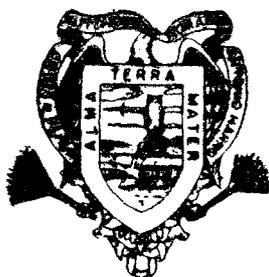


REDUCCION DEL FERTILIZANTE DE FONDO EN
PAPA (*Solanum tuberosum* L), AL APLICAR
BIOACTIVADORES HUMICOS Y FERTILIZANTES
FOLIARES, EN ARTEAGA, COAHUILA

BENITO REYNA BALDERAS

T E S I S

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



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

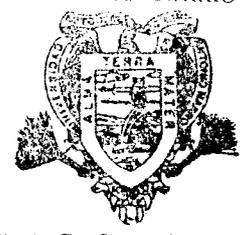
Buenavista. Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

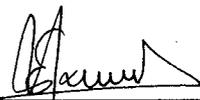
MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

COMITE PARTICULAR

- Asesor principal: 
DR. EDUARDO A. NARRO FARIAS
- Asesor 
MC. JAVIER S. SILVEYRA MEDINA
- Asesor 
MC. FERNANDO BORREGO ESCALANTE
- Asesor 
MC. CESAR ESTRADA TORRES
- 
DR. JESUS M. FUENTES RODRIGUEZ
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1996

Agradecimientos

A dios por su invaluable apoyo moral.

“El hombre hoy no es libre tiene el alma esclavizada, tiene el corazón atado al dinero y al placer.

Busca la felicidad en aquello que esta muerto y no quiere comprender que es tan sólo un desierto.

Quién le ha de hacer entender que el bien del hombre es aquél que le hizo el corazón.

La naturaleza es armonía divina, sinfonía maravillosa, que invita a la creación a que acompañe su evolución y progreso.

Colabora con la naturaleza

No destruyas los bienes que ella pone a tu disposición para que te sirvan.

Coopera con los árboles que colaboran con tu vida purificando el aire que respiras.

Colabora con la pureza de las fuentes, que proporcionan el agua para quitarte la sed y refrescar tu cuerpo.

Ayuda al suelo a producir, para que haya pan y comida abundante para todos.

El hombre se desespera, tiene el corazón vacío y quién se lo va a llenar si está cerrado al amor.

La cierva, si tiene sed, busca la fuente del río, pero el hombre que está frío nunca busca a su creador.

Pobre hombre, que diré eres libre lo sé pero al tener libertad eliges esclavitud.

Y quién te va a hacer feliz, el placer al que te entregas o al dinero al que te aferras, ellos te han de consolar.

En ellos, nunca lo vas a lograr, pasará la tempestad y tú seguirás igual.

Si quieres la libertad, amor y felicidad, saca el mal que hay en ti, vive en el respeto de las leyes naturales y llena tu corazón del inmenso amor a dios”.

C. Serrot P.
Obras Misioneras.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por su carta de aceptación.

Al CONACyT por el apoyo económico y por la responsabilidad que tienen con sus becados para el engrandecimiento del país.

Al Dr. Eduardo A. Narro Farías con respeto y admiración, por su valiosa asesoría en la elaboración, conducción y revisión de este trabajo, así como en mi programa de estudios de maestría.

Al MC. Javier S. Silveyra Medina, al MC. Fernando Borrego Escalante y al MC Cesar Estrada Torres, por sus aportaciones, sugerencias y revisión de este trabajo.

A Hilda Cecilia Burciaga y a las laboratoristas de física de suelos (Idalia y Lucy), por su participación en los análisis de laboratorio para este trabajo.

Al Ing. Pedro Recio del Bosque y al MC. Luis Miguel Lasso Mendoza, por su apoyo y amistad desinteresada durante mis estudios.

A Rosa Guadalupe Prado, por su amistad y apoyo brindado.

A la Lic. Yanira Yaber Patiño, por su colaboración en la revisión del abstract.

Al Ing. Javier Moreno Alvarez, por su apoyo y amistad desinteresada

Dedicatoria

A mis padres

Sra. Elodia Balderas de Reyna

y

Sr. Valeriano Reyna Solís

Por haberme inculcado el respeto a las personas, la responsabilidad de los compromisos, el amor hacia las cosas y al trabajo, el afán de superación, el carácter para resolver los problemas e imponer la disciplina, y la dignidad que debemos tener todos los hombres.

A mis hermanos.

Ma. Francisca

Esteban

Manuel Antonio

y Valeriano Reyna Balderas

Por su fe y estímulo, y sobre todo por su paciencia.

A mi novia

Dedico esta tesis, que tanto esfuerzo ha requerido de mí, a Magnolia Ramos Gándara, de quien en todo momento he recibido amor, apoyo y comprensión; pidiéndole que vea de mí mis escasas virtudes y no tome en cuenta mis innumerables defectos.

COMPENDIO

Reducción del fertilizante de fondo en papa (Solanum tuberosum L), al aplicar bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares, en Arteaga, Coahuila.

POR

BENITO REYNA BALDERAS

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO , COAHUILA. NOVIEMBRE DE 1996

DR. EDUARDO A. NARRO FARIAS - ASESOR -

Palabras clave: papa, reducción, fertilizante de fondo, bioactivadores húmicos, fertilizantes foliares.

La aplicación de bioactivadores húmicos al suelo en mezcla con dosis decrecientes de fertilización de fondo y aplicaciones foliares, son una alternativa para solucionar el problema del exceso y fijación del fertilizante de fondo, por consecuencia se mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, y se registran cambios en algunas funciones fisiológicas de la papa. Se utilizó un diseño experimental factorial (AxB) en bloques al azar, con cuatro repeticiones, en donde el bioactivador húmico se aplica en cuatro niveles (0, 50, 100 y 150

kg/ha) denominándose factor A y el factor B involucra la fertilización de fondo y foliar; pero la fertilización de fondo se maneja en tres niveles (100, 75 y 50 por ciento), mientras que la fertilización foliar se maneja en tres niveles (0, 9 y 18 kg/ha).

La variable altura de planta y el número de tallos por metro lineal, mostraron diferencias insignificantes; por esta razón es mejor aplicar el 50 por ciento de fertilización y no el 100 por ciento.

El fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc foliar se encuentran en el rango normal, mientras que el nitrógeno, hierro, cobre y manganeso se ubican en el rango alto. El menor desbalance de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, cobre, zinc y manganeso se alcanza en los tratamientos tres (A_1B_3), nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1), uno (A_1B_1), nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1), 10 (A_4B_1) y el cinco (A_2B_1) respectivamente, mientras que el magnesio no presenta mucha variación.

La máxima materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos a los 50 días se presenta en los tratamientos 10 (A_4B_1), seis (A_2B_3), 10 (A_4B_1) y cuatro (A_2B_1) respectivamente; pero la dosis alta de bioactivador más 75 por ciento de fertilización de fondo aumentan la materia seca de hojas, raíces, tallos y tubérculos a los 80 días. La materia seca total en ambas evaluaciones no presentan diferencia estadística.

La máxima fotosíntesis y transpiración media por planta se alcanza en los tratamientos siete (A_3B_1), cinco (A_2B_2) y el nueve (A_3B_3) a los 34, 63 y 103 días respectivamente; pero la mayor conductancia media por planta se registra con 100 kg/ha de bioactivador más la dosis alta, media y baja a los 34, 63 y 103 días respectivamente; el mayor UEFA medio se alcanza en los tratamientos seis (A_2B_3), dos (A_1B_2) y uno (A_1B_1) a los 34, 63 y 103 días respectivamente.

Las propiedades del suelo como densidad aparente, espacio poroso, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, carbonatos totales, nitrógeno total y potasio asimilable, se modifican en forma no significativa al aplicar bioactivador húmico. También se lograron ciertos cambios significativos en fósforo aprovechable.

ABSTRACT

Reduction of the fertilizing of fund in potato (Solanum tuberosum L), upon applying humic bioactivator and fertilizing foliate, in Arteaga, Coahuila.

By

BENITO REYNA BALDERAS

MASTER OF SCIENCE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA NOVEMBER 1996

DR. EDUARDO A. NARRO-FARIAS -ADVISOR-

Keys Words: potato, reduction, fertilizing of fund, humic bioactivator, fertilizing foliate.

The humic bioactivator application to the soil, in mixture with decreasing dose of fund fertilization and foliates applications, are an alternative to solve the problem of excess and fixing of the fertilizing of fund, therefore the physical and chemical properties of the soil, are improved and registered changes in some physiological functions of the potato. It was used a factorial experimental design (AxB) in blocks at random, with four repetitions; in which the humic bioactivator is

applied in four levels (0, 50, 100 and 150 kg/ha) being designated as factor A and factor B. It involves the fund fertilization and to foliate; but the fund fertilization is handled in three levels (100, 75 y 50 percent), while the fund fertilization to folio is handled in three levels (0, 9 y 18 kg/ha).

The variable plant height and the number of stems by linear mater, showed insignificant differences; for this reason it is better to apply 50 percent of fertilization and not 100 percent.

The phosphorus, potassium, calcium, magnesium and zinc to folio are found in the normal range, while the nitrogen, iron, copper and manganese are located in the high range. The minor desbalance of nitrogen phosphorus, potassium, calcium, iron, copper, zinc and manganese is reached in the treatments three (A_1B_3), nine (A_3B_3), seven (A_3B_1), one (A_1B_1), nine (A_3B_3), seven (A_3B_1), 10 (A_4B_1) and five (A_2B_1) respectively, while the magnesium does not present much variation.

The maximum dry matter of leaves, stems, roots and tubers in 50 days. is presented in the treatments 10 (A_4B_1), six (A_3B_3), 10 (A_4B_1), and four (A_2B_1) respectively; but the high dose of bioactivator plus 75 percent of fund fertilization increase the the dry matter of leaves, roots, stems and tubers in 80 days. Total dry matter in both evaluations does not present statistics diference.

The maximum photosynthesis and average transpiration by plant is reached in the treatments seven (A_3B_1), five (A_2B_2) and nine (A_3B_3) at 34, 63 and 103 days respectively; but the major average conductance by plant is registered with 100 kg/ha has of bioactivator plus the high average and low dose at and decreases 34, 63 and 103 days respectively; the major average UEFA is reached in the treatments six (A_3B_3), two (A_1B_2) and one (A_1B_1) at 34, 63 and 103 days respectively.

The properties of the soil suchas apparent density, porous space, organic matter, exchange capacity cationic, total carbonates, total nitrogen and potassium, are modified in form not significative upon applying humic bioactivator. Also they were achieved certain significative changes in phosphorus wearable.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
INTRODUCCION	1
Hipótesis.....	2
Objetivos.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Importancia económica	4
Condiciones ambientales.....	5
Clima.....	5
Suelo.....	6
Comportamiento del nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo	7
Comportamiento del nitrógeno.....	7
Comportamiento del fósforo	10
Comportamiento del potasio	12
Efecto de los ácidos húmicos.....	12
Efectos en propiedades físicas del suelo.....	12
Efectos en propiedades químicas del suelo	14
Efectos en propiedades biológicas del suelo.....	17
Efectos en las funciones fisiológicas de las plantas	19
Efectos en la fertilización de los suelos	25
MATERIALES Y METODOS.....	28
Localización del área experimental.....	28
Ubicación geográfica y fecha de siembra del experimento	28
Condiciones ambientales del sitio experimental.....	28
Clima.....	28
Suelo.....	29
Agua	30
Descripción de materiales	31
Material Vegetal.....	31
Bioactivador húmico.....	32
Fertilización.....	32
Fertilización foliar.....	32
Descripción de los tratamientos	33
Diseño experimental.....	34
Descripción del sitio experimental	34
Aplicación de tratamientos	35
Prácticas culturales	36
Manejo del cultivo.....	36
Siembra y fertilización.....	36
Cultivos	37
Riegos.....	38
Control de plagas y enfermedades	38
Evaluación de los tratamientos.....	39

	Página
Evaluaciones en planta.....	39
Altura de planta.....	39
Número de tallos.....	39
Materia seca.....	40
Análisis foliar.....	40
Medición de la fotosíntesis, transpiración y conductancia.....	43
Uso eficiente fisiológico del agua (UEFA).....	44
Evaluaciones en suelo.....	44
RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
Variables evaluadas en planta.....	46
Altura de planta.....	46
Número de tallos.....	47
Concentración de macronutrientos foliares.....	48
Nitrógeno.....	48
Fósforo.....	48
Potasio.....	48
Calcio.....	48
Magnesio.....	51
Concentración de micronutrientos foliares.....	52
Hierro.....	52
Cobre.....	53
Zinc.....	53
Manganeso.....	54
Materia seca.....	58
Primera evaluación.....	58
Segunda evaluación.....	60
Asimilación de dióxido de carbono (Fotosíntesis neta).....	64
Primera evaluación de fotosíntesis.....	64
Segunda evaluación de fotosíntesis.....	64
Tercera evaluación de fotosíntesis.....	66
Transpiración en hojas.....	69
Primera evaluación de transpiración.....	69
Segunda evaluación de transpiración.....	71
Tercera evaluación de transpiración.....	72
Conductancia estomatal.....	74
Primera evaluación de conductancia.....	74
Segunda evaluación de conductancia.....	75
Tercera evaluación de conductancia.....	76
Uso eficiente fisiológico del agua (UEFA).....	79
Primera evaluación del uso eficiente fisiológico del agua.....	79
Segunda evaluación del uso eficiente fisiológico del agua.....	80
Tercera evaluación del uso eficiente fisiológico del	

