumenta la absorción de K, Ca, Mg y P, e inhibe el Cl.

Los ácidos húmicos

Narro (1994) menciona que el nombre de ácidos, o sustancias húmicas es genérico y conceptual para los materiales orgánicos que se pueden extraer del suelo por varios extractantes; se incluyen al ácido húmico, ácido fúlvico y ácido himatomelánico, los cuales no tienen una composición química precisa; comercialmente se utilizan mezclas y derivados de estos compuestos, los que se extraen principalmente de la leonardita, del lignito y de las turbas.

Kononova (1976) dice que se consideraba que cada uno de los ácidos húmicos, fulvoácidos, ácido himatomelánico son completamente individuales (o sea, que tiene una composición elemental, color y propiedades determinados). Pero se aclaró por investigaciones más tarde que para cada división de éstos no hay límite exacto, ya que tienen carácter de continuidad. Es decir, aunque las sustancias húmicas que componen estas división tienen comunidad de estructura química y característica, no son idénticos en detalle y se crean de una serie de un grupo de sustancias.

Noguchi (1992) dice que en la actualidad se cree que las sustancias húmicas son de una serie de un grupo de los compuestos de unidades poliestructurales se dividen entre ácidos húmicos como ácido himatomelánico, ácido húmico café, ácido húmico gris base de grado de polimería y en este orden aumenta el grado de polimería. Además se supone que los ácido fúlvico el más bajo orden de estos grupo de compuestos de unidad pollestructurales.

Miyoshi *et al.* (1983) mencionan que los ácidos húmicos son de color café a negro, son grupos de sustancias que reaccionan por condensación de polímeros de amorfia, se producen a través de la humificación de la descomposición-reacción de la condensación de polímeros de materia orgánica que se aplica al suelo. No se cristaliza, es un sustancia ácida que no tiene punto de fusión constante y que tiene de 50 a 60 por ciento de carbonato, de 30 a 40 por ciento de oxígeno, de 3 a 6 por ciento de hidrogeno y de 2 a 6 por ciento de nitrógeno. La capacidad de Intercambio catiónico es elevada, varían de entre 200 a 800 meq/100g e incrementan según el grado de humificación.

Lynch (1983) señala que el ácido húmico y el ácido fúlvico son compuestos polímeros que tienen los núcleos en el centro y tienen una estructura que no es uniforme, semejante puentes. La desigualdad de la estructura de compuestos polímeros es muy difícil de formarse pues los complejos de enzimas son muy difícil de descomponer químicamente.

El ácido húmico no se puede extraer por álcali frío, pero el ácido fúlvico es soluble con el ácido y el álcali.

Kononova (1976) menciona que en los procesos del suelo tiene un valor considerable el hecho de que las moléculas de los ácidos húmicos no son compactas, sino que poseen una estructura blanda "esponjosa", con multitud de poros internos. Estos rasgos de estructura determinan de forma significativa la capacidad de retención del agua y las propiedades de solución de los ácidos húmicos. Una importante cualidad de estos último -la hidrofilia- depende de la proporción en las moléculas de las rejillas aromáticas del carbono, que poseen

propiedades hidrófilas. Por esta correlación se determinan las propiedades hidrófilas de los ácidos húmicos en total.

MacCarthy *et al.* (1990) indica que el ácido húmico es la fracción de las sustancias húmicas que no es soluble en agua bajo condiciones de $\text{pH} < 2$ pero es soluble a pH con valores superiores. El ácido fúlvico es la fracción de las sustancias húmicas que es soluble en agua bajo cualquier valor de pH .

Tan y Nopamornbodi (1979) extrajeron ácido húmico de un suelo arcilloso y estudiaron su influencia sobre el crecimiento radical de plantas de maíz después de cinco días de crecimiento en solución Hoagland con o sin ácido húmico. A concentraciones de 640 mg/l de ácido húmico y 1600 mg/l de ácido húmico las raíces fueron significativamente más largas mientras que a concentraciones mayores de 3200 mg/l de ácido húmico fue menos efectiva. El peso seco de las plantas después de 16 días mostró un patrón similar.

Chen y Aviad (1990) mencionan que los ácidos fúlvicos y húmicos pueden estimular el crecimiento del tallo de varias plantas cuando se aplica vía foliar a concentraciones de 50 a 300 mg/l o cuando se aplica en soluciones nutritivas a concentraciones de 25 a 300 mg/l.

Martínez (1992) indica que al estudiar los ácidos húmicos y fertilización en el cultivo de brócoli, el ácido húmico mejoró las características físicas del suelo principalmente en densidad aparente y porosidad.

MATERIALES Y METODOS

Trabajo en papa

Localización del sitio experimental

El experimento de esta investigación en el cultivo de papa se realizó en un ejido localizado en la zona de Huachichil, municipio de Arteaga, Coahuila. El área de estudio se localiza en las coordenadas 25°13'30" latitud norte y 100°50'30" longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud aproximada de 2100 msnm.

Clima

El ejido tiene un clima BS1kw(x')(e'), según la clasificación de Köppen modificada por García, que lo define como clima semiseco, templado, con verano cálido, muy extremo. La temperatura media anual es de 12.7 °C, y la precipitación promedio anual de 470.6 mm, con lluvias principalmente durante los meses de julio y agosto.

Análisis físico-químicas del lote experimental

Se muestrearon 12 puntos azar en lote experimental, a una profundidad de 0-30 cm para determinar sus características físicos-químicas del suelo. Las

muestras del suelo obtenidas se analizaron en el laboratorio de Física de Suelos y los resultados se encuentran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Características físico-químicas del suelo inicial con una profundidad de 0-30cm. Huachichil, Coahuila.

Determinación	Valor obtenido	Método
Textura	Franco arcillo limosa	Tríangulo de textura
Densidad sólidos	2.4 g/cm ³	Picnómetro
pH	7.6	Potenciómetro
Materia orgánica	3.74 por ciento	Walkler/Black
Nitrógeno total	89.76 kg/ha	Cálculo
Fósforo aprovechable	75.58 kg/ha	Olson
Potasio Intercambiable	812.67 kg/ha	Cobaltinitrito de sodio
Carbonatos totales	28.2 por ciento	Titulación
Conductividad eléctrica	1.1 dS/m	Puente de Wheatstone
Capacidad intercambio catiónico	21.23 meq/100g	Cálculo

Descripción del Material vegetal

Se utilizó como semilla, papa de la variedad "Premier". Las características son las siguientes:

Maduración	muy temprana a temprana, de producción muy rápida.
Rendimiento	muy bueno, ya antes de la maduración.
Materia seca	contenido mediano a bastante alto.
Follaje	de desarrollo rápido, altura media y hojas pequeñas, que cubren bastante bien el terreno.

Planta	tallos muy numerosos y finos, pronto se extienden mucho; de color verde o localmente morado pálido, floración escasa, inflorescencias pequeñas, pocas flores blancas.
Tubérculos	de forma oval redondeada, piel amarilla clara y lisa, carne amarilla clara.

Sustancias húmicas

Humiplex standard (HS) es un polvo y contiene 5 por ciento de ácidos húmicos, Humiplex 60P (HP) es también un polvo y contiene 60 por ciento de ácidos húmicos, y Humiplex 50G (HG) es un granulado y contiene 50 por ciento de ácidos húmicos. Estos materiales son de Grupo Bioquímico Mexicano.

Descripción de tratamientos y diseño experimental.

En esta investigación se evaluaron diferentes condiciones de sustancias húmicas en cada tratamiento utilizando la misma dosis de fertilización para todos los tratamientos.

Las dosis respectivas de sustancias húmicas que se utilizaron fueron 40, 80 y 120 kg/ha de Humiplex standard, Humiplex 60 y Humiplex 50G y así también un cuarto tratamiento como testigo aplicando sólo fertilizante.

Se utilizaron fertilizantes como los siguientes:

N	9 %
P₂O₅	19 %
K₂O	14 %
Mg	1.19 %
S	12 %
B	0.05 %
Fe	0.33 %
Mn	0.02 %
Zn	0.48 %

Los tratamientos que se establecieron fueron con un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones.

Tamaño de la Parcela Experimental

Para papa utilizando parcelas experimentales compuestas de seis surcos de seis metros de largo, y 0.92 metros de ancho.

Cronología del Experimento

El día 27 de mayo se sembró usando para ello una máquina que abrió los surcos y tiró el fertilizante y semilla (tubérculo) en banda uno a cada 20 cm

siguiéndole una fumigación sobre el tubérculo, cuya mezcla estaba compuesta de los siguientes productos todo por hectárea: 30 kg de PCNB polvo humetable 75 por ciento; 10 litros de Curater 50 por ciento. Luego se efectuó el tapado del tubérculo con una bordeadora de discos.

Trece días después de la siembra se aplicó sustancias húmicas: abriéndolo con un azadón y se mezcló sustancias húmicas con una cantidad de 200 g de suelo y se aplicó y se tapó con un azadón.

Evaluación de Tratamientos

Para evaluar los efectos de los tratamientos bajo estudio se realizaron mediciones y análisis físico-químicas del suelo y de las plantas que se describen en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Parámetros evaluados del suelo y planta (papa).

Determinación	Días después de la siembra	Método
Suelo		
Densidad aparente	140	Parafina
Densidad sólida	147	Picnómetro
Porosidad	147	Calculo
pH	147	Potenciómetro
Materia orgánica	147	Walkler/Black
Nitrógeno total	147	Calculo
Fósforo aprovechable	147	Olson
Potasio intercambiable	147	Cobaltinitrito de sodio
Carbonatos totales	147	Titulación
Conductividad eléctrica	147	Puente de Wheatstone
Capacidad intercambio catiónico	147	Cobaltinitrito de sodio
Planta		
Nitrógeno	57	Absorción atómica
Fósforo	57	Absorción atómica
Potasio	57	Absorción atómica
Calcio total	57	Absorción atómica
Magnesio total	57	Absorción atómica
Fierro total	57	Absorción atómica
Cobre total	57	Absorción atómica
Zinc total	57	Absorción atómica
Manganeso	57	Absorción atómica

Planta

A los 68 días después de la siembra, se seleccionaron al azar una planta por tratamiento, a las cuales se les determinó:

1. Altura de planta promedio por tres plantas (cm).

2. Número de tallo por metro lineal.
3. Peso fresco y seco de hoja (g).
4. Peso fresco y seco de tallo (g).
5. Peso fresco y seco de raíz (g).
6. Peso fresco y seco de tubérculos (g).
7. Número de tubérculos.

A los 105 días después de la siembra, se seleccionaron al azar una planta por tratamiento, a las cuales se les determinó:

1. Peso seco de hoja (g).
2. Peso seco de tallo (g).
3. Peso seco de raíz (g).
4. Área foliar (cm²).

Se seleccionaron 15 hojas al azar y cada una se fotocopió y se midió la superficie luego se secó en la estufa con una temperatura de 70 a 80°C por 2 días. Se calculó área foliar por materia seca de la hoja.