	Página
agua	81
Variables Evaluadas en suelo	82
Densidad aparente	83
Espacio poroso	85
Capacidad de retención de humedad	87
Materia orgánica	90
Capacidad de intercambio catiónico	92
Carbonatos totales	94
Nitrógeno total	97
Fósforo aprovechable	99
Potasio asimilable	102
CONCLUSIONES	105
RESUMEN	108
LITERATURA CITADA	111
APENDICE	117

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
2.1. Rendimiento promedio y extracción de nutrimentos en kg/ha; de acuerdo con la parte de la planta	7
3.1. Análisis físico químico del suelo realizado, al inicio del ciclo del cultivo y a una profundidad de 40 cm, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, durante el ciclo primavera verano de 1994.....	30
3.2. Características agrícolas y morfológicas del cultivar Premier, cultivado en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994	31
3.3. Lista de tratamientos estudiados en el experimento de papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994	33
3.4. Concentración de elementos en la fuente de fertilizante AM AG, aplicado al cultivo de la papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994.....	37
3.5. Principales plagas y enfermedades, y su control en el cultivo de papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, durante el ciclo primavera verano 1994.....	38
3.6. Concentración de nutrimentos foliares en papa propuestos por Jones <i>et al</i> 1991.....	41
3.7. Concentraciones de nutrimentos foliares en papa, propuestos por Narro, 1995.....	42
3.8. Valores promedios de algunos nutrimentos esenciales para la papa, según Jones <i>et al</i> 1991 y Narro 1995.....	43
3.9. Desbalance o balance de nutrimentos en papa, para la concentración alta y baja de cada uno, según Jones <i>et al</i> 1991 y Narro 1995.....	43
3.10. Métodos utilizados en las determinaciones realizadas a los muestreos de suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994	45
4.1. Primera y segunda evaluación de altura de planta en cm., en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	47
4.2. Número de tallos por metro lineal, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	48
4.3. Concentración de macronutrimentos foliares (%) en papa encontrados en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	50
4.4. Porcentaje de desviación del valor óptimo de macronutrimentos, en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	52
4.5. Concentración de micronutrimentos foliares en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	54

Cuadro	Página
4.6. Porcentaje de desviación del valor óptimo de micronutrientos, en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	55
4.7. Porcentaje de desviación del valor óptimo y orden de requerimiento, en hojas de papa, cultivadas en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	56
4.8. Materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos y materia seca total, para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	59
4.9. Materia seca de hojas, tallos, raíces, tubérculos y materia seca total, para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	62
4.10. Valores promedio de fotosíntesis ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	65
4.11. Valores promedio de fotosíntesis ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	66
4.12. Valores promedio de fotosíntesis ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	67
4.13. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	70
4.14. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	71
4.15. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	72
4.16. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	75
4.17. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	76
4.18. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	77
4.19. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	80
4.20. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	81
4.21. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	82
4.22. Valores promedios de densidad aparente del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	83

Cuadro	Página
4.23. Valores promedios de espacio poroso del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	85
4.24. Valores promedios de la capacidad de retención de humedad a capacidad de campo, a punto de marchitez permanente y la humedad disponible del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	89
4.25. Valores promedio del por ciento de materia orgánica del suelo, a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	91
4.26. Valores promedio de la capacidad de intercambio catiónico, a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.....	93
4.27. Valores promedio de la concentración de carbonatos a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	96
4.28. Valores promedio de nitrógeno total del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	98
4.29. Valores promedio de fósforo aprovechable del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	100
4.30. Valores promedio de potasio asimilable del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994	103

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
3.1. Ubicación del sitio experimental. Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila.....	29
3.2. Distribución de parcelas en el lote experimental, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila.....	35

INTRODUCCION

En las zonas productoras de papa de Coahuila y Nuevo León, que actualmente ocupan más de 5000 ha, el rendimiento, a pesar de la gran cantidad de insumos utilizados, es bajo, aunque su promedio aumente progresivamente. Parte de este problema proviene de la mala nutrición de las plantas, por la baja disponibilidad de nutrimentos y escasa cantidad de raíces. El cultivo de papa en esta región es de gran importancia por su rendimiento unitario, el consumo humano, y por la gran demanda de mano de obra. Su alta redituabilidad y la problemática de los suelos, justifica la necesidad de esta investigación.

Los suelos de estas zonas presentan estructura pobre, alto contenido de carbonatos, bajo contenido de materia orgánica, pH alto y baja capacidad de intercambio catiónico, características que limitan la disponibilidad y absorción de nutrimentos del suelo y la obtención de altos rendimientos en el cultivo de papa. Esto obliga al agricultor papero a utilizar altas dosis de fertilizante, especialmente fosfatado, que causan una salinización progresiva del suelo y otros problemas derivados de la aplicación de fertilizantes minerales en grandes cantidades.

Los bioactivadores húmicos y la fertilización foliar demostraron ser alternativas que ayuden a corregir los problemas nutricionales y algunos hor-

monales en plantas de cultivo de papa en los suelos agrícolas de Navidad, Nuevo León y Arteaga, Coahuila los cuales presentan características que limitan la obtención de altos rendimientos.

El trabajo planteado, es la continuación de una serie de experimentos realizados, que pretenden precisar una alternativa, que representa ventajas económicas y de mejoramiento de la calidad del suelo en las zonas productoras de papa de Coahuila y Nuevo León.

Hipótesis

Los problemas nutricionales con N-P-K en plantas de papa cultivadas en suelos calcáreos, se reducen mediante aplicaciones de bioactivadores húmicos, en mezcla con dosis disminuidas del fertilizante de fondo y con apoyo de fertilización foliar.

Algunas funciones fisiológicas de las plantas de papa cultivadas en suelos calcáreos, son deficientes y cambian al aplicar bioactivadores húmicos y fertilización foliar.

Las características físicas y químicas de interés agronómico de los suelos calcáreos de Arteaga Coahuila, se mejoran mediante aplicaciones de bioactivadores húmicos al suelo y con dosis disminuidas de fertilización.

Objetivos

Reducir la dosis de fertilizante empleado, mejorar el suelo cultivado y conocer el comportamiento de algunas funciones fisiológicas de la papa, en un suelo calcáreo, de pH alcalino y textura pesada, mediante la utilización de bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares.

Metas

Sustituir el 25 ó 50 por ciento del fertilizante nitrogenado, potásico y fosfatado aplicado al suelo, por bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares, con reducción de costos y/o incrementos significativos en la producción.

Evaluar varias dosis de bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares, en combinación con dosis decrecientes de fertilizante de fondo, sobre algunas características físicas y químicas del suelo, nutrición, desarrollo y crecimiento y el efecto en algunas funciones fisiológicas de la papa.

LITERATURA REVISADA

Importancia económica.

La importancia de la papa radica en su alto valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la gran demanda de mano de obra que necesita durante todo su desarrollo agrícola (70-85 jornales por hectárea). En algunos países europeos y en Estados Unidos presenta un consumo promedio per cápita de 180 kg por año, reportándose en México un consumo per cápita anual de 16 kg por año, (Valdez y De Alba 1985).

Los mismos autores, también menciona que la principal característica de la papa es su alta concentración de carbohidratos (en forma de almidones), así como un mayor contenido de proteínas en comparación con chile y el tomate. En lo que se refiere a su contenido en minerales y vitaminas, es similar a los mencionados anteriormente. Las siguientes concentraciones de compuestos orgánicos y minerales se obtuvieron con base en 100 g de parte comestible de papa.

Agua	80.0	g	Fe	0.70	mg
Proteínas	3.9	g	Tiamina (B1)	0.1	mg
Carbohidratos	16.2	g	Riboflavina (B2)	0.03	mg
Ca	8.0	mg	Ácido ascórbico	28.0	mg
P	56.0	mg			

Condiciones ambientales

Clima

SEP-FAO-Penud (1982), indica que para un buen desarrollo de la papa se requiere que la temperatura ambiental debe subir hasta 20 °C después de la siembra. Para un buen crecimiento del follaje se necesita una temperatura entre 20 y 30 °C, aunque no debe pasar de los 30 °C. Durante el desarrollo de los tubérculos la temperatura debe de ser 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.

Yamaguchi (1983), dice que comprobó que el fotoperíodo y la temperatura afectan a la formación del tubérculo; en días largos la formación de tubérculos ocurre si la temperatura nocturna es inferior a 20 °C, siendo la óptima de 12 °C.

Valdez y De Alba (1985), reporta que para obtener una buena calidad de papa (relación almidón/azúcares) en el día deben presentarse temperaturas altas (26 °C) con una buena luminosidad, y temperaturas nocturnas de 12 a 16 °C durante el crecimiento vegetativo. La meta que se persigue es que debe existir mayor concentración de almidón que de azúcar en el tubérculo.

SEP-FAO-Penud (1982), menciona que la planta de papa requiere una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua requerida por 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. Asimismo, para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco. Una deficiencia de agua durante la época de crecimiento de la planta, disminuye la producción y malforma el tubérculo.

Suelo

Narro (1994), menciona que el cultivo de papa extrae 200, 30, 250, 52, 16.3, 10.4 y 0.028 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg, S y Cu respectivamente. La absorción de N, P y K toma lugar a mayor velocidad entre los 50 y 100 días después de la siembra; cuando las plantas han completado el 20 por ciento de su desarrollo total pueden haber tomado el 50 por ciento de la cantidad total de P que requieren, y cuando la planta ha acumulado el 50 por ciento de la biomasa que acumulara durante su ciclo, ha tomado ya el 75 por ciento o más de la cantidad total de los nutrimentos requeridos.

Knott (1980), reporta las cantidades de algunos nutrimentos, que la papa extrae del suelo, y de acuerdo con la parte de la planta, y en relación con su rendimiento, (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Rendimiento promedio y extracción de nutrimentos en kg/ha; de acuerdo con la parte de la planta.

Parte de la planta	Rendimiento (ton/ha)	N	P	K	Ca	Mg
Tubérculos	35.17	103.0	28.0	181.4	----	----
Hojas + tallos	18.0	63.8	10.1	91.8	----	----
Tubérculos	26.7	89.6	12.3	134.4	4.5	4.5
Hojas + tallos	22.4	134.4	7.8	156.8	77.3	25.7
Tubérculos	26.7	95.2	33.6	134.4	----	----
Hojas + tallos	22.4	106.4	16.8	156.8	----	----
Tubérculos	26.0	106.4	22.4	131.0	3.7	13.4
Hojas + tallos	2.0*	53.8	6.7	128.8	59.4	20.2

*=Peso seco

Fabiani (1967), menciona que la máxima extracción de nutrimentos tiene lugar, en el cultivo que inicia en abril-mayo, en el mes de julio, es decir, en la época de floración y cuando la tubertización es incipiente. En dicho mes, el cultivo toma aproximadamente la mitad del porcentaje total de principios útiles: 40.6 kg de nitrógeno; 18.6 kg de pentóxido de fósforo; 103.4 kg de óxido potásico, y 20-30 kg de óxido de magnesio. La cantidad ponderada necesaria en SO_4 parece ser igual, según recientes investigaciones, a la que se necesita en P_2O_5 .

Comportamiento de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo

Comportamiento de nitrógeno

Rodríguez (1989), menciona que los dos procesos fundamentales de la descomposición de la materia orgánica son: (a) la mineralización; es una

descomposición rápida de los residuos orgánicos convirtiéndose en compuestos minerales que poseen una formación química más simple como son: bióxido de carbono, agua, amoníaco, fosfatos, sulfatos y compuestos potásicos. (b) la humificación es la transformación de residuos orgánicos en nuevos complejos orgánicos (el humus), que se caracteriza por su mayor estabilidad, o sea que se degradan más lentamente en una mineralización más gradual. En los suelos agrícolas, del total de las aportaciones orgánicas, un 70 por ciento se mineraliza rápidamente en 2 años, y el resto se transforma en humus, incorporándose a la estructura del suelo.

Aguilar et al (1987), mencionan que las principales formas de nitrógeno en el suelo son: (a) la orgánica (generalmente más abundante en la parte superior del perfil), formada por residuos vegetales (incluyendo microorganismos) y animales en diversos estados de descomposición desde residuos frescos a humus, entendiéndose por este último el material orgánico estabilizado por acción de la flora microbiana, y (b) la inorgánica, que incluye principalmente a nitratos, nitritos, amonio intercambiable y amonio fijado.

Rodríguez (1989), indica que el nitrógeno orgánico constituye más del 85 por ciento del nitrógeno total existente en el suelo. La totalidad del nitrógeno está determinada por:

- Residuos orgánicos (85 por ciento)
- El nitrógeno de origen atmosférico dejado por los Rhizobium.

-Aportes en el agua de lluvia en forma generalmente de pequeñas proporciones de amoníaco

-Aportes de la fertilización.

Estos materiales orgánicos son atacados por los microorganismos del suelo, transformándolos en sustancias asimilables por las plantas.

En una primera fase, el nitrógeno es transformado por bacterias amonificantes en amoníaco (NH_3) constituyendo una forma amoniacal. Esta sustancia es luego convertida en nitrato por las bacterias nitrificadora, constituyendo la fase nítrica del proceso.

P.P.I (1988), dice que las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno en la forma de iones de amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3^-). La absorción directa de urea puede ocurrir a través de las hojas y pequeñas cantidades de N se obtienen de ciertos materiales como los aminoácidos solubles en agua. Con la excepción del arroz, la mayoría de los cultivos agronómicos absorben gran parte de su nitrógeno en forma de nitrato.

Russell y Rusell (1968), menciona que los compuestos inorgánicos de nitrógeno, amoníaco y nitratos sufren varios tipos de pérdidas en el suelo. Pueden ser absorbidos por las plantas en crecimiento, o ser asimilados por los microorganismos y devueltos así a las reservas de nitrógeno orgánico, o ser

convertidos en compuestos volátiles y perderse en el aire; pueden ser lavados del suelo y la naturaleza catiónica del NH_4 permite su adsorción y retención por el material coloidal del suelo, de este modo no está generalmente tan sujeto a eliminación por filtración de las aguas como en forma de nitratos.

Comportamiento del fósforo

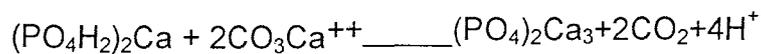
Buckman y Brady (1977), dice que los factores que afectan la asimilación de los compuestos inorgánicos de fósforo en el suelo son: pH del suelo; por el Fe, Al y Mn; por el calcio asimilable, y por la cantidad de materia orgánica descompuesta, y por las actividades de los microorganismos. Los cuatro primeros de estos factores están relacionados íntimamente entre sí, ya que sus efectos dependen primordialmente de la acidez del suelo.

Forth (1986), dice que la forma dominante de fosfato disponible para las plantas es H_2PO_4 . La buena disponibilidad del fósforo por las plantas están determinados por varios factores, entre ellos tenemos: La presencia de agua, este factor es importante para la absorción del fósforo del suelo. Las plantas absorben unos 500 kg de agua por cada kilogramo de crecimiento. Sin embargo, el fósforo contenido en 500 kg de agua del suelo es muy inadecuado para cubrir las necesidades de la planta, si el agua y el fósforo son absorbidos en la proporción en que existen en el suelo. Otro factor es el pH bajo, inferior a 5.5, el hierro y el aluminio solubles aumentan considerablemente, lo cual ocasiona la

fijación de fósforo como fosfato de hierro y de aluminio. La mejor disponibilidad de fósforo se tiene con pH de 6 a 7. Los fosfatos de calcio empiezan a precipitarse alrededor de pH 6.0 arriba de pH 7.0, la tendencia a la formación de apatita de nuevo reduce la solubilidad o disponibilidad del fósforo.

Buckman y Brady (1977), reporta que en los suelos alcalinos la precipitación de fosfatos es producida sobre todo por los compuestos cálcicos. Estos suelos se abastecen grandemente de calcio intercambiable y, en muchos casos, con carbonato de calcio. Los fosfatos aprovechables reaccionan tanto con el ión Ca^{+2} como con su carbonato. Como ilustración, supongamos que se añade superfosfato concentrado a un suelo calizo.

Las reacciones que tendrán lugar serán:



Otro de los factores es la materia orgánica y microorganismos del suelo. La rápida descomposición de la materia orgánica y, en consecuencia, la alta población de microbios, conduce a una retención temporal de los fosfatos inorgánicos sobre los tejidos microbianos.

Comportamiento del potasio

Las plantas toman el potasio como K^+ de la solución del suelo. Está presente en el suelo en cuatro formas: como ion K^+ en la solución del suelo, intercambiable en los coloides, fijado a las arcillas 2:1 principalmente illitas y formando parte de los minerales. El potasio es de movilidad alta en los tejidos y media en el suelo, intervienen en la formación de azúcares y almidón; síntesis de proteínas (Jones *et al* 1991)

Tisdale y Nelson (1988), menciona que los factores que afectan la disponibilidad del potasio son: tipo de coloide, temperatura, pH del suelo, humedad y sequedad.

Efecto de los ácidos húmicos.

Efectos en propiedades físicas del suelo.

Kasatochkin y Zilberbrand (1956), menciona que a pesar de que los datos que caracterizan la naturaleza de los ácidos húmicos no son completos, permiten expresar algunas reflexiones sobre las propiedades determinadas por su estructura. Como ahora se pone de manifiesto, la forma de la molécula de la materia orgánica juega un papel importante en la formación de la estructura del suelo: existe la opinión de que las sustancia de forma lineal (por ejemplo, los

ácidos poliurónicos de la mucosidad bacteriana y la forma predominante de las partículas de arcilla) participan más activamente en dicho proceso que los ácidos húmicos, ya que estos poseen moléculas en forma esférica.

Kasatochkin y Kononova (1958), reportan que, en los procesos del suelo, tiene un valor considerable el hecho de que las moléculas de los ácidos húmicos no son compactos, sino que poseen una estructura blanda (esponjosa) con multitudes de poros internos. Estos rasgos de estructura determinan en forma significativa la capacidad de retención de humedad del agua y las propiedades de sorción de los ácidos húmicos.

Kononova (1951), menciona que al realizar una serie de ensayos donde se experimentaba ácidos húmicos recién formados la adición de estas sustancias, incluso en cantidades pequeñas (0.07-0.1 del carbono de las sustancias al peso del suelo), elevaba significativamente el contenido de agregados hidrorresistentes, que mantenían durante largo tiempo su estabilidad.

Narro (1994) menciona que los principales efectos de la materia orgánica (hojarasca y humus) sobre las propiedades físicas del suelo son: favorecen la formación de agregados y estructuración del suelo, debido a su acción cementante, se incrementa la agregación de las partículas sólidas y se mejora la estabilidad estructural lo cual trae como consecuencia :

-Reducción en la densidad aparente y densidad de sólidos.

- Incremento en la porosidad total del suelo.
- Incremento en la aireación del suelo.
- Cambios en las características de retención de humedad, generalmente incrementando la humedad disponible para las plantas y mejorando la eficiencia en el uso del agua.

Reyna y Narro (1992), encontraron un incremento en la porosidad de un suelo, en agregación, en la capacidad de retención de humedad y una disminución en la densidad aparente; al aplicar ácidos húmicos con dosis decrecientes de fertilización.

Efectos en propiedades químicas del suelo.

Ponomareva (1957), menciona el papel más activo en la descomposición de rocas y minerales pertenecen a los fulvoácidos y, también, por lo visto, a los representantes próximos a estos, los ácidos húmicos, los cuales poseen propiedades quelatizantes. Unos ensayos hablan de la distinta resistencia de los minerales a la acción disgregante o quelatantes de los ácidos húmicos y ácidos orgánicos de bajo peso molecular; con mayor facilidad se descomponían los anfíboles; algo más débilmente la moscovita, la epidota; con dificultad el circón; resultaron muy resistentes la rutina, turmalina y cuarzo.

Narro (1994), menciona que la materia orgánica es una fuente de nutrimentos para las plantas y de alimento para microorganismos y otros seres vivos del suelo. Mejora la fertilidad natural del suelo cuando se maneja adecuadamente, aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, forma compuestos orgánico-minerales que favorecen la absorción de nutrimentos por las plantas, puede ser utilizado para reducir el contacto suelo-fertilizante en aquellos suelos donde existe problema de fijación de fósforo y fierro.

Antipov-Karatayev (1948), dice que la clasificación de compuestos metalo-orgánicos es la siguiente:

Sales de los ácidos orgánicos de bajo peso molecular se forman al actuar los ácidos (acético, oxálico, maleíco, fumárico y otros que son perfectamente productos de la actividad vital de microorganismos y animales) sobre minerales (calcita, magnesita, siderita y otros) y sales (de sodio, potasio, calcio, fósforo y de más) de ácidos minerales.

Las sales de sustancias húmicas con cationes alcalinos y alcalinotérreos, humatos y fulvatos son formaciones características de los suelos. Soluciones de ácidos húmicos y fulvoácidos, indican que en la interacción de estos con sus sales solubles alcalinas o neutras de bases alcalinas y alcalinotérreas, tienen lugar reacciones de intercambio con formación de humatos y fulvatos correspondientes. La sustitución del hidrógeno de los grupos funcionales carboxilos e hidróxidos fenólicos por el metal transcurre sucesivamente,

creciendo a medida que aumenta el pH de la solución. La sustitución más completa se observa en medio fuertemente alcalino (pH 10-12); sin embargo, aquí las reacciones de intercambio con Ca(OH)_2 Ba(OH)_2 pueden ir acompañadas de la sorción molecular de estos hidróxidos. Si la reacción es neutra, se produce la sustitución por el metal sólo del hidrógeno de los grupos carboxílicos.

El grupo de compuestos complejos de materias orgánicas con hierro, aluminio, magnesio, cobre y otros elementos es característico de los suelos: En su formación pueden participar tanto compuestos orgánicos de naturaleza individual como sustancias húmicas propiamente dichas. Estos compuestos pueden ser de dos tipos: a) compuestos complejos, en los cuales cada radical está unido sólo por un enlace coordinador del ion central; b) compuestos intracomplejos (quelatos), en los cuales el radical de la molécula está unido con el ion central por varios enlaces coordinados. En los quelatos, el ion del metal forma unión con la molécula de la sustancia orgánica quelante, que contienen dos grupos vecinos, capaces de unirse al metal. Se conocen distintas estructuras de quelatos, los cuales se diferencian por las formas de unión con los metales. Generalmente, los quelatos contienen un grupo aniónico, el cual el ion hidrógeno puede sustituirse por un metálico.

El grupo de compuestos órgano-minerales adsorbentes, es variado por su composición, incluye tanto derivados de humatos y fulvatos como sustancias

húmicas unidas a la arcilla. En el suelo la interacción de las sustancias húmicas y los cationes de bases alcalinas y alcalino-térreas se complica por la formación simultánea de otros compuestos orgánicos-minerales, sobre todo derivados aluminio y ferro-húmicos, por eso, en la mayoría de los casos no se forman en el suelo humatos y fulvatos de K, Na, Mg, Ca puros, sino compuestos más complejos.

El problema sobre el carácter de unión de las sustancias húmicas con los minerales arcillosos no está claro. Se admite la posibilidad de formación de complejos de sustancias húmicas y arcilla con la participación de puentes de cationes cambiables.

Reyna y Narro (1992), encontraron un incremento en la capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica de un suelo; al aplicar ácidos húmicos con dosis decrecientes de fertilización.

Efecto en propiedades biológicas de suelo.

Rybalkina (1957), señaló la activación de la fijación del nitrógeno para Clostridium Pasteurionum, al añadir pequeñas dosis de ácidos húmicos.

Martin (1967), estableció que el micelio de hongos microscópicos (Clodosporium, Penicillium, Trichoderma, Stechybotris y otros), envolviendo las

partículas de tierra, obstaculiza el derrubio de estas. Pero el fenómeno es de carácter efímero y cesa al desaparecer la microflora fúngica. Solamente en los casos en que el micelio de los hongos se transforma en productos estables de humificación, los agregados conservan durante largo tiempo la resistencia respecto al agua. Son de alta efectividad en la creación en la estructura hidrorresistente los mucilagos bacterianos, en particular las formadas por representantes de Pseudomonas.

Rudakov (1953), menciona que la capacidad adhesiva del mucílago bacteriano es debido a la presencia en él de polisacáridos y aminoazúcares.

Samtsevich (1955), indica que la mayoría de microorganismos, cuyos productos del metabolismo participan en la formación de una estructura hidrorresistente, son aerobios. Por eso, las afirmaciones de algunos autores sobre la posibilidad de formación de la estructura del suelo bajo plantas anuales en condiciones aerobias, son indudablemente fundamentales.

Vinogradskiy (1952), dice que el aprovechamiento de las sustancias húmicas por los microorganismos, en las condiciones del medio suelo, contribuye a su descomposición con dos factores: en primer lugar, dichas sustancias están presentes no en forma de productos purificados, sino con otros materiales orgánicos y, en segundo lugar, las sustancias húmicas se someten en el suelo a la acción de asociaciones de microorganismos, con gran diversidad de funciones

inherentes. La actividad de la microflora autóctona en el suelo va dirigida hacia la oxidación de las sustancias húmicas, su única fuente de energía. También indicaba que en las siembras de terroncitos o suspensión de suelo sobre la superficie de un gel con humato, se observaban zonas de esclarecimiento.

Nikitin (1960), estableció que la adición de carbohidratos, asequibles a los microorganismos, o nitrógeno al medio nutritivo con humato inoculado con Pseudomonas Fluorescentes, provocaban la decoloración completa del medio. Esto, según la opinión del autor, ocasionando la destrucción de los núcleos aromático de los ácidos húmicos; dicho fenómeno se relaciona con la presencia de catalasa y peroxidasa altamente activa.

Mishustin (1960), menciona que al añadir compuestos orgánicos que se movilizan con facilidad por los microorganismos, se incrementa la intensidad de descomposición de las sustancias húmicas. Observó semejante fenómeno en la descomposición de ácidos húmicos en presencia de glucosa y sustancias protéicas.

Efectos en las funciones fisiológicas de las plantas

Blagoveschenskiy y Kologrivova (1958), indica que la base para el ulterior desarrollo del tema de la influencia de las sustancias húmicas sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta. Al mismo tiempo, nuevos datos que revelan la naturaleza y estructura de las sustancias húmicas y establece la

participación de compuestos tipo quinonas y polifenoles en su formación, permitieron esclarecer algunos aspectos de la esencia de la influencia de dichas sustancias sobre la planta.