Trabajo en rábano

Localización

Este trabajo de investigación del cultivo de rábano se llevó a cabo en el Alamo, municipio de Saltillo estado de Coahuila, situado a 25°22'20" de latitud norte y 101°01'55" oeste del meridiano de Greenwich con una altitud aproximada de 1600 msnm.

Clima

El Alamo se ubica en una región cuyo clima adopta las letras símbolos BSok' (e) según la clasificación de köppen modificada por García que lo define como clima seco, templado, con verano cálido extremo, con lluvias escasas todo el año, y precipitación invernal superior al 18 por ciento. La temperatura media anual es de 17.8 °C, una precipitación promedio anual de 369.5 mm aunque escasamente todo el año, pero las lluvias más abundantes se presentan en verano en los meses más lluviosos.

Análisis físico-químico del lote experimental

Se localizaron doce puntos de muestreo al azar del lote experimental con una profundidad de 0-20 cm para determinar sus características físicas-químicas del suelo. Las muestras del suelo obtenidas fueron analizadas en el laboratorio de Física de suelos y los resultados se encuentran en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.3. Características físicas-químicas del suelo inicial con una profundidad de 0-20 cm. Alamo, Coahuila.

Determinación	Valor obtenido	Método
Textura	Franco arcilloso	Triángulo de textura
Densidad aparente	1.42 (g/cm ³)	Parafina
Densidad sólido	2.4 (g/cm ³)	Picnómetro
pH	8.01	Potenciómetro
Materia orgánica	1.91 (%)	Walkler/Black
Nitrógeno total	45.84 (kg/ha)	Calculo
Fósforo aprovechable	28.26 (kg/ha)	Olson
Potasio intercambiable	315.16 (kg/ha)	Cobaltinitrito de sodio
Carbonatos totales	30.9 (%)	Titulación
Conductividad eléctrica	0.8 (dS/m)	Puente de Wheatstone
Capacidad intercambio catiónico	17.57 (meq/100g)	Calculo

Tamaño de la parcela

Se utilizó la variedad de "Scarlet turnip" y la densidad de siembra fue 70 kg/ha.

Para rábano utilizando parcelas experimentales compuestas de cuatro surcos de cuatro metros de largo, y 0.92 m de ancho.

Los espacios entre un surco orillero de cada lado, para surcos centrales constituyeron la parcela útil.

Cronología del Experimento

La preparación del terreno se llevó a cabo durante primera quincena de noviembre como sigue: El barbecho se efectuó con un tractor al volante y arado de discos de vertedera a una profundidad de 30 cm. Se utilizó una rastra de tiro integral de 26 discos en tandem para desmenuzar los terrones, se dieron dos pasos. Trazo de surcos se realizó con una surcadora de dos cuchillas, y luego se regó dos veces con una lámina de 10 cm.

El día 12 de noviembre se sembró semilla con sustancias húmicas con 2 hileras cada cama y una profundidad de 3 cm, y luego se regó.

Después de una semana se aplicó fertilizante y se regó. Una semana después se aplicó un riego y luego casi cada 2 semanas se regó. El día 20 de enero se cosechó el experimento manualmente en la parcela útil, y se llevó al laboratorio de Física de Suelos, se separó y pesó en tres categorías.

Evaluación de Tratamientos

Para evaluar los efectos de los tratamientos bajo estudio se realizaron mediciones y análisis físico-químicas del suelo y de las plantas que se describen en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Parámetro evaluados del suelo y planta (rábano).

Determinación	Días después de la siembra	Método
Densidad aparente	69	Parafina
Densidad sólida	69	Picnómetro
Porosidad	69	Calculo
pH	69	Potenciómetro
Materia orgánica	69	Walkler/Black
Nitrógeno total	69	Calculo
Fósforo aprovechable	69	Olson
Potasio intercambiable	69	Cobaltinitrito de sodio
Carbonatos totales	69	Titulación
Conductividad eléctrica	69	Puente de Wheatstone
Capacidad intercambio catiónico	69	Cobaltinitrito de sodio

Planta

A los 69 días después de la siembra, se seleccionaron tres categorías (rábano de primera, segunda, tercera), a las cuales se les determinó cada categoría:

1. Peso fresco y seco de fruto (g).
2. Peso fresco y seco de hoja (g).
3. Altura de planta (cm).
4. Número de fruto.

Métodos de análisis de los datos tomados

Se utilizó método de Bartlett porque algunas coeficiente de varianza son muy elevada como peso fresco de fruto del rábano de primera, por lo tanto se descompuso en tratamientos.

Distribución de los tratamientos.

Producto	Dosis kg/ha
HS (A ₁)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
HP (A ₂)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
HG (A ₃)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
Sin aplicación	0

Experimento factorial 3 x 3 (producto x dosis) más un tratamiento adicional en diseño bloques al azar.

$t - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad para tratamientos.

Contraste C1: T10 vs Resto con 1 grado de libertad.

Los otros 8 grados de libertad quedarán

Productos $3 - 1 = 2$

Dosis o Niveles $3 - 1 = 2$

Productos x Dosis $(3 - 1)(3 - 1) = 4$

Descomposición de los efectos principales (A y B), la interacción en sus efectos correspondientes. Como se sospecha de heterogeneidad de varianza, se intentará descomponer la fuente de variación en los correspondientes error para los contrastes.

Fuente de variación	g.l.
Bloques	3
Tratamientos	9
C1	1
A	2
A1 vs A2, A3	1
A2 vs A3	1
B	2
B1 vs B3	1
B2 vs B1, B3	1
AB	4
(A1 vs A2, A3) x (B1 vs B3)	1
(A1 vs A2, A3) x (B2 vs B1, B3)	1
(A2 vs A3) x (B1 vs B3)	1
(A2 vs A3) x (B2 vs B1, B3)	1
EE	27
EC _l	3
EA _l	3
EA _c	3
EB _l	3
EB _c	3
EA _l B _l	3
EA _l B _c	3
EA _c B _l	3
EA _c B _c	3
Total	39

RESULTADOS Y DISCUSION

Trabajo en papa

Características físicas y químicas del suelo

Los resultados de las características físicas y químicas del suelo se presentan en los Cuadros 4.1. y 4.2.

Cuadro 4.1. Resultados de los análisis físicos y químicos del suelo.

TRAT.	Da g/cm ³	Arcilla %	Ds g/cm ³	Porosidad %	pH	CE dS/m	M.O. %
HS40	1.11	30.8	2.49	53.0	8.12	0.99	3.94
HS80	1.14	33.3	2.37	51.1	8.14	1.21	4.29
HS120	1.14	33.3	2.34	50.4	8.09	1.15	4.19
HP40	1.15	35.2	2.48	50.8	8.05	1.27	4.27
HP80	1.14	29.6	2.39	51.9	8.13	1.00	4.28
HP120	1.12	31.4	2.49	55.8	8.11	0.96	4.05
HG40	1.14	32.1	2.54	54.7	8.11	1.50	3.99
HG80	1.12	34.6	2.40	49.2	8.04	1.33	4.41
HG120	1.16	30.2	2.48	50.0	8.16	0.97	4.13
TESTIGO	1.15	33.9	2.31	52.8	8.12	1.02	3.97

Cuadro 4.2. Resultados de los análisis químicos del suelo.

TRAT.	N total kg/ha	P aprov. kg/ha	K inter. kg/ha	CO ₃ total %	CIC meq/100g
HS40	94.57	95.65	992.54	23.32	23.27
HS80	102.70	93.54	987.66	27.01	25.22
HS120	100.69	104.52	967.26	25.41	25.04
HP40	102.61	109.17	978.66	26.05	26.13
HP80	102.81	93.32	961.63	27.14	23.34
HP120	97.22	103.68	986.22	26.09	23.81
HG40	95.75	100.08	961.63	25.61	23.99
HG80	105.87	107.18	978.99	26.43	26.09
HG120	98.30	98.40	981.88	26.43	23.34
TESTIGO	95.43	100.51	925.73	26.08	24.91

Densidad aparente

Los valores de la densidad aparente en los diferentes tratamientos bajo estudio se presentan en el Cuadro 4.1. en el cual se puede observar que los valores en todos los tratamientos son similares; en el análisis de varianza no hubo diferencia significativa. Estos resultados no concuerdan con lo esperado ni con lo reportado por otros autores como Narro (1994), quienes señalan una reducción en densidad aparente cuando se aplica sustancias húmicas al cultivo.

Densidad de sólidos

Se observaron diferencias entre dosis de aplicación de las sustancias húmicas, es decir una dosis de 120 kg/ha disminuye la densidad de sólidos mas

que una dosis de 40 kg/ha. Además se presentó una aplicación de sustancias húmicas que aumentó la densidad de sólidos.

Espacio Poroso

El tratamiento HP 120 presentó el valor más alto de espacio poroso y el tratamiento HG 80 fue todo lo contrario. Entre la dosis sea más alta el espacio poroso aumenta por tal motivo el producto HP fue el mejor y los productos HS y HG fueron más bajos a este. Este efecto es de mucha importancia para las plantas ya que se asocia directamente con el desarrollo radical y de la misma planta en general.

pH

Se un observó un incremento generalizado en el pH del suelo, el que al inicio del experimento era 7.6, pero se generó muy poca variación entre los diferentes tratamientos, los que presentan valores cercanos a 8.1 y no se encontró diferencia significativa entre ellos, es decir, las sustancias húmicas no influyeron en el pH del suelo, aunque el pH de los materiales aplicados fue variable; el HS tiene p H de 5.4, el HP tiene 8.03 y el HG tiene 10.61.

En estos tratamientos se aplicó azufre, aproximadamente 300 kg/ha pero no suficiente para cambiar el pH. Narro (1982) reporta una reducción de pH de 8.3 a 7.0 con la adición de 1 ton/ha de azufre, en un suelo similar al del experimento.

E

Los valores de la conductividad eléctrica del suelo en los diferentes tratamientos bajo estudio, se presentan en el Cuadro 4.1. Con respecto a los resultados obtenidos la conductividad eléctrica se mantuvo igual en todos los tratamientos incluyendo el testigo; la aplicación de sustancias húmicas no influyen en el aumento o disminución de la conductividad eléctrica.

Materia Orgánica

El contenido inicial de materia orgánica en el suelo fue de 3.74 por ciento y con la aplicación de sustancias húmicas aumentó este contenido, aunque también el testigo se incrementó ligeramente.

El incremento observado se atribuye principalmente a la aportación de materia orgánica por las raíces de las plantas que crecieron sobre el suelo cultivado. Las sustancias húmicas aplicadas a diferentes dosis, como fueron HS con 80 kg/ha, HP con 40 y 80 kg/ha, HG con 80 kg/ha, actuaron como estimulantes vegetales que produjeron mayor acumulación de materia orgánica acumulada en el suelo.

Carbonatos totales

El contenido inicial de carbonatos totales en el suelo fue de 28.2 por ciento este valor disminuyó en todos los tratamientos al final del cultivo, como se observa en el cuadro 4.2. Esta reducción en carbonatos no se fue mas intensa en el tratamiento 40 kg/ha de HS, pero en el análisis de varianza no se encontró

diferencia significativa entre tratamientos. Este efecto se considera deseable en³⁷ los suelos agrícolas de esta región.