Hernardo et al. (1976), encontraron que un incremento en el desarrollo y por lo tanto el aumento de peso de la planta es el resultado de dos de los fenómenos más importantes que ejercen las sustancias húmicas sobre las plantas sometidas a la acción de los mismos. Acción sobre la respiración y la fotosíntesis.

Las moléculas del ácido húmico se forman fundamentalmente por dos partes; una de ellas consta de una serie de grupos quinónicos y fenólicos formando un sistema redox que actúa sobre los fenómenos, tanto aumentan la intensidad de la respiración de los vegetales y produce como consecuencia una disminución de oxígeno en el medio ambiente. La otra parte de la molécula está formada por un conjunto de compuestos nitrogenados, principalmente aminoácidos y proteínas, los cuales le confieren un carácter enzimático.

Guminski (1967), mencionan que los ácidos húmicos regulan el estado óxido-reductor del medio en el que se desarrollan las plantas. Cuando el oxígeno es insuficiente, los humatos facilitan la respiración de la planta; los autores atribuyen este fenómeno a la presencia de oxiquinonas en las sustancias húmicas, que aceptan el hidrógeno en la oxidación de sustancias en los tejidos

vegetales. Sobre la elevación de la intensidad de respiración de las raíces de las plantas en presencia de ácidos húmicos.

Jristeva (1953), indica que al inyectar pequeñas dosis de ácidos húmicos en los tejidos de la planta, y observó en el aparato de Warburg un incremento de la intensidad de absorción de oxígeno por el tejido vegetal. Considera que los ácidos húmicos, gracias a la presencia de grupos quinónicos, son activadores del oxígeno en el tejido.

Biber (1952), menciona una activación en el proceso de respiración de tejidos vegetales y animales aislados, en presencia de sustancias húmicas.

Jristeva (1953), menciona la influencia estimulante de bajas concentraciones de humatos sódicos sobre la formación de raíces en las plantas. Estableció que concentraciones de humatos iguales a 0.006-0.0006 por ciento en el medio nutritivo actuaban de manera estimulante; sin embargo, concentraciones más elevadas 0.06 por ciento tenían efecto deprimente. También observó la influencia favorable del humato sódico en muchas especies de la planta, pero el efecto positivo más brillante fue obtenido con cultivos de cereales, y menor con leguminosas. En ensayos con plantas oleaginosas, no se manifestó la influencia de los ácidos húmicos.

Prozorovskaya (1936), indica la influencia de los ácidos húmicos en la estructura físico-química del protoplasma de las plantas. También se confirmó la permeabilidad de las membranas vegetales al encontrar la intensificación en la exoósmosis de los azúcares de las escamas de la cebolla y, simultáneamente, aumenta la entrada en la planta del nitrógeno, potasio y fósforo, en presencia del ácido húmico.

Flaig (1965), estableció que, bajo el efecto de las sustancias húmicas, se eleva la actividad de los fermentos sintetizantes, en especial aldolasa y sacarasa, lo que conduce a la acumulación de carbohidratos solubles en la planta. Con esto está relacionada la elevación de la presión osmótica de la planta, que contribuye a una mayor resistencia al marchitamiento en los períodos de sequedad en el aire.

Prát (1964), menciona la influencia profunda de las sustancias húmicas en la planta y de su participación en los procesos bioquímicos y fisiológico de esta, pueden tener explicación en la posibilidad de entrada de dichas sustancias en el organismo vegetal. La aplicación de microrradioautograma, al estudiar la estructura anatómica de las plantas, permitió constatar la penetración de las sustancias húmicas en los tejidos vegetales.

Es interesante que la influencia de los distintos grupos de sustancias húmicas (extracto alcohólicos, ácidos húmicos fulvoácidos) en el desarrollo de la planta, procesos de respiración, contenido de clorofila y metabolismo se

manifieste también en el caso en que pulverizan con soluciones de sustancias húmicas las partes aéreas de la planta, (Kusko 1957).

Chaminade (1968), indica la participación activa de las sustancias húmicas en los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta. Con bastante certeza puede decirse que dosis bajas de dichas sustancias contribuyen a la elevación de la intensidad de respiración, metabolismo y crecimiento del organismo vegetal; la consecuencia de esto es el consumo más enérgico de elementos nutritivos del suelo y fertilizantes.

El mismo autor realizó un ensayo con rye-grass, el cual crecía en cultivo de arena con suministro ininterrumpido de la solución nutritiva. La planta estaba abastecida de elementos minerales y microelementos; el contenido de nitrógeno en la solución nutritiva oscilaba dentro de los límites 17-137 mg/litro. Una serie de ensayos estaban planteados sobre fondo mineral; en la serie paralela a la solución nutritiva se añadía humato sódico en pequeñas dosis (2.5 mg/litro). De estos datos se deduce que, en la variante sin humato, la dependencia directa de la cosecha de la cantidad de nitrógeno aportado se observa sólo a pequeñas dosis de este; las dosis elevadas tenían efecto negativo sobre la planta. En presencia de humato sódico en el medio, la planta estaba en condiciones de aprovechar dosis altas de nitrógeno mineral, que en ausencia de humato sódico resultaban perjudiciales.

D'Yakonova (1961), indica un consumo más intenso de sustancias húmicas debido a una masa mayor de la planta.

Dragunov y Vysotskaya (1957), mencionan que al aplicar abonos húmicos en suelos castaños de regadío en cantidades de 8-10 q/ha en condiciones del sur de Ucrania sobre maíz, trigo, papa y distintos cultivos hortícolas, dieron incrementos de cosecha de 20-30 por ciento por término medio, en comparación con el fondo sin abonado.

Narro (1995), menciona los efectos generales de los ácidos húmicos sobre características de plantas cultivadas sin limitaciones importantes de agua son:

- 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 nutrimentos vía radical y foliar.
- Mejora el transporte de nutrimentos en la planta.
- Acelera la fotosíntesis total y neta y la respiración.
- Activan y estabilizan algunas enzimas.
- Estimulan los procesos de utilización de nutrimentos.
- Incrementan la producción de biomasa y crecimiento vegetal.

- Incrementa la 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.

Efecto en la fertilización de los suelos.

Prosorovskaya (1936), dice que el principio activo de los carbonos pardos como fertilizantes, son los ácidos húmicos que estos contienen. Basándose en experimentos con plantas, indicaba que los ácidos húmicos y sus derivados elevan la permeabilidad de la membranas vegetales, esto favorece la entrada activa de sustancias nutritivas a la planta.

Kononova (1968), indica que las sustancias húmicas propiamente dichas poseen capacidad de formar compuestos complejos e intracomplejos (quelatos) con hierro, aluminio, cobre y otros cationes polivalentes, cosa que se determina en gran medida por la presencia en sus moléculas de grupos hidrófilos, situados en los radicales laterales.

Buckman y Brady (1977). Algunos productos de la descomposición orgánica, tales como ácidos orgánicos y humus, se supone que toman parte activa en la formación de complejos con compuestos de Fe y Al. Esta unión del

Fe y Al reducen notablemente la fijación de los fosfatos inorgánicos. La importancia exacta de este efecto no ha sido aun totalmente calculada. El humus y la lignina son muy activos en dejar en libertad al fósforo fijado como fosfato básico de Fe. De lo que se deduce que los productos de descomposición de la materia orgánica juegan indudablemente un importante papel en el aprovechamiento del fósforo inorgánico.

Narro (1995), dice que los principales efectos generales sobre características de los suelos agrícolas son:

- Mejoran la estructura.
- Reducen la densidad aparente y de partículas sólidas.
- Reducen compactación y facilitan 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 el 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 aeróbicas saprófitos.

-Fijan amonio y reducen la desnitrificación.

-Afectan la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de muchos pesticidas.

Samson y Visser (1989), mencionan que concentraciones de 40 mg/lt. de ácidos húmicos, fue suficiente para producir un máximo flujo de potasio hacia el exterior de las células de papa. Se concluye que los ácidos húmicos, por medio de sus actividad superficial, puede alterar las propiedades de fluidez en la membrana celular.

Lee y Bartlett (1976), mencionan un incremento en fierro en suelo al tratarlo con ácidos húmicos, hay una prevención en la inmovilización del Fe y P, lo que facilita la movilización de estos a las raíces y la entrada a la planta.

Narro (1995), utilizando bioactivadores húmicos, en el cultivo de papa, en los estados de Coahuila y Nuevo León, se encontró un incremento en la eficiencia de uso de nutrimentos aplicados y nativos, lo que se tradujo en una disminución en las dosis requeridas de fertilización, de hasta un 50 por ciento en el caso de nitrógeno y del potasio, y proporciones menores de otros elementos, de acuerdo a las dosis empleadas en la región

MATERIALES Y METODOS

Localización del área experimental

Se estableció el experimento en el ejido Emiliano Zapata, municipio de Arteaga, Coahuila, localizado al sureste de la ciudad de Saltillo, a 55 km sobre la carretera central número 57, Saltillo-Matehuala.

Ubicación geográfica y fecha de siembra del experimento

El sitio experimental se localizó a $25^{\circ}15'41''$ latitud norte y $100^{\circ}47'57''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1900 msnm; la siembra se realizó el 27 de mayo, dentro del ciclo primavera - verano de 1994 y se cosechó a mediados del mes de octubre de 1994, (figura 3.1).

Condiciones ambientales del sitio experimental

Clima

El clima en el lugar donde se estableció el experimento, pertenece al grupo $BS_1Kw(x')(e')$, de tipo semiseco, templado con verano cálido muy extremo, con una temperatura media anual entre $12.7^{\circ}C$ y la temperatura

media del mes más frío está entre -3°C y 18°C . Los meses más fríos son diciembre, enero, febrero y marzo, y el promedio de heladas es de 74 al año. Las lluvias más abundantes son en julio y agosto con una precipitación media anual de 470.6 mm (García, 1973).

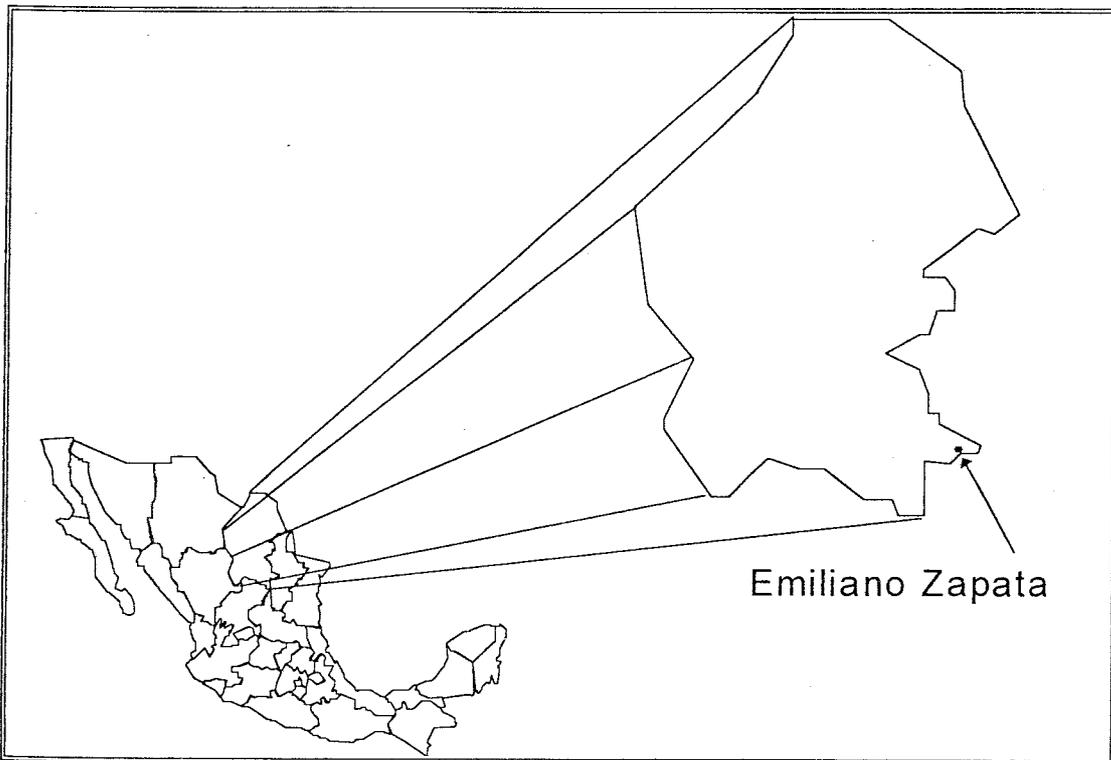


Figura 3.1 Ubicación del sitio experimental. Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila.

Suelo

El suelo de la zona donde se ubica este trabajo de investigación, se clasifica como Castañosem háplico. Son suelos con una profundidad superior a 100 cm, con una pendiente de 0 a 1 por ciento, alto contenido de carbonatos y un contenido de materia orgánica superior al 2 por ciento en los primeros 30 cm de profundidad. En muestras de suelo tomadas al inicio del experimento y a una

profundidad de 0-40 cm se encontraron las características señaladas en el cuadro 3.1.

Agua

El agua que se utilizó, proviene de mantos acuíferos y se considera de buena calidad. Se extrae con bombas eléctricas, y se conduce por tubería hasta el sitio; de ahí se distribuye por un sistema de riego de pivote central.

Cuadro 3.1. Análisis físico químico del suelo realizado, al inicio del ciclo de cultivo y a una profundidad de 40 cm, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, durante el ciclo primavera verano de 1994.

CARACTERÍSTICA	VALOR OBTENIDO	MÉTODO UTILIZADO
Arena	5.59 %	Hidrómetro
Limo	47.83 %	Hidrómetro
Arcilla	46.47 %	Hidrómetro
Densidad Aparente	1.08 g/cm ³	Probeta
Densidad de sólidos	2.40 g/cm ³	Picnómetro
Espacio poroso	56.8 %	Calculado
Materia orgánica	3.74 %	Walkley/Black
Carbonatos totales	28.02 %	NaOH 1N
Conductividad eléctrica	1.10 dS/m	Puente wheatstone
Capacidad de intercambio catiónico	30.71 meq/100 g	Calculado
Reacción del suelo	7.60 pH	Potenciómetro
Nitrógeno total	89.76 kg/ha	Calculado
Fósforo aprovechable	75.58 kg/ha	Olsen
Potasio asimilable	812.67 kg/ha	Cobaltinitrito de Na
Calcio	7.42 meq/L	Titulación
Magnesio	2.17 meq/L	Titulación

Descripción de materiales

Material vegetal

Se utilizó papa de segunda del cultivar Premiere (Civa X Provita) cuyas características se resumen en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Características agrícolas y morfológicas del cultivar Premiere, cultivado en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994.

CARACTERÍSTICAS AGRÍCOLAS	
Maduración	Muy temprana a temprana; de producción muy rápida.
Tubérculos	Ojos superficiales
Rendimiento	Muy bueno, ya antes de la maduración
Materia seca	Contenido mediano a bastante alto.
Calidad culinaria	Algo harinosa, puro de color, de sabor bastante bueno, apta para la preparación de papas fritas.
Follaje	De desarrollo rápido, de altura media y de hojas pequeñas, cubriendo bastante bien el terreno.
Enfermedades	Sensible a la <i>Phytophthora</i> de la hoja, medianamente sensible a la del tubérculo, bastante resistente al virus de enrollado, al virus Y ⁿ y a la sarna verrugosa, inmune al virus A, resistente al patotipo A del nemátodo dorado.
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
Planta	Tallos bastante numerosos y bastante finos, pronto extendiéndose mucho, de color verde o localmente morado a pálido; hojas pequeñas, bastante flexibles, de color verde oscuro; folíolas primarias bastante pequeñas y ovales, con nervios bastante superficiales; floración escasa, inflorescencias pequeñas, pocas flores blancas.
Tubérculos	De forma oval redondeada; piel amarilla clara y lisa; carne amarilla clara; ojos superficiales:
Brote	Bastante alargado, más tarde conicortos, hasta en forma de tallos cortos, de color rojo morado pálido, pocos pelos; yema terminal bastante grande, más tarde generalmente abierta, verde; yemas laterales de desarrollo tardío, cortos.

Bioactivador húmico

Se aplicó Bioactivador húmico, formulado al 50 por ciento de ácido húmico, a razón de las siguientes dosis: 0, 50, 100 y 150 kg/ha. Este es sólido granulado que se aplicó al suelo en mezcla con el fertilizante.

Fertilización

El agricultor aplicó 2100 kg/ha de la fórmula 9-19-14 (9 % de N, 19% de P_2O_5 y 14 % de K_2O), en esta cantidad se aplican 189-399-294 por hectárea al cultivo de papa. La fórmula 189-399-294 se tomó como el 100 por ciento.

Fertilizantes foliares

Los fertilizantes foliares utilizados, son:

Se aplicó el 12 por ciento de nitrógeno total y 60 por ciento de fósforo disponible, en el primer fertilizante foliar.

El segundo fertilizante foliar, contiene 20 por ciento de fósforo disponible (P_2O_5), 55 por ciento de potasio (K_2O), 660 ppm de magnesio, 800 ppm de azufre, 100 ppm de boro y 12 ppm de fitohormonas.

Descripción de tratamientos

Los tratamientos estudiados se describen en el cuadro 3.3. Se aplicó 75 por ciento de la fertilización de fondo más 9 kg/ha de fertilizantes foliares (3 kg/ha del segundo y 6 kg/ha del primer fertilizante foliar), para el 50 por ciento de fertilización de fondo 18 kg/ha de fertilizantes foliares (6 kg/ha del segundo y 12 Kg/ha del primer fertilizante foliar) y al aplicar 100 por ciento de fertilización no se usó fertilización foliar. La parcela experimental constó de seis surcos, con una distancia de 90 cm entre surco y surco, con una longitud de 6 metros y 20 cm de separación entre plantas, el área de la parcela fue de 32.4 m². Se tomó como parcela útil los dos surcos centrales, con una superficie de 10.8 m².

Cuadro 3.3. Lista de tratamientos estudiados en el experimento de papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994.

Trat.	Factor "A"		Factor "B"			
	Bioactivador húmico kg/ha	% de fertilización	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	F. Foliar kg/ha
1	0	100	189.00	399.00	294.00	+ 0
2	0	75	141.75	299.25	220.50	+ 9
3	0	50	94.50	199.50	147.00	+18
4	50	100	189.00	399.00	294.00	+ 0
5	50	75	141.75	299.25	220.50	+ 9
6	50	50	94.50	199.50	147.00	+18
7	100	100	189.00	399.00	294.00	+ 0
8	100	75	141.75	299.25	220.50	+ 9
9	100	50	94.50	199.50	147.00	+18
10	150	100	189.00	399.00	294.00	+ 0
11	150	75	141.75	299.25	220.50	+ 9
12	150	50	94.50	199.50	147.00	+18

Diseño experimental

Se evaluaron 12 tratamientos en un diseño factorial bloques al azar con cuatro repeticiones. El factor A son las dosis de bioactivador húmico y el factor B son las dosis decrecientes de fertilización al suelo y al follaje.

Descripción del sitio experimental

El sitio en donde se estableció el experimento, constó de 64.8 m de largo por 24 m de ancho con una superficie de 1555.20 m². Cada repetición se formó por 64.8 m de largo y 6 m de ancho, en una superficie de 388.80 m². Los surcos en contorno, se orientaron de este a oeste, y se trazaron perpendiculares a la trayectoria del sistema de riego y a la pendiente principal del terreno en todo el lote. En este lote la pendiente principal es algo accidentada, la cual provocó escurrimientos a través de las huellas de las ruedas del sistema de riego y encharcamiento en la parte baja del mismo. El lugar en donde se estableció el experimento fue en la parte baja, por lo que hubo encharcamientos ocasionales. El croquis de la distribución de las parcelas experimentales se presenta en la Figura 3.2.

NORTE			
REP I	REP II	REP III	REP IV
A1B1	A3B2	A3B3	A2B1
A3B1	A1B2	A2B3	A1B1
A4B3	A4B1	A2B1	A1B3
A2B3	A1B3	A4B2	A2B2
A2B1	A2B2	A1B2	A3B2
A3B2	A4B2	A4B3	A3B3
A1B2	A3B1	A4B1	A4B3
A3B3	A1B1	A1B3	A4B1
A1B3	A2B3	A2B2	A3B1
A4B1	A4B3	A3B2	A4B2
A4B2	A2B1	A3B1	A1B2
A2B2	A3B3	A1B1	A2B3

Figura 3.2. Distribución de parcelas en el lote experimental, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila.

Aplicación de tratamientos

Los tratamientos se aplicaron al momento de la siembra; se aplicó el 50 por ciento de la fertilización, y 15 días después se aplicó el complemento en mezcla con el bioactivador húmico, según los tratamientos. La primera aplicación del fertilizante de fondo se realizó con una máquina sembradora, fertilizadora y fumigadora. El complemento de fertilización se aplicó manualmente, aplicando la mezcla fertilizante-bioactivador húmico en hileras sobre la parte media de uno de los costados del surco. La primera aplicación foliar se dio a los 53 días, mientras que la segunda se realizó a los 63 días después de la siembra.

Prácticas culturales

El agricultor cooperante realizó las prácticas culturales, iniciando con arbecho, después un rastreo y nivelación, posteriormente el riego de sembra y por último el rastreo cruzado. El objetivo de estas prácticas fue minado a conseguir una buena aireación y una retención de humedad adecuada para una buena brotación.

Manejo del cultivo

Sembra y fertilización

La fertilización se dio al momento de la siembra, a una profundidad estimada de 23 cm con una máquina fertilizadora - sembradora - fumigadora y se aplicó como adyuvante fue fertilizante AM-AG, cuya concentración se presenta en el cuadro

La siembra se realizó en tierra venida a una profundidad de 18 cm, con la máquina mencionada y con una densidad de población de 50000 plantas por hectárea, la cual equivale aproximadamente a unas 3 toneladas de semilla por hectárea. Los productos asperjados a la semilla al momento de la siembra fueron: Tecto 60 (1 kg/ha), Biozyme TS (0.50 lt/ha), PCNB Polvo al 75 por ciento

5 kg/ha), PCNB líquido (8 lt/ha) y Furadan 350 (Carbofuran)(7 lt/ha). Estos productos van encaminados a la protección de la semilla, raíz y tallos de la planta contra el ataque de hongos del suelo y mejor eficiencia en la germinación.

Tabla 3.4. Concentración de elementos en la fuente de fertilizante AM AG, aplicado al cultivo de la papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994.

Elemento	Por ciento
Nitrógeno	9.00
Fósforo	19.00
Potasio	14.00
Calcio	0.00
Magnesio	1.19
Azufre	12.00
Boro	0.05
Cobre	0.00
Fierro	0.33
Manganeso	0.02
Zinc	0.48

Cultivos

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos aporques, el primero a los 20 días, el segundo a los 50 días, con el fin de inducir la tuberización y de cubrir la raíz y parte del tallo. A los 24 días se realizó un deshierbe manual, después se utilizaron herbicidas, con el fin de evitar la competencia entre las malezas y el cultivo.

Riegos

Los riegos, se aplicaron con un equipo de aspersión, en un tiempo aproximado de 9-10 horas, con láminas de 10 cm y a intervalos de 7 días, dependiendo de la precipitación.

Control de plagas y enfermedades

Los principales insectos que atacaron el cultivo fueron: la palomilla de la papa, pulgones y mosquita blanca. El combate de enfermedades se dirigió principalmente a enfermedades fungosas como: tizón tardío de la papa, tizón temprano y Rhizoctonia, (cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Principales plagas y enfermedades y su control en el cultivo de papa, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, durante el ciclo primavera verano 1994.

PLAGAS			
Nombre común Nombre científico	CONTROL	FORMULA	DOSIS/HA
Palomilla papa <i>Phthorimaea operculella</i>	Tamaron (Metamidofos)	CE 600	1.51
Mosquita blanca <i>Aleyrodidae</i>	Thiodan (Endosulfán)	CE 35	3.01
Pulgones <i>Mizus persicae</i>	VidateL (Oxamyl), Lanate (Methomyl)	L PH	450 g
ENFERMEDADES			
Tizón temprano <i>Alternaria solani</i>	Captan Dyrene (Analizan)	PH 50 PH 50	2.0 kg 2.0 kg
Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	Manzate200 (Mancozeb) Ricoil (Oxadixil+mancozeb)	PH 80 PH66	1.0 kg 3.0 kg
Rhizoctonia solani <i>Rhizoctonia solani</i>	Monceren 25 (Pencicuron)	PH	5.0 kg

Evaluación de los tratamientos

La evaluación de los tratamientos se realizó en suelo y planta.

Evaluaciones en planta

Durante el desarrollo y crecimiento de la planta se midió altura de planta, se cuantificó el número de tallos por metro lineal, se determinó materia seca, se realizó un análisis foliar, se midió la asimilación de bióxido de carbono, transpiración, conductancia y uso eficiente fisiológico del agua.

Altura de planta

Se realizaron dos mediciones, la primera a los 40 días, la segunda se llevó a cabo a los 50 días de edad de la planta. Se midió la altura de la planta desde la superficie del suelo al ápice de la hoja del brote principal, en cada parcela.

Número de tallos

La cuantificación del número de tallos, se llevó a cabo a los 40 días después de la siembra. Se determinó el número de tallos por metro lineal central

- Se muestrearon 4 hojas recién maduras (aproximadamente la 2^a o 3^a hoja del ápice hacia la parte media de la planta) por parcela experimental.
- Se sacó una muestra foliar compuesta por las cuatro repeticiones (16 hojas).
- Las hojas de la muestra compuesta se lavaron, con el fin de evitar la contaminación por residuos de plaguicidas y fertilizantes foliares.
- Se secó al aire libre.
- Después se procedió al secado, en una estufa eléctrica con una temperatura de 70 °C y con circulación forzada de aire libre de polvo.
- Después de 24 horas se sacó de la estufa y se molió en un mortero.
- El material molido se transportó en vasos de color negro (vasos de rollos de cámara fotográfica)
- El análisis foliar se realizó en el laboratorio de la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera, en Gómez Palacio, Durango.

Para el desbalance nutricional de algunos nutrimentos, se tomaron los valores bajos, normales y altos, propuestos por Jones *et al* 1991, y Narro 1995, cuadros 3.6 y 3.7 respectivamente.