Capacidad de Intercambio Catiónico

La CIC depende de la cantidad de arcilla y humus y en este trabajo se observó un incremento en todos los tratamientos desde un valor inicial de 21.23 meq/100 g, hasta valores de 26.13 meq/100 g, lo cual coincide con los incrementos detectados en el contenido de materia orgánica en el suelo. Se considera deseable este cambio en el suelo, lo cual le da sustentabilidad a la agricultura que aquí se practique en futuros años, aunque solo cuatro de los tratamientos con sustancias húmicas superaron al testigo.

Las variables de contenido de nitrógeno total, fósforo y potasio intercambiable de los suelos, se discutirán junto con los valores correspondientes para contenidos en planta, en el siguiente apartado.

Análisis de las plantas

Los valores de las diferentes variables evaluadas en planta, se presentan en los cuadros 4.3, 4.4., 4.5. y 4.6. y se discuten a continuación.

Cuadro 4.3. Análisis de los macronutrientos en la hoja de papa.

TRAT.	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
HS40	5.03	0.24	4.23	1.86	0.41
HS80	4.98	0.27	4.35	1.75	0.45
HS120	5.11	0.27	4.59	1.99	0.45
HP40	4.77	0.25	4.47	1.87	0.43
HP80	4.90	0.28	4.43	1.85	0.45
HP120	5.16	0.26	4.27	1.92	0.43
HG40	4.75	0.24	4.19	1.95	0.43
HG80	4.80	0.24	4.39	2.07	0.45
HG120	4.98	0.28	4.15	1.75	0.43
TESTIGO	4.90	0.25	4.75	1.76	0.43

Cuadro 4.4. Análisis de los micronutrientos en la planta de papa.

TRAT.	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
HS40	123	12	85	650
HS80	112	16	86	675
HS120	145	12	75	695
HP40	99	14	86	715
HP80	127	16	86	720
HP120	136	15	83	790
HG40	122	14	74	800
HG80	135	17	75	750
HG120	108	14	83	740
TESTIGO	125	10	82	675

Cuadro 4.5. Contenido de los macronutrientos en las plantas (hoja).

TRAT.	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg(kg/ha)
HS40	91.3	4.8	76.8	33.8	7.4
HS80	99.5	5.4	86.9	35.0	9.0
HS120	117.0	6.2	105.1	45.6	10.3
HP40	115.3	6.0	108.1	45.2	10.4
HP80	124.6	7.1	112.6	47.0	11.4
HP120	133.2	6.7	110.2	49.6	11.1
HG40	118.9	6.0	104.9	48.8	10.8
HG80	117.3	5.9	107.3	50.6	11.0
HG120	108.8	6.1	90.6	38.2	9.4
TESTIGO	88.9	4.2	79.7	29.6	7.2

Cuadro 4.6. Contenido de los micronutrientos en las plantas (hoja).

TRAT.	Fe (g/ha)	Cu (g/ha)	Zn (g/ha)	Mn (kg/ha)
HS40	226.8	21.8	154.2	1.18
HS80	223.8	32.0	171.8	1.35
HS120	331.9	27.5	171.7	1.59
HP40	239.4	33.8	207.9	1.73
HP80	322.9	40.7	218.7	1.83
HP120	351.1	38.7	214.2	2.04
HG40	305.5	35.1	185.3	2.00
HG80	330.0	41.6	183.3	1.83
HG120	235.9	30.6	181.3	1.62
TESTIGO	209.8	16.8	137.7	1.13

Nitrógeno en el suelo y en la planta

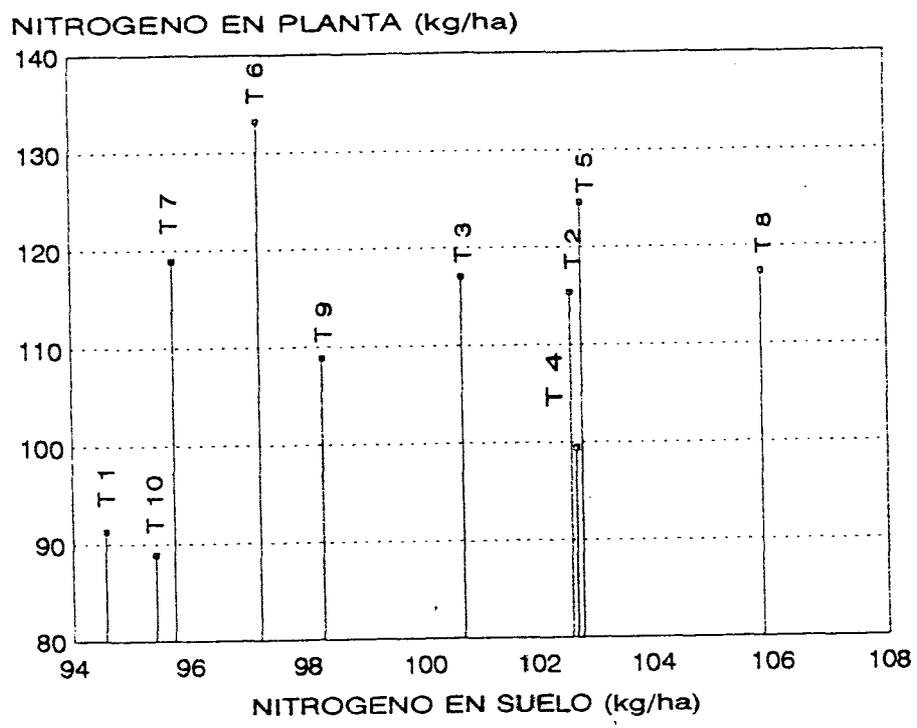


Figura 4.1. Comportamiento del nitrógeno en el suelo y en la planta.

Se encontró diferencia significativa entre testigo y el resto, es decir, la aplicación de las sustancias húmicas aumentó el nitrógeno total en el suelo, pero no influyó en la materia orgánica con la dosis de sustancias húmicas.

Se aplicaron las mismas dosis de fertilizante químico a todos los tratamientos que se establecieron, pero aumentó el nitrógeno total donde se aplicaron sustancias húmicas, lo que no influyó en las dosis de las sustancias húmicas.

De acuerdo a la figura 4.1. se observa que los tratamientos 1, 2 y 10 son los más bajos en cuanto a la cantidad de N en la planta por lo que el resto de los tratamientos si tienen un alto cantidad de N en las plantas y suelo.

De acuerdo a los resultados anteriores de los análisis del suelo el nitrógeno no tuvo relación con la dosis de las sustancias húmicas ya que solo hubo diferencia entre el testigo y el resto de los tratamientos. Esto indica que fue causa de las sustancias húmicas, sin embargo, no se presentó diferencia con las diferentes dosis, así se pueda ver la respuesta de las plantas que absorbieron nitrógeno, por ejemplo, la planta tuvo el 5.03 por ciento de nitrógeno y en el suelo se tuvo 94.57 kg/ha. Así la misma cantidad con respecto a dosis aplicada fue menor en el suelo que en la planta, pero los resultados fueron contrario como la planta tuvo 5.11 por ciento en el suelo tuvo 100.69 kg/ha por lo tanto la aplicación de las sustancias húmicas aumentó el nitrógeno en relación a la dosis.

Fósforo en el suelo y en la planta

La figura 4.2. presentó la aplicación de sustancias húmicas no influyó en la liberación de fósforo pero si aumentó la absorción de fósforo en la planta.

En el caso de HS la dosis de 40 y 80 kg/ha (Tratamiento 1 y 2) fueron pequeñas cantidades de absorción en la planta pero la dosis de 120 kg/ha fue la mejor, debido que a mayor cantidad de fósforo en la planta es mayor el rendimiento y mejor cantidad del tubérculo.

La mejor absorción de fósforo en la planta la tuvo el tratamiento 5, sin embargo no hubo mucha diferencia entre los demás tratamientos en que se aplicaron las sustancias húmicas excepto HS con la dosis de 40 y 80 kg/ha.

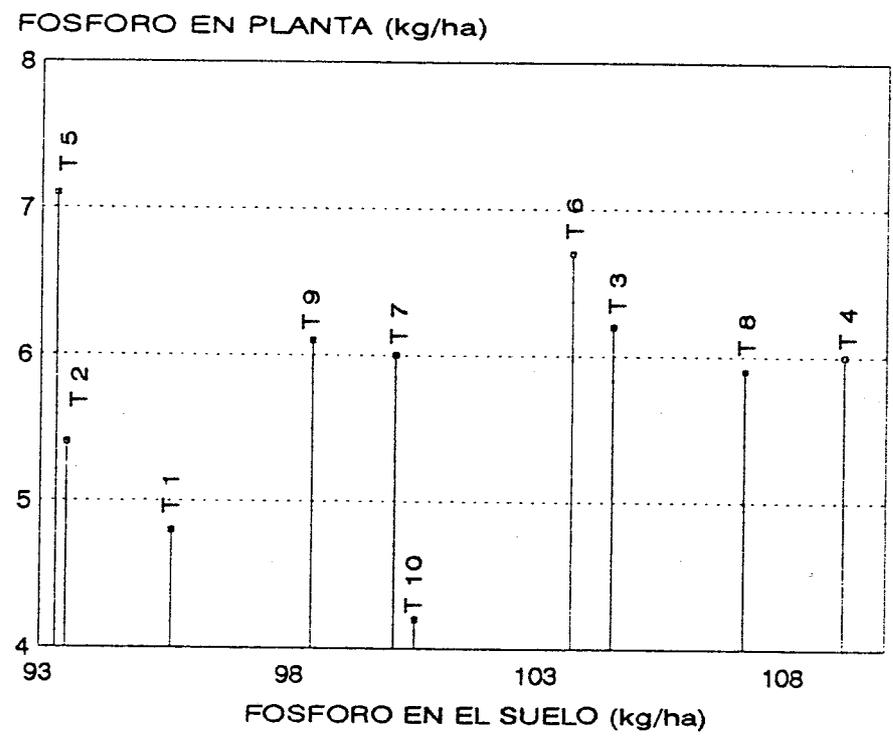


Figura 4.2. Comportamiento del fósforo en el suelo y en la planta.