Cuadro 3.6. Concentración de nutrimentos foliares en papa propuestos por Jones *et al* 1991

Elemento	Bajo	Normal	Alto
N %	<2.99	3.495	>4.00
P %	<0.24	0.320	>0.40
K %	<5.99	6.995	>8.0
Ca %	<1.49	1.995	>2.50
Mg %	<0.69	0.845	>1.00
Fe (ppm)	<39.00	69.500	>100.00
Cu (ppm)	<6.00	13.000	> 20.00
Zn (ppm)	<29.00	114.500	>200.00
Mn (ppm)	<29.00	139.500	>250.00

Cuadro 3.7 Concentraciones de nutrimentos foliares en papa, propuestos por Narro, 1995.

Elemento	Bajo	Normal	Alto
N %	< 3.00	4.000	> 5.00
P %	< 0.20	0.700	> 1.20
K %	< 1.50	3.250	> 5.00
Ca %	< 0.15	0.575	> 1.00
Mg %	< 0.04	0.520	> 1.00
Fe (ppm)	<35.00	55.00	> 75.00
Cu (ppm)	< 5.00	6.000	> 7.00
Zn (ppm)	<20.00	85.00	>150.00
Mn (ppm)	<20.00	40.00	> 60.00

Una vez, que se tenían los valores propuestos por ambos autores, se promediaron para sacar un valor promedio entre los dos autores, cuadro, 3.8.

Para encontrar los valores de los índices de desbalance o balance nutricional se utilizó la siguiente relación.

$$PDBN=(100)(VE/VP-1)$$

PDBN=Porcentaje de desbalance nutricional.

VE=Valor encontrado en el análisis foliar.

VP= Valor norma según Narro 1995 y Jones *et al* 1991.

Utilizando la relación anterior; se calculó el porcentaje de desbalance o balance nutricional para los valores promedios, según Jones *et al* 1991 y Narro 1995, cuadro 3.9.

Cuadro 3.8. Valores promedios de algunos nutrientes esenciales para la papa, según Jones *et al* 1991 y Narro 1995.

Elemento	Bajo	Normal	Alto
N %	< 2.995	3.7475	> 4.5000
P %	< 0.22	0.5100	> 0.8000
K %	< 3.745	5.1225	> 6.5000
Ca %	< 0.820	1.2850	> 1.7500
Mg %	< 0.365	0.6825	> 1.0000
Fe (ppm)	<37.000	62.2500	> 87.5000
Cu (ppm)	< 5.500	9.5000	> 13.5000
Zn (ppm)	<24.500	99.7500	>175.0000
Mn (ppm)	<24.500	89.7500	>155.0000

Cuadro 3.9. Desbalance o balance de nutrientes en papa, para la concentración alta y baja de cada uno, según Jones *et al* 1991 y Narro 1995.

Elemento	Valor Bajo desbalance (-)	Valor Normal Balance	Valor Alto desbalance (+)
N %	-20.080	0	20.080
P %	-56.8663	0	56.8663
K %	-26.891	0	26.891
Ca %	-36.187	0	36.187
Mg %	-46.520	0	46.520
Fe (ppm)	-40.562	0	40.562
Cu (ppm)	-42.105	0	42.105
Zn (ppm)	-75.439	0	75.439
Mn (ppm)	-72.702	0	72.702

Medición de fotosíntesis, Transpiración y Conductancia.

Para la determinación de la asimilación de bióxido de carbono (fotosíntesis), transpiración y conductancia, se tomaron folíolos recientemente maduros (superiores) y folíolos ya maduros (inferiores). Se hicieron tres mediciones durante el ciclo del cultivo, la primera se hizo a los 34 días, la

segunda fue a los 63 días y la tercera se realizó a los 103 días después de la siembra. Estas determinaciones se hicieron por parcela experimental. Las lecturas se tomaron del aparato LI-6200 Portable Photosynthesis System; que se encuentra en el laboratorio de Fisiotecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Para transformar la fotosíntesis de ($\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg de CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) se multiplica por el factor 1.58436 y para transformar la transpiración de ($\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml de H}_2\text{O dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) se multiplica por el factor 0.036. Pero en el apéndice se presentan los valores de fotosíntesis y transpiración en ($\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y ($\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$) respectivamente, mientras que en el apartado de resultados estas se presentan en ($\text{mg de CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) y ($\text{ml de H}_2\text{O dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) respectivamente.

Uso eficiente fisiológico del agua (UEFA)

El UEFA se calculó dividiendo la fotosíntesis ($\text{mg de CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) entre la transpiración ($\text{ml de H}_2\text{O dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$)

Evaluaciones en el suelo

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos muestreos de suelo, el primero se llevó a cabo a los 63 días después de la cosecha (intermedio) y el segundo después de la cosecha (final).

En el muestreo intermedio se determinó nitrógeno total, fósforo aprovechable, potasio asimilable, carbonatos totales, contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico.

En el muestro final se determinó nitrógeno total, fósforo aprovechable, potasio asimilable, carbonatos totales, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente, porosidad, capacidad de retención de humedad. La metodología seguida se muestra a continuación:

- Se tomaron tres muestras, de diferente lugar, a una profundidad de 40 cm, dentro de la parcela experimental.
- Una vez, que se tenían las tres muestras por parcela experimental, se procedió a mezclarlas y tener una muestra compuesta.
- Dichas muestras se secaron al aire libre y se tamizaron (malla 2 mm).
- Los métodos utilizados para cada determinación se muestran en el cuadro 3.10.

Cuadro 3.10. Métodos utilizados en las determinaciones realizadas a los muestreos de suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, en 1994.

Determinación	Método
Nitrógeno total	(%MO)(24) calculado
Fósforo aprovechable	Olsen
Potasio asimilable	Cobaltinitrito de Na
Carbonatos totales	NaOH 1N
Contenido de materia orgánica	Walkley/Black
Capacidad de intercambio cationico	(%de arcilla X 0.50)+(%MO X 2)
Densidad aparente	Probeta
Porosidad	(1-Da/Ds)100 calculado
Capacidad de retención de humedad	Ollas de presión

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables evaluadas en planta

Los valores desglosados y los análisis de varianza, para las variables evaluadas en planta se presentan, del Cuadro 1 al 33 del apéndice. Del cuadro 4.1 al 4.22 de este apartado, se presentan los valores promedio para cada nivel de bioactivador y para cada nivel de fertilización.

Altura de planta

La máxima altura de planta, para la primera evaluación, se presenta en el tratamiento 10 (A_4B_1) y la mínima se da en el nueve (A_3B_3); la diferencia entre ambos extremos es de 3.85 cm, (cuadro 4.1).

En la segunda evaluación, el valor más alto se obtiene en el tratamiento dos (A_1B_2) y el bajo se da en el 10 (A_4B_1), la diferencia entre ambos valores es de 5.67 cm, (cuadro 4.1).

Al realizar el análisis de varianza a las dos evaluaciones, no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

En la primera evaluación, no se encontró una respuesta clara al aplicar los niveles de bioactivador y de fertilización de fondo, ya que la diferencia entre el valor alto y bajo es insignificante; mientras que en la segunda evaluación el rango entre los dos valores es más amplio y resultó favorecido con la reducción del 25 por ciento de fertilización de fondo. Tomando en cuenta las respuestas encontradas no es necesario la aplicación del 100 por ciento de fertilización.

Cuadro 4.1. Primera y segunda evaluación de altura de planta en cm., en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador (kg/ha)	Evaluación	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100 %	75 %	50 %	
0	Primera	24.73	25.84	24.54	25.034
	Segunda	32.50	34.84	30.08	32.473
50	Primera	25.79	26.08	26.59	26.153
	Segunda	32.83	30.17	32.17	31.722
100	Primera	26.98	25.94	23.46	25.458
	Segunda	30.92	32.17	31.58	31.554
150	Primera	27.29	25.54	26.85	26.562
	Segunda	29.17	31.00	32.42	30.861
Promedio del Factor B	Primera	26.198	25.849	25.359	
	Segunda	31.353	32.042	31.562	

Número de tallos

El mayor número de tallos por metro lineal lo presenta el tratamiento dos (A₁B₂), mientras que el resto de los tratamientos se mantuvieron casi constantes. Esta variable se comportó casi constante, al aplicar bioactivadores y al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.2).

Al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Esta variable resultó con poca variación al aplicar bioactivadores y al reducir la fertilización de fondo, mientras que el agricultor utiliza dosis altas de fertilizante, las cuales no hacen ninguna diferencia.

Cuadro 4.2. Número de tallos por metro lineal, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador (kg/ha)	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
	100 %	75 %	50 %	
0	26	31	26	28
50	25	25	25	25
100	28	28	26	28
150	28	25	29	28
Promedio del Factor B	27	27	26	

Concentración de macronutrientes foliares

Nitrógeno

Todos los tratamientos están en el rango alto, la concentración alta corresponde al tratamiento seis (A_2B_3) y la menor se reporta en el tres (A_1B_3); con una diferencia entre ambos de 0.47 por ciento de concentración. A pesar de la pequeña diferencia, existe una cierta tendencia a incrementar la concentración

promedio conforme se incrementa la dosis de bioactivador, aunque con la reducción de la fertilización de fondo no existe una tendencia clara, (cuadro 4.3).

Fósforo

Todos los tratamientos están en rango normal, la variación entre la concentración alta y la baja es de 0.08 por ciento. Aun con esta diferencia en concentración existe cierta tendencia en la concentración promedio a incrementarse conforme se aumenta la dosis de bioactivador y con la reducción de la fertilización de fondo, (cuadro 4.3).

Potasio

Todos los tratamientos se ubicaron en el rango normal, la mayor concentración se presenta en el tratamiento siete (A_3B_1) y la menor es para el tres (A_1B_3); la diferencia entre las dos concentraciones es de 0.55 por ciento. La concentración promedio se incrementa ligeramente al incrementar la dosis de bioactivador y disminuye al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.3).

Calcio

El tratamiento tres (A_1B_3) resulta con la concentración alta y por supuesto en el rango alto, mientras que el uno (A_1B_1) presenta la concentración

baja pero en el rango normal, igual que el resto de los tratamientos, la diferencia en ambas concentraciones es de 0.29 por ciento. La concentración promedio no presentó tendencias claras al manejar las dosis de bioactivador ni al reducir la fertilización de fondo, (cuadro.4.3).

Cuadro 4.3. Concentración de macronutrientos foliares (por ciento) en papa encontrados en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Macro nutrientos (por ciento)	Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100 %	75 %	50 %	
N	0	5.52	5.65	5.31	5.49
	50	5.60	5.52	5.78	5.63
	100	5.42	5.73	5.55	5.57
	150	5.74	5.55	5.57	5.62
Promedio del	Factor B	5.57	5.61	5.55	
P	0	0.39	0.39	0.37	0.38
	50	0.40	0.38	0.40	0.39
	100	0.40	0.40	0.44	0.41
	150	0.36	0.40	0.38	0.38
Promedio del	Factor B	0.39	0.39	0.40	
K	0	3.95	3.88	3.80	3.88
	50	4.27	3.91	4.15	4.11
	100	4.35	4.20	3.87	4.14
	150	3.75	4.20	4.28	4.08
Promedio del	Factor B	4.08	4.05	4.03	
Ca	0	1.53	1.67	1.82	1.67
	50	1.58	1.65	1.61	1.61
	100	1.75	1.56	1.60	1.64
	150	1.75	1.55	1.66	1.65
Promedio del	Factor B	1.65	1.61	1.67	
Mg	0	0.49	0.47	0.49	0.48
	50	0.46	0.47	0.47	0.47
	100	0.50	0.48	0.46	0.48
	150	0.46	0.46	0.50	0.47
Promedio del	Factor B	0.48	0.47	0.48	

Magnesio

Todos los tratamientos se ubican en el nivel normal, existe una diferencia en concentración de 0.04 por ciento. No existen patrones que nos indiquen tendencias en la concentración promedio, por la similitud entre las concentraciones encontradas, (cuadro 4.3).

El mayor desbalance de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio se presenta en el tratamiento seis (A_2B_3), 10 (A_4B_1), 10 (A_4B_1) y tres (A_1B_3) respectivamente, pero el menor desbalance de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio se presenta en el tratamiento tres (A_1B_3), nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1) y uno (A_1B_1) respectivamente, aunque el magnesio no mostró diferencia, (cuadro 4.4).

Se observa que la mayoría de los nutrimentos mayores se encuentran en el rango normal excepto el nitrógeno el cual se encuentra en concentración alta, Jones *et al* (1991). También se observa cierta homogeneidad en las concentraciones encontradas; aunque la aplicación de bioactivadores, dan ciertas tendencias a incrementar la concentración de algunos nutrimentos.