Potasio en el suelo y en la planta

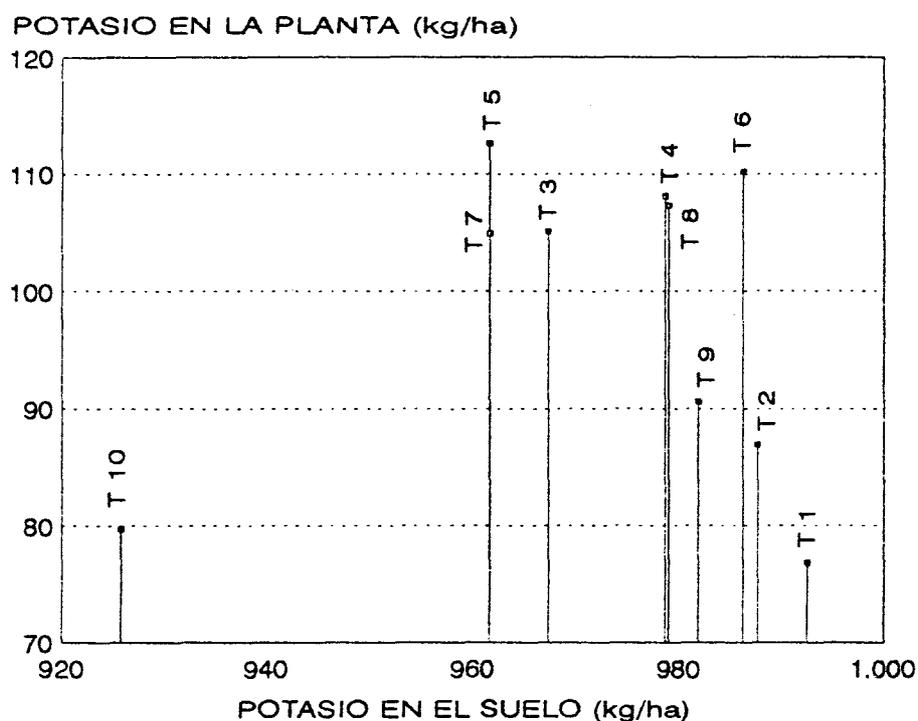


Figura 4.3. Comportamiento del potasio en el suelo y en la planta.

Para esta investigación que se realizó se aplicó una dosis de 294 kg/ha de potasio por lo que fue una dosis mayor que la del nitrógeno ya que el cultivo de la papa tiene requerimiento elevado de este nutrimento.

La figura 4.3. muestra el comportamiento del potasio en el suelo y en la planta. El testigo fue el tratamiento más bajo en cuanto al aprovechamiento del potasio tanto en el suelo como en la planta, así mismo los tratamientos 4, 5 y 6 (HP con una dosis de 40, 80 y 120 kg/ha) fueron más altos en cuanto al potasio en la planta.

La aplicación de sustancias húmicas genera la liberación del potasio en el suelo. La aplicación de sustancias húmicas aumentó la absorción de potasio en la planta excepto la aplicación de HS con la dosis de 40 kg/ha.

Debido a que el potasio ayuda a mejorar la fotosíntesis del cultivo por lo tanto aumentó la producción de la materia seca.

Los nutrientes en la planta

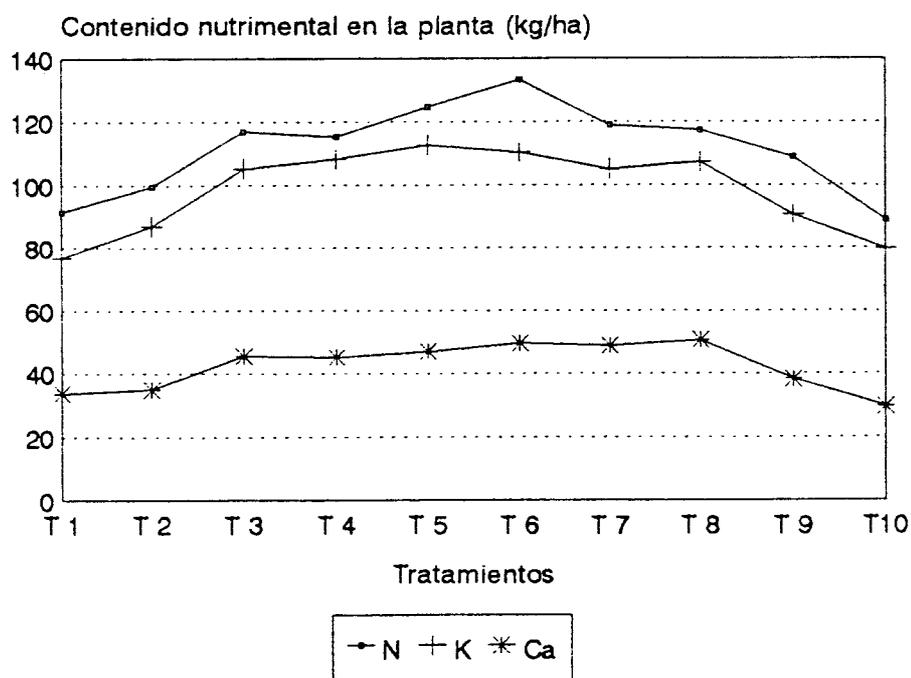


Figura 4.4. Comportamiento de los nutrientes N, K y Ca en las hojas de los diferentes tratamientos.

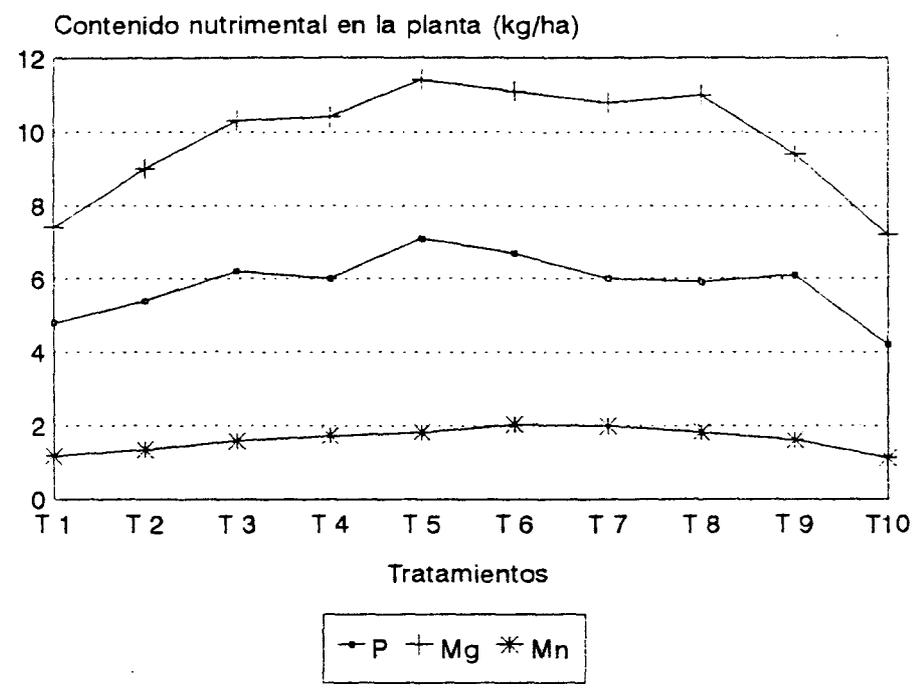


Figura 4.5. Comportamiento de los nutrimentos P, Mg y Mn en las hojas de los diferentes tratamientos.

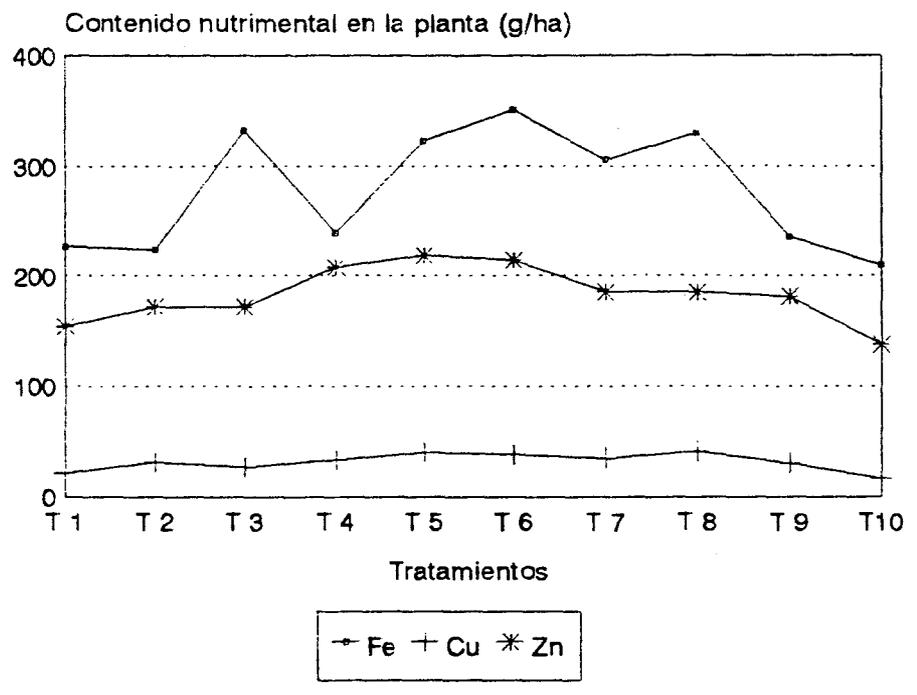


Figura 4.6. Comportamiento de los nutrimentos Fe, Cu y Zn en las hojas de los diferentes tratamientos.

Las figuras 4.4,5,6. muestran el comportamiento de los nutrimentos concentrados en el hoja de los diferentes tratamientos con sus respectivas dosis además de un tratamiento testigo, el cual no tuvo ninguna aplicación de sustancia húmica.

Se observa que para los tratamientos 1, 2 y 3 con sus respectivas dosis de sustancia húmica fueron de 40, 80 y 120 kg/ha respectivamente lo que indicó que para estos tratamientos fue mayor la concentración de los nutrimentos a mayor dosis de HS por lo que requiere mayor dosis de este producto para tener mayor desarrollo la planta por lo que se tendría mayor materia seca, mientras que para los siguientes tratamientos como son 4, 5 y 6 se mantuvieron con mayor concentración de los nutrimentos en la hoja por lo que el producto de HP con diferentes dosis de 40, 80 y 120 kg/ha, resulto ser mejor en la aplicación con 120 kg/ha ya que dio mayor la concentración de los nutrimentos y fue el que tuvo mejor desarrollo de planta.

De acuerdo a la diferente dosis aplicadas se observa que a mayor dosis mayor concentración de nutrimentos y por lo tanto mayor desarrollo de planta.

Cabe mencionar que el producto de HP tiene mayor concentración de ácidos húmicos que los otros productos que se utilizaron.

Así también se observa que los tratamientos 7, 8 y 9 a los cuales se le aplica HG con las mismas dosis ya mencionados anteriormente se observa que a menor dosis mayor concentración de los nutrimentos en la hoja. Para este caso se puede comentar que este producto tiene un 50 por ciento de ácidos húmicos pero la presentación es en forma granulada por lo que la planta no lo aprovecha

Igual que el HP ya que este viene en polvo, también se menciona que este producto de acuerdo a unos análisis de comportamiento puede observar que este producto se acopla más al suelo y no permite que la planta lo aproveche al máximo.

Por último se observa el tratamiento 10 al cual no se le aplicó sustancias húmicas, mostró baja concentración de nutrientes en la hoja en comparación con los otros tratamientos.

Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Fe, Cu y Zn en la planta

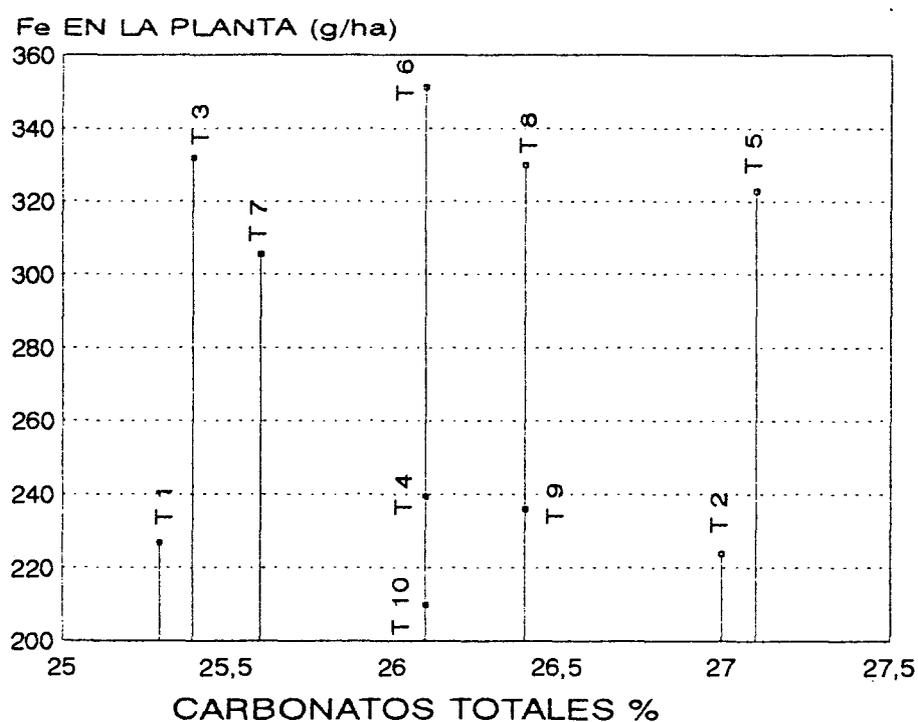


Figura 4.7. Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Fe en las hojas.

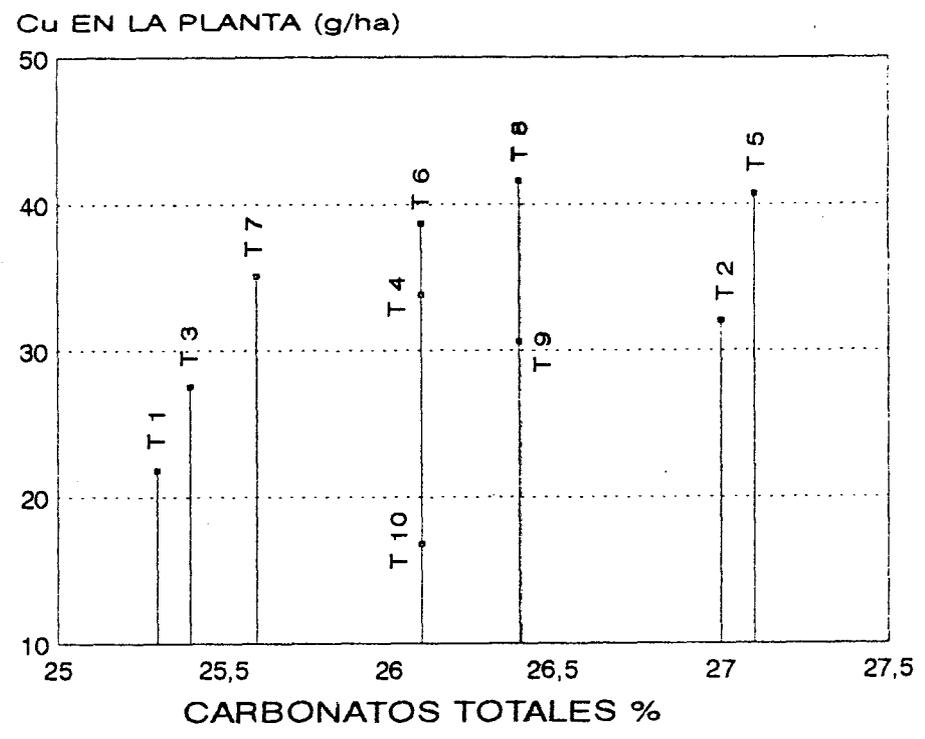


Figura 4.8. Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Cu en las hojas.

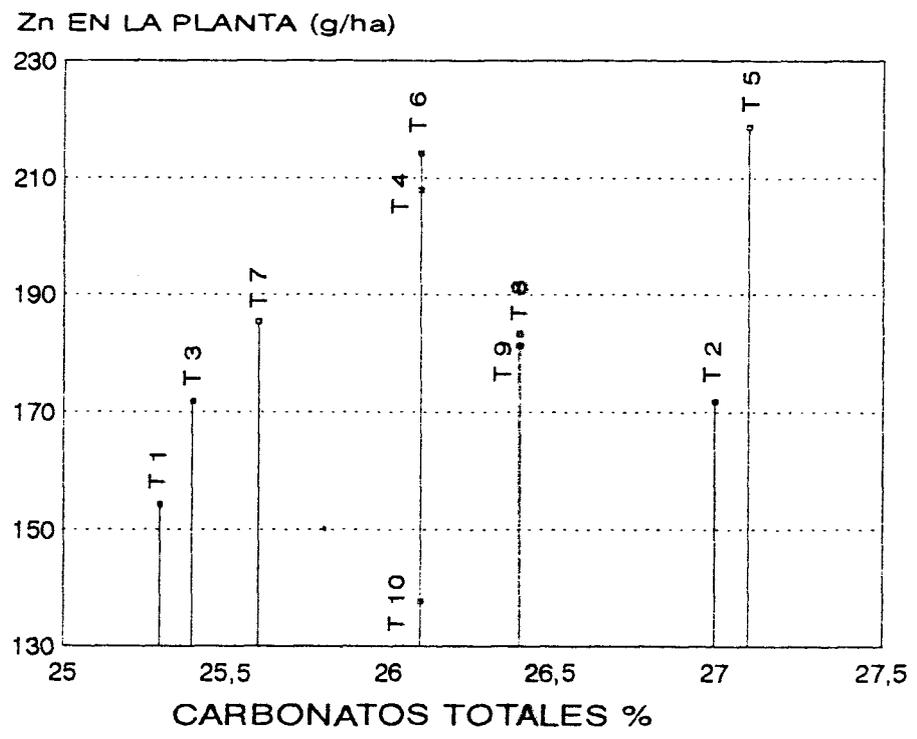


Figura 4.9. Comportamiento de los carbonatos totales en el suelo y Zn en las hojas.

Las figuras 4.7,8,9. muestran el comportamiento de los Fe, Cu y Zn en la planta y contenido de carbonatos totales en el suelo. La aplicación de las sustancias húmicas no influyó a los carbonatos totales, además no hubo relación entre los carbonatos totales y absorción de estos nutrimentos. Esto puede ser la cantidad de los carbonatos totales fue muy pequeñas por lo tanto no influyó absorción de estos nutrimentos.

La aplicación de sustancias húmicas mejoró la absorción de estos nutrimentos.

Ya que se puede observar que el tratamiento 4 estuvo con mayor cantidad de Zn en la planta y con menor cantidad de Fe en la planta por lo que los demás nutrimentos tienen una misma cantidad de Zn y Fe en la planta en todos los tratamientos .

Así también para la figura donde se muestra la cantidad del Cu en la planta que tuvo el tratamiento 1, 3 y 10 como los de menor cantidad y el 6, 8 y 5 con mayor cantidad de Cu en la planta con respecto al resto de los tratamientos

Desarrollo de las plantas

Las datos promedio de las variables del desarrollo de las plantas evaluadas durante este trabajo, se muestran en los cuadros 4.7. y 4.8.

Cuadro 4.7. Promedios de características de crecimiento de planta de papa.

TRAT.	Altura 1 cm	Altura 2 cm	No. de tallo por 1m	Tubérculos por planta, No.
HS40	37.42	57.10	4.79	4.35
HS80	38.00	57.75	4.81	3.68
HS120	38.72	61.15	4.93	3.67
HP40	40.58	55.08	4.89	3.08
HP80	36.83	57.25	4.77	3.56
HP120	45.58	61.67	4.63	3.73
HG40	41.25	57.92	4.84	3.71
HG80	39.35	52.90	4.70	3.98
HG120	40.83	52.33	4.51	3.46
TESTIGO	42.35	55.00	4.27	3.79

Cuadro 4.8. Promedios de características de desarrollo de planta de papa.

TRAT.	Peso tubérculos por planta	Materia seca 1 por planta	Materia seca 2 por planta	Área foliar cm ² /planta
HS40	645.73	72.69	55.87	4501.60
HS80	518.01	61.87	58.94	4955.94
HS120	542.15	91.92	65.80	5678.23
HP40	477.74	85.08	69.36	5997.41
HP80	552.97	61.88	75.82	6307.83
HP120	644.51	81.03	78.75	6403.22
HG40	627.75	61.14	70.32	6211.10
HG80	514.33	75.83	66.26	6063.14
HG120	502.86	73.64	67.95	5418.12
TESTIGO	696.92	95.38	51.12	4164.21

Producción de Materia Seca

Para el primer muestreo que se realizó 87 días después de siembra de la materia seca tuvo mayor producción que el segundo muestreo que se realizó 107 días después de siembra (muestrando plantas medianas), fue causa de error de muestreo, también se puede decir que fue causa de sacar la planta del segundo muestreo en época última de floración ya que en este periodo las plantas ya no siguen creciendo y también las hojas se caen.

En el primer muestreo de materia seca no se encontró diferencia significativa, pero en el segundo muestreo sí hubo diferencia significativa entre el testigo y el resto de los tratamientos. Esto indicó que la aplicación de las sustancias húmicas aumentó la producción de materia seca. En diferentes órganos de la planta solamente hubo diferencia significativa de materia seca en la hoja. Esto se presentó también en el área foliar.

Trabajo en rábano

Características físicas y químicas del suelo

Los valores obtenidos de las variables evaluadas, de las características físico-químicas se presentan en el Cuadro 4.9. y 4.10.

Cuadro 4.9. Resultados de los análisis físico-químicos del suelo.

52

TRAT.	Da g/cm ³	Ds g/cm ³	Porosidad %	pH	CE dS/cm	M.O. %
HS40	1.36	2.48	49.00	8.21	1.12	1.73
HS80	1.52	2.45	47.42	8.25	1.06	1.83
HS120	1.36	2.34	42.89	8.19	1.58	1.59
HP40	1.43	2.49	47.97	8.19	1.56	1.67
HP80	1.52	2.32	44.59	8.24	1.09	1.83
HP120	1.46	2.48	46.05	8.18	1.22	1.55
HG40	1.43	2.50	47.56	8.19	1.35	1.60
HG80	1.44	2.45	44.86	8.26	1.09	1.69
HG120	1.41	2.47	47.22	8.22	1.10	1.62
TESTIGO	1.40	2.45	45.91	8.30	1.20	1.68

Cuadro 4.10. Resultados de los análisis químicos del suelo.