Cuadro 4.4. Porcentaje de desviación del valor óptimo de macronutrientes, en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Macro nutrientes	Factor A Bioactivador	Factor B(%) fertilización de fondo			Promedio del Factor A	
		(%)	kg/ha	100 %		75 %
N	0		47.30	50.77	41.69	46.59
	50		49.43	47.30	54.24	50.32
	100		44.63	52.90	48.10	48.54
	150		53.17	48.10	48.63	49.97
Promedio del	Factor B		48.63	49.77	48.17	
P	0		-23.53	-23.53	-27.45	-24.84
	50		-21.57	-25.49	-21.57	-22.88
	100		-21.57	-21.57	-13.73	-18.95
	150		-29.41	-21.57	-25.49	-25.49
Promedio del	Factor B		-24.02	-23.04	-22.06	
K	0		-22.89	-24.26	-25.82	-24.32
	50		-16.64	-23.67	-18.98	-19.77
	100		-15.08	-18.01	-24.45	-19.18
	150		-26.79	-18.01	-16.45	-20.42
Promedio del	Factor B		-20.35	-20.99	-21.43	
Ca	0		19.07	29.96	41.63	30.22
	50		22.96	28.40	25.29	25.55
	100		39.19	21.40	24.51	27.37
	150		36.19	20.62	29.18	28.66
Promedio del	Factor B		28.60	25.10	30.16	
Mg	0		-28.21	-31.14	-28.21	-29.18
	50		-32.60	-31.14	-31.14	-31.62
	100		-26.74	-29.67	-32.60	-29.67
	150		-32.60	-32.60	-26.74	-30.65
Promedio del	Factor B		-30.04	-31.14	-29.67	

Concentración de microelementos foliares

Fierro

Todos los tratamientos se encuentran en el rango alto, la concentración alta la alcanza el tratamiento tres (A₂B₁) y la mínima se da en el nueve (A₃B₃), la

5.

diferencia entre ambas concentraciones es de 31 ppm. La concentración promedio disminuye al aumentar la dosis de bioactivador y a medida que se reduce la fertilización de fondo, (cuadro 4.5).

Cobre

Todos los tratamientos están en el rango alto, sin embargo la concentración alta se presenta en el tratamiento uno (A_1B_1) y la mínima se obtiene en el siete (A_3B_1), la diferencia en concentración es de 11 ppm. La concentración promedio tiene cierta tendencia a disminuir cuando se aumenta la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.5).

Zinc

Todos los tratamientos resultaron en el rango normal, la concentración alta se da en el tratamiento 10 (A_4B_1) y la mínima se alcanza en el seis (A_2B_3), la diferencia entre ambas concentraciones es de 8 ppm. Las respuestas promedio son casi constantes al aplicar bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Concentración de micronutrientos foliares en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Micro nutrientos (ppm)	Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100 %	75 %	50 %	
Fe	0	143	140	147	143.33
	50	155	136	130	140.33
	100	133	126	124	127.67
	150	143	146	136	141.67
Promedio del	Factor B	143.50	137.00	134.25	
Cu	0	27	24	22	24.33
	50	20	18	18	18.67
	100	16	19	17	17.33
	150	20	19	18	19.00
Promedio del	Factor B	20.75	20.00	18.75	
Zn	0	53	53	54	53.33
	50	51	50	50	50.33
	100	53	52	56	53.67
	150	58	51	52	53.67
Promedio del	Factor B	53.75	51.50	53.00	
Mn	0	290	310	340	313.33
	50	290	285	295	290.00
	100	300	335	345	326.67
	150	330	310	500	380.00
Promedio del	Factor B	302.50	310.00	370.00	

Manganeso

Todos los tratamientos están en el rango alto, la concentración alta se alcanza en el tratamiento 12 (A_4B_3) y la mínima se da en el cinco (A_2B_2), dichas concentraciones varían en 215 ppm. La concentración promedio tiene cierta tendencia a incrementarse conforme se incrementa la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.5).

El mayor desbalance de fierro, cobre, zinc y manganeso se alcanza en el tratamiento cuatro (A_2B_1), uno (A_1B_1), 10 (A_4B_1) y 12 (A_4B_3) respectivamente; aunque el menor desbalance de fierro, cobre, zinc y manganeso se logra en el tratamiento nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1), seis (A_3B_3) y cinco (A_2B_2) respectivamente, (cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Porcentaje de desviación del valor óptimo de micronutrientos, en hojas de papa, cultivada en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Micro nutrientos (ppm)	Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100 %	75 %	50 %	
Fe	0	129.72	124.90	136.14	130.25
	50	149.00	118.47	108.84	125.44
	100	113.65	102.41	99.20	105.09
	150	129.72	134.54	118.47	127.58
Promedio del	Factor B	130.52	120.08	115.66	
Cu	0	184.21	152.63	131.58	156.14
	50	110.53	89.47	89.47	96.49
	100	68.42	100.00	78.95	82.46
	150	110.53	100.00	89.47	100.00
Promedio del	Factor B	118.42	110.53	97.37	
Zn	0	-46.87	-46.87	-45.86	-46.53
	50	-48.87	-49.87	-49.87	-49.54
	100	-46.87	-47.87	-43.86	-46.20
	150	-41.85	-48.87	-47.87	-46.20
Promedio del	Factor B	-46.12	-48.37	-46.87	
Mn	0	223.12	245.40	278.83	249.12
	50	223.12	217.55	228.69	223.12
	100	234.26	273.26	284.40	263.97
	150	267.69	245.40	457.10	323.40
Promedio del	Factor B	237.05	245.40	312.26	

Para el caso de los micronutrientos, la mayoría está sobre el valor alto según Jones *et al* 1991; aunque el zinc se ubica en el rango normal pero por

debajo de la concentración óptima. Aquí si se ve un efecto más favorable en dichas concentraciones al aplicar bioactivador y al reducir la fertilización de fondo.

El orden de requerimiento de los nutrimentos estudiados se presentan en el cuadro 4.7. Encontrando que el nutrimento más requerido es el zinc y el menos requerido es el manganeso.

Cuadro 4.7. Porcentaje de desviación del valor óptimo y orden de requerimiento, en hojas de papa, cultivadas en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Trat.	desviación negativa				0	desviación positiva				
	Zn (ppm)	Mg (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	N (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	
1	-46.87	-28.21	-23.53	-22.89	19.07	47.30	129.72	184.21	223.12	
2	-46.87	-31.14	-23.53	-24.26	29.96	50.77	124.90	152.63	245.40	
3	-45.86	-28.21	-27.45	-25.82	41.63	41.69	136.14	131.58	278.83	
4	-48.87	-32.60	-21.57	-16.64	22.96	49.43	149.00	110.53	223.12	
5	-49.87	-31.14	-25.49	-23.67	28.40	47.30	118.47	89.47	217.55	
6	-49.87	-31.14	-21.57	-18.98	25.29	54.24	108.84	89.47	228.69	
7	-46.87	-26.74	-21.57	-15.08	36.19	44.63	113.65	68.42	234.26	
8	-47.87	-29.67	-21.57	-18.01	21.40	52.90	102.41	100.00	273.26	
9	-43.86	-32.60	-13.73	-24.45	24.51	48.10	99.20	78.95	284.40	
10	-41.85	-32.60	-29.41	-26.79	36.19	53.17	129.72	110.53	267.69	
11	-48.87	-32.60	-21.57	-18.01	20.62	48.10	134.54	100.00	245.40	
12	-47.87	-26.74	-25.49	-16.45	29.18	48.63	118.47	89.47	457.10	
Trat.	Orden de requerimiento									
1	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Fe>Cu>Mn									
2	Zn>Mg>K>P>Ca>N>Fe>Cu>Mn									
3	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
4	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
5	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
6	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
7	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
8	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
9	Zn>Mg>K>P>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
10	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
11	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									
12	Zn>Mg>P>K>Ca>N>Cu>Fe>Mn									

Lamaire 1967, reporta la penetración del nitrógeno y otros elementos en la planta en presencia de sustancias húmicas. No deja lugar a duda la importancia de la influencia de las sustancias húmicas (en especial húmicas) en el aprovechamiento de los nutrimentos del suelo y abonos por la planta.

Guminski 1968, menciona que no sólo tienen efectos sobre la planta las fracciones micro, también las macromoléculas de las sustancias húmicas. Las fracciones micromoleculares, al penetrar en la planta, provocan modificaciones en la estructura plasmática de las células. Influyen en los procesos enzimáticos, y forman complejos con metales polivalentes, facilitando su traslocación en la planta, las macromoléculas, incluso en caso de no penetrar en la planta, puede ejercer una acción puramente externa sobre su metabolismo. Su principal papel consiste, en este caso, en la regulación de la entrada y distribución de elementos nutritivos.

Aso y Sakai 1963, menciona que existe la opinión de que a través de la membrana celular pueden pasar sin dificultad sólo las sustancias con peso molecular de 1.000-1.500. Pero últimamente, se ha demostrado la posibilidad de penetración en la planta de sustancias con peso molecular más elevado, por ejemplo, proteínas con peso molecular de 10^3 ; Prat 1964, dice que las sustancias húmicas influyen en la entrada de sustancias nutritivas en el organismo vegetal; Narro 1995, las sustancias húmicas incrementan la asimilación de nutrimentos vía foliar y radical.

Materia seca

La primera y la segunda evaluación de materia seca total presentaron diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación.

Primera evaluación de materia seca.

La cantidad alta de materia seca de hojas se da en el tratamiento (A_4B_1) y la menor se reporta en el uno (A_1B_1), con una diferencia entre ambas 7.04 g. La cantidad promedio tiende a incrementarse conforme se incrementa dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización de fondo no encontró respuesta clara, (Cuadro 4.8).

La mayor materia seca de tallos se presenta en el tratamiento se (A_2B_3) y la menor se da en el dos (A_1B_2), la diferencia entre materia seca alta baja es de 3.43 g. La materia seca promedio tiende a incrementarse al aumentar la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización no se encontró ninguna tendencia, (Cuadro 4.8).

La diferencia de materia seca alta y baja de raíces es de 1.52 g. La materia seca promedio de raíces, a pesar de que es casi constante, tiene cierta tendencia a incrementarse al aumentar la dosis de bioactivador, mientras que con las dosis de fertilización no existen tendencias claras, (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos y materia seca total, para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Ms/órgano y total kg/ha	Factor A	Factor B (%)			Promedio del Factor A
	kg/ha	100	75	50	
Materia seca de hojas (g/pta.)	0	52.50	52.75	54.45	53.23
	50	57.68	55.96	58.89	57.51
	100	55.33	57.71	55.94	56.33
	150	59.54	55.59	56.03	57.05
Promedio del	Factor B	56.26	55.50	56.33	
Materia seca de tallos (g/pta.)	0	26.13	24.03	24.26	24.81
	50	25.49	25.17	27.46	26.04
	100	24.13	26.78	24.28	25.06
	150	25.92	25.12	25.63	25.56
Promedio del	Factor B	25.42	25.28	25.41	
Materia seca de raíces (g/pta.)	0	17.83	17.24	17.69	17.59
	50	18.06	18.16	18.38	18.20
	100	17.29	18.46	17.51	17.75
	150	18.76	18.26	17.85	18.29
Promedio del	Factor B	17.99	18.03	17.86	
Materia seca de tubérculos (g/pta.)	0	106.31	106.60	105.38	106.10
	50	110.13	107.70	104.12	107.32
	100	105.71	103.58	106.29	105.19
	150	105.92	105.35	103.71	104.99
Promedio del	Factor B	107.02	105.81	104.88	
Materia seca total (g/pta.)	0	202.77	200.62	201.78	201.72
	50	211.36	206.99	208.85	209.07
	100	202.46	206.53	204.02	204.34
	150	210.14	204.32	203.22	205.89
Promedio del	Factor B	206.69	204.62	204.48	

La mayor materia seca de tubérculos se alcanza en el tratamiento cuatro (A_2B_1) y la menor se presenta en el ocho (A_3B_2), la mayor producción difiere de la menor en 6.55 g. No se encontraron respuestas claras en los valores promedio, esto es debido a la similitud que existe entre tratamientos, (Cuadro 4.8).

La alta materia seca total la alcanza el tratamiento cuatro (A_2B_1) y la baja el dos (A_1B_2), la variación entre ambas es de 10.74 g. Existe cierta tendencia a incrementarse la materia seca total promedio al aumentar la dosis de bioactivador y decrece al reducir la fertilización de fondo, (Cuadro 4.9).

Aunque la respuesta estadística resultó no significativa para materia seca total, la diferencias entre cantidades altas y bajas, en cada órgano vegetal significa 387.2, 188.65, 83.6 y 360.25 kg/ha (con una densidad de población de 55000 plantas) de materia seca de hojas, tallos, raíces y de tubérculos respectivamente; los incrementos de materia seca de hojas y tubérculos se alcanzan al aplicar 150 y 50 kg/ha de bioactivador sin reducir la fertilización, la de raíces se da con 100 kg/ha de bioactivador y reduciendo el 25 por ciento de fertilización, mientras que la materia seca de tallos no respondió a la aplicación de bioactivadores pero si al 25 por ciento de reducción de la fertilización de fondo.

Segunda evaluación de materia seca

Se presenta la mayor producción de materia seca de hojas en el tratamiento 11 (A_4B_2), mientras que la menor se da en el dos (A_1B_2), con una diferencia entre ambas de 23.48 g. La materia seca promedio de hojas tiene cierta tendencia a incrementarse al aumentar la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización no se encontró ninguna tendencia, (Cuadro 4.9).

Se presentó una diferencia entre la máxima materia seca de tallos y la mínima de 24.31 g, obteniéndose el valor alto en el tratamiento 11 (A_4B_2) y el valor mínimo en el 10 (A_4B_1). No existe ninguna tendencia en la materia seca promedio de tallos al incrementar la dosis de bioactivador, sin embargo al reducir a fertilización de fondo se da cierta tendencia a incrementarse, (Cuadro 4.9).

La máxima materia seca de raíces se presenta en el tratamiento 11 (A_4B_2) y la menor fue alcanzada en el dos (A_1B_2), ambas difieren en 11.56 g. La materia seca promedio de raíces resulta con cierta tendencia a incrementarse a medida que se aumenta la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización no se encontró una respuesta clara en la misma, (Cuadro 4.9).