TRAT.	N total kg/ha	P aprov. kg/ha	K inter. Kg/ha	CO ₃ total %	CIC Meq/100g
HS40	41.74	75.79	623.21	21.05	17.58
HS80	44.14	71.99	696.97	19.95	17.47
HS120	38.14	61.85	746.14	19.85	15.72
HP40	40.10	77.27	734.82	19.59	15.57
HP80	44.06	71.78	748.89	21.04	18.40
HP120	37.33	57.62	707.09	20.45	17.22
HG40	38.51	65.65	633.33	19.22	16.38
HG80	40.51	67.98	666.60	19.11	17.80
HG120	38.88	65.02	751.93	20.69	17.13
TESTIGO	40.47	50.65	730.23	19.21	16.54

No presentó ninguna diferencia significativa en las características físicas y químicas del suelo. El periodo del cultivo de rábano es corto, esta investigación se

llevó a cabo en 69 días, por lo tanto no había suficiente tiempo para que influyeran las sustancias húmicas al suelo.

Desarrollo de plantas

Los rendimientos

Los valores obtenidos de los rendimientos de raíz de rábano se presentan en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Rendimiento de raíz de rábano.

TRAT.	Primera (g)	Segunda (g)	Tercera (g)	Total (g)
HS40	63.25	240.00	784.50	1087.75
HS80	39.50	166.50	650.25	856.25
HS120	63.75	360.50	878.50	1302.75
HP40	76.00	148.50	666.50	891.0
HP80	70.50	104.75	569.00	744.25
HP120	47.00	275.25	783.75	1106.0
HG40	42.25	308.25	745.50	1096.0
HG80	15.50	130.75	626.75	773.0
HG120	107.25	335.00	666.75	1109.0
TESTIGO	13.25	132.25	703.00	848.5

El rendimiento total de raíz del rábano no tuvo diferencia significativa entre los efectos, sin embargo, se seleccionaron tres categorías dentro de la primera y segunda categoría hubo diferencia significativa. En la

primera categoría hubo diferencia altamente significativa entre el testigo y el resto de los tratamientos. Es decir la aplicación de sustancias húmicas aumentó el rendimiento de raíz de rábano de primera. En la segunda categoría hubo diferencia significativa entre el testigo y el resto, entre las dosis de sustancias húmicas. Esto indicó igual que la primera categoría, la aplicación de sustancias tuvo mayor producción de raíz de rábano que el testigo. Dentro de las sustancias húmicas no hubo diferencia significativa pero hubo diferencias de las dosis, o sea la aplicación de sustancias húmicas tuvieron mejor rendimiento con una dosis de 120 kg/ha que de 40 kg/ha, sin embargo, en todas las sustancias húmicas bajaron el rendimiento con una dosis de 80 kg/ha contra otras dosis de aplicación. En la tercera categoría no hubo diferencia significativa entre los efectos. El rendimiento total no presentó diferencia significativa, pero ya se vió que las sustancias húmicas tuvieron mayor rendimiento que sin aplicación de sustancias húmicas en la primera y segunda categoría por lo tanto, se puede decir que la aplicación de sustancias húmicas mejora rendimiento y la calidad (en este caso su tamaño) de raíz del rábano. En esta investigación, se analizó su tamaño (diámetro de raíz) de cada categoría y no se encontró diferencia significativa entre los factores, es decir, se seleccionaron correctamente en tres categorías como ya se mencionó anteriormente.

Materia seca de la hoja

Los valores obtenidos de la materia seca en la hoja de rábano se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 4.12. Materia seca de la hoja del rábano.

TRAT.	Primera (g)	Segunda (g)	Tercera (g)	Total (g)
HS40	2.348	12.723	53.640	68.711
HS80	3.775	15.135	48.878	67.788
HS120	3.875	10.747	47.825	62.447
HP40	1.938	11.735	49.660	63.333
HP80	0.748	4.728	35.373	40.849
HP120	4.218	12.858	65.920	82.996
HG40	2.893	11.120	77.207	91.220
HG80	3.028	20.475	63.502	87.005
HG120	1.975	13.268	45.068	60.311
TESTIGO	1.055	8.435	46.223	55.713

Se encontró diferencia altamente significativa en la materia seca de la hoja de segunda categoría, lo que presenta que la aplicación de las sustancias húmicas aumentó la producción de la materia seca en la hoja. En la tercera categoría se presentó diferencia altamente significativa entre HP y HG. Esto indicó que HG tuvo mejor producción de materia seca en tercera categoría que HP.

Directamente no hubo relación con materia seca en la hoja y el rendimiento de raíz, esto no presentó mayor producción de materia seca se tiene mayor rendimiento de raíz.

CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos y para las condiciones de los tratamientos que se establecieron se obtuvieron las siguientes condiciones:

Papa

La aplicación de las sustancias húmicas favorecieron algunas de las características físicas y químicas del suelo, aunque su impacto en la mayoría de los casos no alcanzó diferencia estadística significativa, por lo que se cumplieron solo parcialmente las hipótesis planteadas. La materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y el nitrógeno total del suelo aumentaron, mientras que el contenido de carbonatos totales disminuyó por la aplicación de sustancias húmicas a los diferentes tratamientos que se establecieron, también esto provocó un mejor desarrollo en cuanto al crecimiento del cultivo de papa.

De acuerdo a los diferentes productos que se aplicaron observamos que el HP con la dosis de 120 kg/ha dio una mejor concentración de los nutrimentos en la planta y así también fue el que tuvo mejor desarrollo de planta.

Rábano

En el experimento de rábano que se estableció no hubo diferencia entre los tratamientos que se establecieron con las diferentes dosis de las sustancias húmicas.

La aplicación de las sustancias húmicas en los diferentes tratamientos al cultivo de rábano que tuvieron mejor rendimiento fueron los tratamientos que se les aplicaron HS con 120 kg/ha y HG con 120 kg/ha en primera y segunda categoría.

RESUMEN

En esta investigación se aplicaron diferentes productos y dosis de las sustancias húmicas en el cultivo de papa en mayo de 1994 en Huachichil, municipio de Arteaga, Coahuila. Como no se pudo tener el rendimiento de la papa se planteó con los mismos productos pero en el cultivo de rábano, para tener datos de rendimiento con las diferentes productos aplicados. Los objetivos principales fueron mejorar las características físicas y químicas del suelo y el crecimiento del cultivo e incrementar el rendimiento de los cultivos de papa y rábano, mediante el uso de sustancias húmicas y fertilizante químico.

La aplicación de las sustancias húmicas favorecieron algunas de las características físicas y químicas del suelo en cultivo de papa.

El HP con la dosis de 120 kg/ha dio una mayor concentración de los nutrimentos en la planta y así también fue el que tuvo mejor desarrollo de planta de papa.

El cultivo de rábano que tuvieron el mejor rendimiento fueron los tratamientos que se les aplicaron HS con 120 kg/ha y HG con 120 kg/ha en primera y segunda categoría.

LITERATURA CITADA

- Bolt, G.H. y Bruggenwert, M.G.M. 1980. Química de suelos. Gakkaishupan-center. Tokio.
- Cepeda, D.J.M. 1991. Química de suelos. Trillas. México.
- Foth, H. D. 1985. Fundamentos de la ciencias del suelo. Centro regional de ayuda técnica. AID. México.
- Grupo Bioquímico Mexicano (GBM). 1993. Folleto de información sobre las sustancias húmicas. México.
- Gros, A. 1974. Abonos. _____.
- Hasimoto, H. 1977. Teoría y aplicación de la materia orgánica. Nosangyosonkyokai. Tokio.
- Kononova, M.M. 1976. Materia orgánica del suelo. Editorial oicos-tov, s.a. España.
- Lynch, J.M. 1983. Soil biotechnology microbiological factores in crop productivity. Blacwell scientific publications. London.
- MacCarthy, P. , Clapp, C.E. , Malcom, R.L. , Chen, Y. , Aviad, T. y Bloom P.R. 1990. Humic substances in soil and crop sciences. American society of agronomy, Inc. Soil science society of America, In. Wisconsin, U.S.A.
- Martinez, S.J. 1992. Ácidos húmicos y fertilización en el cultivo de brocoli (*Brassica oleracea* L. var *italica*). Tesis nivel maestría. U.A.A.A.N.
- ✓ Messiaen, C.M. 1979. Las hortalizas. Blume distribuidora, s.a.
- Miyoshi, H., Shimada, E. , Ishikawa, M. , y Date, N. 1983. Diccionario de las palabras del suelo. Nosan gyosonkyokai. Tokio.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Costa Rica.

- Narro, F.E.A. 1982. Efecto de mejoradores de suelos y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de la papa en un suelo de pH alcalino. XV congreso nacional de la ciencia del suelo. México.
- Narro, F.E.A. 1994. Física de suelo con enfoque agrícola. Trillas. México.
- ✓ Noguchi, Y. 1992. La ciencia de la agricultura. Yokendo. Tokio.
- ✓ Ogden, S. 1983. Cultivo natural de las hortalizas. Editorial Diana. México.
- Ortiz, V.B. y Ortiz, S.C.A. 1987. Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo México.
- Parsons, D.B. 1983. Papas. Editorial Trillas. México.
- ✓ Peirce, L.C. 1987. Vegetables characteristics, production and marketing. John Wiley and sons. U.S.A.
- ✓ Splittstoesser, W.E. 1992. Vegetable growing handbook. Vannostrand reinhold company. U.S.A.
- Stevenson, F.J. 1972. Role and function of humic in soil with emphasis on absorption of herbicides and chelation of micronutrients. Bioscience american institute of biological sciences. vol:22 (11) p643-650.
- Tisdale, L.S. y Nelson, L.W. 1987. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edo Montane, Simon, S.A. Barcelona.
- Visser, S.A. 1986. Humic substances, effect on soil and planta. REDA. Roma.
- Yahata, T. 1975 Física de suelo. Tkyoudaigakushupankai. Tokio.
- Yoshida, M. 1981. Fenómeno de absorción en el suelo. Hakusuisha. Tokio.

APENDICE

I	II	III	IV
7 ₁	4 ₁₁	8 ₂₁	3 ₃₁
3 ₂	9 ₁₂	6 ₂₂	6 ₃₂
10 ₃	1 ₁₃	2 ₂₃	4 ₃₃
4 ₄	7 ₁₄	9 ₂₄	1 ₃₄
8 ₅	3 ₁₅	4 ₂₅	10 ₃₅
2 ₆	6 ₁₆	1 ₂₆	7 ₃₆
5 ₇	10 ₁₇	3 ₂₇	8 ₃₇
9 ₈	5 ₁₈	10 ₂₈	5 ₃₈
6 ₉	8 ₁₉	7 ₂₉	2 ₃₉
1 ₁₀	2 ₂₀	5 ₃₀	9 ₄₀

I, II, III, IV son No. de repeticion.

1, 2,.....10 son No. de tratamiento.

1,2,.....40 son No. de parcela.

Figura A.1. Distribución de los tratamientos en campo.

Métodos de análisis de los datos tomados

Se utilizó método de Bartlett porque algunas coeficiente de varianza son muy elevada como peso fresco de fruto del rábano de primera, por lo tanto se descompuso en tratamientos como sigue:

Distribución de los tratamientos.

Producto	Dosis kg/ha
Humiplex STD (A ₁)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
Humiplex 60 (A ₂)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
Humiplex 50G (A ₃)	40 (B ₁)
	80 (B ₂)
	120(B ₃)
Sin aplicación	0

Experimento factorial 3 x 3 (producto x dosis) más un tratamiento adicional en diseño bloques al azar.

$t - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad para tratamientos.

Contraste C1: T10 vs Resto con 1 grado de libertad.

Los otros 8 grados de libertad quedarán

Productos $3 - 1 = 2$

Dosis o Niveles $3 - 1 = 2$

Productos x Dosis $(3 - 1)(3 - 1) = 4$

Etapas de análisis

1. $t = 10$ con $r = 4$ en diseño bloques al azar.

Fuente de variación	Grado de libertad
Bloques	$r - 1 = 3$
Tratamientos	$t - 1 = 9$
Error Experimental	$(t - 1)(r - 1) = 27$
Total	$tr - 1 = 39$

2. Descomposición de tratamientos.

Fuente de variación	Grado de libertad
T_{10} vs Resto (C_1)	1
Productos (A)	2
Dosis (B)	2
Productos x Dosis (AB)	4
	9

3. Descomposición de error.

Fuente de variación	g.l.
•Bloques	3
•Tratamientos	9
C1	1
A1 vs A2, A3	1
A2 vs A3	1
B1 vs B3	1
B2 vs B1, B3	1
(A1 vs A2, A3) x (B1 vs B3)	1
(A1 vs A2, A3) x (B2 vs B1, B3)	1
(A2 vs A3) x (B1 vs B3)	1
(A2 vs A3) x (B2 vs B1, B3)	1
•EE	27
EC _i	3
EA _L	3
EA _c	3
EB _L	3
EB _c	3
EA _L B _L	3
EA _L B _c	3
EA _c B _L	3
EA _c B _c	3
•Total	39

Primera etapa "Tabla de datos"

Variable: El rendimiento de rábano de primera.

TRAT.	I	II	III	IV	Si2	Si	MEDIA
1	56	115	82	0	1770.69	452.08	63.25
2	95	21	0	52	1247.25	35.32	39.50
3	102	27	0	126	2688.19	51.85	63.75
4	59	29	157	59	23370.0	48.34	76.00
5	76	68	82	56	94.75	9.73	70.50
6	94	0	94	0	2209.00	47.00	47.00
7	0	52	32	85	953.19	30.87	42.25
8	0	0	62	0	720.75	26.85	15.50
9	117	107	205	0	5288.19	72.72	107.25
10	22	0	31	0	185.69	13.69	13.25

Segunda etapa: Análisis de varianza.

FV	g.l.	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	29249.023438	3249.891602	1.4456	0.218
Bloques	3	9279.875000	3093.291748	1.3760	
Error	27	60698.875000	2248.106445		
Total	39	99227.773438			

C.V. = 88.090 %

Tercera etapa: Análisis de varianza (contraste).

FV	g.l.	SC	CM	F	F(0.05)	F(0.01)
Contraste 1	1	7317.024902	7317.024902	3.254750	4.21	7.68
Error	27	60698.874023	2248.106445			

Cuarta etapa: Análisis de varianza (factores).

FV	g.l.	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	8564.664063	2854.887939	1.1293	0.357
Factor A	2	686.000000	343.000000	0.1357	0.874
Factor B	2	5788.664063	2894.332031	1.1449	0.336
Interacción	4	15457.335938	3864.333984	1.5286	0.225
Error	24	60671.335938	2527.972412		
Total	35	911680.000000			

C.V. = 86.192482 %

Descomposición de A

Efecto	Y _{1..}	Y _{2..}	Y _{3..}	$\Sigma CkiYi..$	ΣC^2ki	SCC= $r(\Sigma CkiYi..)^2/\Sigma C^2ki$
	55.5	64.5	55.0			
A ₁ vs A ₂ , A ₃	2	-1	-1	-8.5	6	$(4)(3)(-8.5)^2/6 = 144.5$
A ₂ vs A ₃	0	1	-1	9.5	2	$(4)(3)(9.5)^2/2 = 541.5$

Descomposición de B

Efecto	Y _{1.}	Y _{2.}	Y _{3.}	$\Sigma CkjY.j.$	ΣC^2ki	SCC= $r(\Sigma CkiYi..)^2/\Sigma C^2ki$
	60.5	41.8	72.6			
B ₁ vs B ₃	2	-1	-1	-8.5	6	$(4)(3)(12.1667)^2/6 = 888.1715$
B ₂ vs B ₁ , B ₃	0	1	-1	9.5	2	$(4)(3)(49.5001)^2/2 = 4900.519$

Descomposición de AB

Efecto	Y _{11.}	Y _{12.}	Y _{13.}	Y _{21.}	Y _{22.}	Y _{23.}	Y _{31.}	Y _{32.}	Y _{33.}	Y ₁₀
	63.25	39.5	63.75	76.0	70.5	47.0	42.25	15.5	107.25	13.25
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0

$$SCC = \frac{r(\Sigma CkiYi..)^2}{\Sigma C^2ki}$$

Para descomponer el error en SCCK.

Bloque 1

Efecto	Y_{111}	Y_{121}	Y_{131}	Y_{211}	Y_{221}	Y_{231}	Y_{311}	Y_{321}	Y_{331}	Y_{10}	$\Sigma CkiY_{ij}$.
	56	95	102	59	76	94	0	0	117	22	
C1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-401
AL	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	160
AC	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	112
BL	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	0	198
BC	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	0	86
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0	-60
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0	-182
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0	-82
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0	-116

Bloque 2

Efecto	Y_{112}	Y_{122}	Y_{132}	Y_{212}	Y_{222}	Y_{232}	Y_{312}	Y_{322}	Y_{332}	Y_{10}	$\Sigma CkiY_{ij}$.
	115	21	27	29	68	0	52	0	107	0	
C1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-419
AL	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	70
AC	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	-62
BL	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	0	-62
BC	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	0	152
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0	-202
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0	148
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0	-84
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0	-266

Bloque 3

Efecto	Y_{113}	Y_{123}	Y_{133}	Y_{213}	Y_{223}	Y_{233}	Y_{313}	Y_{323}	Y_{333}	Y_{10}	$\Sigma C_k Y_{ij}$
	82	0	0	157	82	94	32	62	205	31	
C1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-435
AL	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-468
AC	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	34
BL	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	0	28
BC	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	0	282
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0	-274
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0	-36
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0	-236
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0	-26

Bloque 4

Efecto	Y_{114}	Y_{124}	Y_{134}	Y_{214}	Y_{224}	Y_{234}	Y_{314}	Y_{324}	Y_{334}	Y_{10}	$\Sigma C_k Y_{ij}$
	0	42	126	59	56	0	85	0	0	0	
C1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-368
AL	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	136
AC	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	30
BL	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	0	-18
BC	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	0	74
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0	396
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0	52
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0	26
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0	-138

Cuadro efecto x bloque para SCECK

Efecto	Y ₁₁₄	Y ₁₂₄	Y ₁₃₄	Y ₂₁₄	Y ₂₂₄	Y ₂₃₄	Y ₃₁₄	Y ₃₂₄	Y ₃₃₄	Y ₁₀	ΣCkiYij.
	0	42	126	59	56	0	85	0	0	0	
C1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	9	-368
AL	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	136
AC	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	30
BL	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	0	-18
BC	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	0	74
AL x BL	-2	0	2	1	0	-1	1	0	-1	0	396
AL x BC	2	-4	2	-1	2	-1	-1	2	-1	0	52
AC x BL	0	0	0	-1	0	1	1	0	-1	0	26
AC x BC	0	0	0	1	-2	1	-1	2	-1	0	-138

Cuadro efecto x bloque para SCECK.

Efecto	Bloque				ΣCkj	ΣC ² ij
	I	II	III	IV		
C1	-401	-419	-435	-368	-1623	90
AL	160	70	-468	136	-102	18
AC	112	-62	34	30	114	6
BL	198	-62	28	-18	146	6
BC	86	152	282	74	594	18
AL x BL	-60	-202	-274	396	-140	12
AL x BC	-182	148	-36	52	-18	36
AC x BL	-82	-84	-236	26	-376	4
AC x BC	-116	-266	-26	-138	-546	12

Para CMECK.

Efecto	g.l.	SCECK	CMECK
C1	3	270.541667	9.018056
AL	3	14745.5	4915.16667
AC	3	2532.5	844.16667
BL	3	6471.16667	2157.05556
BC	3	1516.16667	505.38889
AL x BL	3	22616.333	7538.77777
AL x BC	3	1637.41667	545.80556
AC x BL	3	8702.0	2900.066667
AC x BC	3	2450.25	816.75

$$SCECK = \frac{\sum C^2kj - \frac{(\sum Ckj)^2}{4}}{\sum C^2ij}$$

Cuadro para Fc.

Efecto	Fc	F α	
		0.05	0.01
C1	797.0133	10.13	34.12
AL	0.0294	10.13	34.12
AC	0.6415	10.13	34.12
BL	0.4146	10.13	34.12
BC	9.6965	10.13	34.12
AL x BL	0.0542	10.13	34.12
AL x BC	0.0041	10.13	34.12
AC x BL	3.0462	10.13	34.12
AC x BC	7.6042	10.13	34.12

4. Descomposición de los efectos principales (A y B), la interacción en sus efectos correspondientes. Como se sospecha de heterogeneidad de varianza, se intentará descomponer la SCError en los correspondientes error para la contrastes.

Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrado	Cuadro medio	F calculado
•Bloques	3	9279.875	3093.2917	1.376
•Tratamientos	9	29249.0234	3249.8916	1.446
C1	1	7317.0249	7317.0249	797.01**
A	2	686.000	343.0000	0.1357
A1 vs A2, A3	1	144.5	144.5	0.0294
A2 vs A3	1	541.5	541.5	0.6415
B	2	5788.66406	2894.3320	1.1449
B1 vs B3	1	888.16666	888.16666	0.4117
B2 vs B1, B3	1	4900.5000	4900.5000	9.6965
AB	4	15457.3359	3864.3339	1.5286
(A1 vs A2, A3) x (B1 vs B3)	1	408.3333	408.3333	0.0542
(A1 vs A2, A3) x (B2 vs B1, B3)	1	2.2500	2.2500	0.0041
(A2 vs A3) x (B1 vs B3)	1	8836.0000	8836.0000	3.0462
(A2 vs A3) x (B2 vs B1, B3)	1	6210.7500	6210.7500	7.6042
•EE	27	60698.8740	2248.1064	
EC ₁	3	27.541667	9.18056	
EA _L	3	14745.5	4915.1667	
EA _c	3	2532.5	847.41667	
EB _L	3	6471.1667	2157.0556	
EB _c	3	1516.1667	505.3889	
EA _L B _L	3	22616.3333	7538.7777	
EA _L B _c	3	1637.41667	545.80556	
EA _c B _L	3	8702.0	2900.6667	
EA _c B _c	3	2450.25	816.75	
•Total	39	99227.7734		

Análisis de varianza del cultivo de papa

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Nitrogeno total	Contraste	77.15	0.74	NS
	Factor A	7.31	0.06	NS
	Factor B	1290.09	1.12	NS
	Interaccion	46.81	0.40	NS

C.V. = 10.75 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Fósforo aprovechable	Contraste	0.04	0.001	NS
	Factor A	66.39	0.45	NS
	Factor B	61.81	0.41	NS
	Interaccion	209.88	1.41	NS

C.V. = 12.14 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Potasio intercambiable	Contraste	9606.99	1.91	NS
	Factor A	240.0	0.05	NS
	Factor B	18.0	0.01	NS
	Interaccion	908.0	0.19	NS

C.V. = 7.095 %

7.

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Carbonatos totales	Contraste	0.03	0.01	NS
	Factor A	0.78	0.27	NS
	Factor B	4.64	1.60	NS
	Interacción	0.70	0.24	NS

C.V. = 6.51 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Conductividad eléctrica	Contraste	0.07	0.34	NS
	Factor A	0.12	0.57	NS
	Factor B	0.16	0.76	NS
	Interacción	0.15	0.71	NS

C.V. = 39.84 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Capacidad de intercambio cationico	Contraste	0.69	0.16	NS
	Factor A	0.02	0.01	NS
	Factor B	2.00	0.44	NS
	Interacción	9.91	2.18	NS

C.V. = 8.71 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
pH	Contraste	00.14	0.78	NS
	Factor A	0.001	0.19	NS
	Factor B	0.002	0.28	NS
	Interacción	0.012	1.44	NS

C.V. = 1.12 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia orgánica	Contraste	0.14	0.08	NS
	Factor A	0.01	0.06	NS
	Factor B	0.22	1.08	NS
	Interacción	0.08	0.40	NS

C.V. = 10.82 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja 1	Contraste	529.13	2.34	NS
	Factor A	23.27	0.11	NS
	Factor B	201.77	0.96	NS
	Interacción	230.36	1.10	NS

C.V. = 31.04 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de tallo 1	Contraste	126.81	3.02	NS
	Factor A	28.51	0.77	NS
	Factor B	76.16	2.05	NS
	Interacción	57.16	1.54	NS

C.V. = 35.55 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de raíz 1	Contraste	42.15	3.94	NS
	Factor A	3.45	0.36	NS
	Factor B	21.53	2.23	NS
	Interacción	3.08	0.32	NS

C.V. = 30.58 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca total 1	Contraste	1661.05	3.08	NS
	Factor A	123.55	0.26	NS
	Factor B	744.45	1.56	NS
	Interacción	523.81	1.10	NS

C.V. = 29.59 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de tubérculos	Contraste	2159.92	1.24	NS
	Factor A	42.95	0.02	NS
	Factor B	396.33	0.21	NS
	Interacción	999.47	0.53	NS

C.V. = 40.65 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja 2	Contraste	183.35	2.64	NS
	Factor A	248.61	1.22	NS
	Factor B	12.65	0.06	NS
	Interacción	56.92	0.28	NS

C.V. = 33.64 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de tallo 2	Contraste	48.18	0.78	NS
	Factor A	76.64	1.12	NS
	Factor B	30.44	0.44	NS
	Interacción	11.58	0.16	NS

C.V. = 47.54 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca total 2	Contraste	986.74	1.91	NS
	Factor A	627.74	1.09	NS
	Factor B	99.74	0.17	NS
	Interacción	56.35	0.10	NS

C.V. = 35.44 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia seca de raíz 2	Contraste	6.19	0.00	NS
	Factor A	1.58	0.22	NS
	Factor B	2.55	0.35	NS
	Interacción	7.18	1.00	NS

C.V. = 34.48 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Área foliar	Contraste	8784271	2.64	NS
	Factor A	4518272	1.22	NS
	Factor B	229632	0.06	NS
	Interacción	103540	0.28	NS

C.V. = 33.64 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Numero de tallo	Contraste	0.87	6.72	*
	Factor A	0.07	0.71	NS
	Factor B	0.07	0.65	NS
	Interacción	0.07	0.65	NS

C.V. = 18.42 %

Análisis de varianza del cultivo de rábano

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Densidad de sólido	Contraste	0.06	7.76	**
	Factor A	0.02	2.09	NS
	Factor B	0.04	4.67	*
	Interacción	0.001	00.92	NS

C.V. = 3.82 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
pH	Contraste	0.03	3.42	NS
	Factor A	0.002	0.19	NS
	Factor B	0.01	1.27	NS
	Interacción	0.001	0.08	NS

C.V. = 1.13 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Materia orgánica	Contraste	0.00001	0.0001	NS
	Factor A	0.02	0.21	NS
	Factor B	0.12	1.25	NS
	Interacción	0.02	0.17	NS

C.V. = 18.19 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Nitrógeno total	Contraste	0.03	0.0006	NS
	Factor A	12.64	0.23	NS
	Factor B	69.42	1.28	NS
	Interacción	8.70	0.16	NS

C.V. = 18.24 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Fósforo aprovechable	Contraste	1124.41	3.52	NS
	Factor A	43.03	0.13	NS
	Factor B	435.96	1.32	NS
	Interacción	96.24	0.29	NS

C.V. = 26.62 %

8:

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Potasio Intercambiable	Contraste	3076.63	0.25	NS
	Factor A	7782.0	0.58	NS
	Factor B	15327.0	1.13	NS
	Interacción	8381.5	0.62	NS

C.V. = 16.59 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Carbonatos totales	Contraste	2.87	0.74	NS
	Factor A	1.70	0.47	NS
	Factor B	0.47	0.13	NS
	Interacción	3.27	0.90	NS

C. V. = 9.47 %

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Conductividad eléctrica	Contraste	0.005	0.03	NS
	Factor A	0.035	0.17	NS
	Factor B	0.24	1.15	NS
	Interacción	0.20	0.95	NS

C.V. = 36.80 %

8

Variable	FV	CM	Fc	Significa
Capacidad de intercambio cationico	Contraste	0.87	0.19	NS
	Factor A	0.11	0.02	NS
	Factor B	6.73	1.46	NS
	Interaccion	3.86	0.84	NS

C.V. = 12.60 %

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Tamaño de fruto de primera	Contraste	2.67	0.84	NS
	AL	4.96	0.10	NS
	AC	1.70	3.01	NS
	BL	1.85	1.41	NS
	BC	0.52	3.18	NS
	ALBL	7.34	0.21	NS
	ALBC	0.88	0.33	NS
	ACBL	0.93	5.07	NS
	ACBC	1.60	5.58	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Tamaño de fruto de segunda	Contraste	0.04	0.03	NS
	AL	0.22	0.00	NS
	AC	0.38	1.66	NS
	BL	0.24	3.76	NS
	BC	0.16	0.31	NS
	ALBL	0.15	0.54	NS
	ALBC	0.23	0.49	NS
	ACBL	0.74	0.27	NS
	ACBC	0.17	0.04	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Tamaño de fruto de tercera	Contraste	0.04	5.59	NS
	AL	0.01	0.04	NS
	AC	0.01	0.33	NS
	BL	0.02	0.23	NS
	BC	0.11	0.00	NS
	ALBL	0.04	4.66	NS
	ALBC	0.05	7.52	NS
	ACBL	0.03	1.6	NS
	ACBC	0.06	0.06	NS

8

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Peso fresco de fruto de primera	Contraste	9.18	797	**
	AL	4915	0.03	NS
	AC	844.17	0.64	NS
	BL	2157	0.41	NS
	BC	505.39	9.70	NS
	ALBL	7538	0.05	NS
	ALBC	545.80	0.00	NS
	ACBL	2900	3.05	NS
	ACBC	816.75	7.60	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Peso fresco de fruto de segunda	Contraste	1954	17.58	*
	AL	13873	0.86	NS
	AC	7460	5.39	NS
	BL	2499	20.03	*
	BC	3599	46.04	**
	ALBL	119868	0.02	NS
	ALBC	3072	0.13	NS
	ACBL	25424	0.39	NS
	ACBC	968.08	9.66	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Peso fresco de fruto de tercero	Contraste	34897	0.00	NS
	AL	26219	2.74	NS
	AC	5345	0.05	NS
	BL	43503	0.27	NS
	BC	95450	1.62	NS
	ALBL	77982	0.10	NS
	ALBC	9327	0.77	NS
	ACBL	11488	3.34	NS
	ACBC	32047	0.25	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Peso fresco de fruto total	Contraste	47611	1.65	NS
	AL	64884	2.05	NS
	AC	31551	1.18	NS
	BL	64328	2.03	NS
	BC	89446	8.46	NS
	ALBL	371921	0.04	NS
	ALBC	18723	0.21	NS
	ACBL	76399	0.53	NS
	ACBC	46916	0.16	NS

8

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja de primera	Contraste	1.95	5.33	NS
	AL	7.63	0.79	NS
	AC	4.91	0.13	NS
	BL	8.00	0.70	NS
	BC	17.58	0.06	NS
	ALBL	5.59	0.17	NS
	ALBC	1.53	2.73	NS
	ACBL	3.34	3.06	NS
	ACBC	4.09	2.79	NS

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja de segunda	Contraste	0.63	95.18	**
	AL	84.02	0.02	NS
	AC	76.61	2.10	NS
	BL	205.87	0.01	NS
	BC	82.56	0.18	NS
	ALBL	16.23	1.07	NS
	ALBC	113.76	0.14	NS
	ACBL	96.08	0.01	NS
	ACBC	36.36	9.21	NS

8

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja de tercera	Contraste	23.24	9.66	NS
	AL	544.63	0.53	NS
	AC	16.86	47.95	**
	BL	389.22	0.81	NS
	BC	116.09	3.67	NS
	ALBL	537.98	0.01	NS
	ALBC	194.35	0.61	NS
	ACBL	444.52	5.27	NS
	ACBC	77.09	10.62	*

Variable	Efecto	CM	Fc	Significa
Materia seca de hoja de total	Contraste	166.05	1.97	NS
	AL	143.37	6.32	NS
	AC	331.31	1.29	NS
	BL	660.81	0.37	NS
	BC	305.62	3.42	NS
	ALBL	2113	0.04	NS
	ALBC	344.69	0.00	NS
	ACBL	365.36	0.00	NS
	ACBC	282.60	0.48	NS