La alta materia seca de tubérculos se da en el tratamiento 11 (A_4B_2) y a menor se logra en el 10 (A_4B_1), la diferencia entre los dos valores es de 56.63 g. No se encontró una tendencia clara en la materia seca promedio de tubérculos al incrementar la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización de fondo existe cierta tendencia a incrementarse, (Cuadro 4.9).

La materia seca total presentó el mismo comportamiento que la materia seca de tubérculos; aunque la diferencia entre el tratamiento alto y bajo es de 13.15 g. La materia seca total promedio resulta con cierta tendencia a

incrementarse al aumentar la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Materia seca de hojas, tallos, raíces, tubérculos y materia seca total, para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994

Ms/órgano y total	Factor A	Factor B (%)			Promedio del
kg/ha	kg/ha	100	75	50	Factor A
Materia seca de hojas (g/pta.)	0	57.52	54.61	68.82	60.32
	50	69.02	60.04	59.61	62.89 *
	100	59.11	61.83	61.77	60.91
	150	56.93	78.09	58.70	64.58
Promedio del	Factor B	60.65	63.64	62.23	
Materia seca de tallos (g/pta.)	0	31.15	25.89	38.63	31.89
	50	36.83	29.25	28.18	31.42 *
	100	27.91	30.90	30.11	29.64
	150	23.31	47.62	28.30	33.08
Promedio del	Factor B	29.80	33.42	31.31	
Materia seca de raíces (g/pta.)	0	46.45	46.16	53.45	48.68
	50	54.55	48.05	47.82	50.14 *
	100	47.33	49.01	50.53	48.96
	150	46.67	57.72	46.53	50.31
Promedio del	Factor B	48.75	50.24	49.58	
Materia seca de tubérculos (g/pta.)	0	200.58	220.27	213.03	211.29
	50	206.05	225.82	220.73	217.53 *
	100	212.61	183.68	208.56	201.62
	150	179.50	236.13	211.91	209.18
Promedio del	Factor B	199.69	216.48	213.56	
Materia seca total (g/pta.)	0	335.7	346.93	373.93	352.19
	50	366.45	363.16	356.34	361.98 *
	100	346.96	325.42	350.97	341.12
	150	306.41	419.56	345.44	357.14
Promedio del	Factor B	338.88	363.77	356.67	

La segunda evaluación de materia seca total, resultó no significativa estadísticamente, pero las diferencias encontradas entre la cantidad alta y baja para cada órgano vegetal, significan 1.2914, 1.33705, 0.6358 y 3.11465 ton/ha

para materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos respectivamente, aunque la mayor materia seca de hojas, raíces y tubérculos se alcanza con 150 kg/ha de bioactivador y al reducir el 25 por ciento de fertilización, mientras que la mayor materia seca de tallos se logró con 150 kg/ha de bioactivador y sin reducir la fertilización.

Sensei y Lofredo 1994, dicen que las sustancias húmicas provocan cambios físicos en el sistema de hojas de chícharo; Hernando *et al* 1976, menciona un incremento en el desarrollo y por lo tanto el aumento de peso de la planta al aplicar sustancias húmicas; Chamináde 1968, dice que las sustancias húmicas influyen en la estructura anatómica de la planta y, en particular, aceleran la diferenciación del punto de crecimiento; Narro 1995, menciona que las sustancias húmicas incrementan la producción de biomasa y crecimiento vegetal.

La planta, al absorber el ácido húmico, incrementa la permeabilidad de la membrana celular, la absorción de nutrimentos por las raíces y por el follaje, la respiración celular y la fotosíntesis; de tal manera que estos efectos se reflejan en un mayor crecimiento de la planta, principalmente el incremento en materia seca. Estos efectos de los ácidos húmicos se enmascaran por factores incontrolables.

Asimilación de dióxido de carbono (fotosíntesis neta)

Al realizar el análisis de varianza a los datos de fotosíntesis media por planta, no se encontró diferencia significativa en la primera evaluación, diferencia altamente significativa para bloques en la segunda evaluación y diferencia significativa en el factor B en la tercera evaluación.

Primera evaluación de fotosíntesis

El valor máximo de fotosíntesis en hojas inferiores, superiores y la media por planta se presenta en los tratamientos seis (A_2B_3), siete (A_3B_1) y siete (A_3B_1) respectivamente; aunque los tratamientos nueve (A_3B_3), seis (A_2B_3) y el cinco (A_2B_2) registraron la menor fotosíntesis respectivamente, pero la diferencia entre la fotosíntesis alta y baja, en las tres posiciones es 5.59 en hojas inferiores, 8.03 hojas superiores y 5.14 ($\text{mgCO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ hr}^{-1}$) en la media por planta, (Cuadro 4.10).

Segunda evaluación de fotosíntesis

Los tratamientos cinco (A_2B_2), uno (A_1B_1) y cinco (A_2B_2) presentaran la mayor fotosíntesis en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, sin embargo los tratamientos uno (A_2B_2), seis (A_2B_3) y seis

(A₂B₃) dan la fotosíntesis menor en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, aunque la diferencia en fotosíntesis alta y baja para las tres posiciones es de 5.11, 17.94 y 10.79 (mgCO₂dm⁻²hr⁻¹) respectivamente, (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.10. Valores promedio de fotosíntesis (mg dm⁻² hr⁻¹) para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A kg/ha	Posición en la planta	Factor B(%)			Medias del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	18.77	17.97	19.27	18.67
	Hojas superiores	23.20	26.19	23.83	24.41
	Media/planta	20.99	22.09	21.55	21.54
50	Hojas inferiores	18.82	17.33	22.56	19.57
	Hojas superiores	22.89	21.83	20.11	21.61
	Media por planta	20.87	19.60	21.34	20.60
100	Hojas inferiores	21.33	18.52	16.97	18.94
	Hojas superiores	28.14	24.11	22.72	24.99
	Media por planta	24.74	21.33	19.85	21.98
150	Hojas inferiores	18.57	18.33	18.60	18.50
	Hojas superiores	21.72	25.81	26.19	24.573
	Media por planta	20.15	22.08	22.41	21.55
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	19.37	18.04	19.35	
	Hojas superiores	23.99	24.49	23.21	
	Media por planta	21.69	21.27	21.29	

Cuadro 4.11. Valores promedio de fotosíntesis ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A kg/ha	Posición en la planta	Factor B (%)			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	25.33	26.40	28.30	26.676
	Hojas superiores	46.93	34.14	36.82	39.2966
	Media por planta	36.13	30.28	32.57	32.99
50	Hojas inferiores	28.12	30.44	26.63	28.396
	Hojas superiores	29.42	46.77	28.99	35.06
	Media por planta	28.78	38.61	27.82	31.74
100	Hojas inferiores	28.42	25.65	27.98	27.35
	Hojas superiores	38.06	41.40	38.40	39.2866
	Media por planta	33.25	33.54	33.20	33.33
150	Hojas inferiores	27.28	26.36	26.62	26.753
	Hojas superiores	32.83	35.38	38.17	35.46
	Media por planta	30.06	30.88	32.40	31.11
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	27.29	27.213	27.383	
	Hojas superiores	36.81	39.423	35.596	
	Media por planta	32.06	33.33	31.496	

Tercera evaluación de fotosíntesis

Se presenta la máxima fotosíntesis en los tratamientos seis (A_2B_3), 12 (A_4B_3) y nueve (A_3B_3) en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, mientras que la mínima se da en los tratamientos uno (A_1B_1), cuatro (A_2B_1) y 11 (A_4B_2) respectivamente, la diferencia entre la fotosíntesis máxima y mínima, para las tres posiciones de la planta es 6.41, 4.56 y 3.89 $\text{mgCO}_2\text{dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$ respectivamente, (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Valores promedio de fotosíntesis ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A kg/ha	Posición planta	Factor B(%)			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	12.08	13.48	14.77	13.445
	Hojas superiores	20.76	20.66	21.74	21.063
	Media por planta	16.42	17.08	18.26	17.254
50	Hojas inferiores	14.27	14.46	18.49	15.743
	Hojas superiores	18.62	21.83	18.79	19.751
	Media por planta	16.44	18.15	18.65	17.747
100	Hojas inferiores	14.27	16.00	17.38	15.89
	Hojas superiores	19.22	21.47	23.18	21.30
	Media por planta	16.75	18.75	20.29	18.59
150	Hojas inferiores	12.93	13.00	15.61	13.85
	Hojas superiores	20.58	19.77	23.26	21.22
	Media por planta	16.76	16.40	19.44	17.53
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	13.39	14.24	16.56	
	Hojas superiores	19.80	20.95	21.75	
	Media por planta	16.59	17.59	19.16	

La fotosíntesis media por planta en la primera evaluación, tiende a incrementarse conforme se aumenta la dosis de bioactivador y disminuye al reducir la fertilización, pero en la segunda evaluación la fotosíntesis media por planta mantiene cierta tendencia a incrementarse al aumentar la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización, aunque en la última evaluación la fotosíntesis media por planta se incrementa conforme se aumenta la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización. El valor alto de fotosíntesis media por planta se presenta en el tratamiento siete (A_3B_1), cinco (A_2B_2) y nueve (A_3B_3) para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente. Si se analiza la tendencia presentada en cada evaluación y los tratamientos que presentaron mayor tasa de fotosíntesis media por planta, nos damos cuenta que la dosis de

100 kg/ha de bioactivador da buena respuesta en fotosíntesis, a medida que el cultivo crece y al reducir la fertilización de fondo.

Este resultado coincide con lo que dice: Hernando *et al* (1976), dice que una de las partes de la molécula del ácido húmico está formado por un conjunto de compuestos nitrogenados, principalmente aminoácidos y proteínas, las cuales le confieren un carácter enzimático. Las reacciones enzimáticas son reacciones catalíticas, por ser acciones catalíticas los incrementos en la fotosíntesis producidos por las sustancias húmicas son independientes de la cuantía de la dosis aplicada.

Prat 1964, dice que el principio de la efectividad de una serie de compuestos orgánicos y en especial las sustancias húmicas propiamente dichas, radica en su influencia en la bioenergética del organismo vegetal. Pero, en su opinión, la influencia en los procesos de crecimiento está relacionado con el metabolismo protéico; la base de la acción positiva consiste en el efecto sobre la velocidad de la síntesis de los ácidos nucleicos. Flaig (1968), menciona que el mecanismo de acción de las sustancias húmicas esta basado en la estimulación de los procesos energéticos relacionados con la fosforilación oxidativa y síntesis de los ácidos nucleicos. Sin embargo según Prat la intensificación de la síntesis de éstos, es el resultado de la intensificación de la fosforilación oxidativa bajo la acción de las sustancias húmicas, según Flaig (1968), el mecanismo de este

proceso principal es la desconexión de la respiración y de la fosforilación oxidativa.

Una vez que las sustancias húmicas penetran al interior de las células y tejidos, incrementan fotosíntesis y respiración debido a los grupos quinónicos, grupos fenólicos y al conjunto de compuestos nitrogenados que estos presentan. Es muy importante conocer el efecto negativo al aplicar excesos de sustancias húmicas, ya que aplicaciones altas de sustancias húmicas incrementan respiración y fotosíntesis, por consecuencia hay una mayor utilización de las sustancias de reserva.

Transpiración en hojas

Al realizar el análisis de varianza a cada evaluación media por planta, se encontró diferencia altamente significativa para el factor B y diferencia significativa en bloques en la tercera evaluación, mientras que la primera y segunda evaluación no presentaron diferencia estadística para ninguna de las fuentes de variación.

Primera evaluación de transpiración

La mayor tasa de transpiración en hojas inferiores, superiores y el promedio por planta se presentan en los tratamientos siete (A_3B_1), 12 (A_4B_3) y

siete (A_3B_1) respectivamente, sin embargo la menor se alcanza en los tratamientos ocho (A_3B_2), seis (A_2B_3) y seis (A_2B_3) respectivamente, la diferencia entre la tasa alta y baja para cada posición en la planta es 0.16594, 0.2982 y 0.18 ($\text{ml H}_2\text{O dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) de acuerdo al orden mencionado, (cuadro 4.13).

Cuadro 4.13. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A kg/ha	Posición planta	Factor B(%)			Medias del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	0.54438	0.56390	0.60485	0.57104
	Hojas superiores	0.62571	0.6942	0.64651	0.65547
	Media por planta	0.585	0.629	0.626	0.613
50	Hojas inferiores	0.54686	0.55683	0.5969	0.56686
	Hojas superiores	0.59886	0.63513	0.49509	0.5764
	Media por planta	0.573	0.596	0.546	0.572
100	Hojas inferiores	0.67951	0.51357	0.51718	0.57009
	Hojas superiores	0.7734	0.63045	0.63235	0.67873
	Media por planta	0.726	0.572	0.575	0.624
150	Hojas inferiores	0.59854	0.60003	0.60212	0.60023
	Hojas superiores	0.61683	0.75835	0.79329	0.72282
	Media por planta	0.608	0.679	0.698	0.662
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.59232	0.558577	0.58026	
	Hojas superiores	0.6537	0.679530	0.64181	
	Media por planta	0.623	0.619	0.611	

Segunda evaluación de transpiración

Los tratamientos siete (A_3B_1), uno (A_1B_1) y cinco (A_2B_2) presentan la mayor tasa de transpiración en hojas inferiores, superiores y en la media por planta respectivamente, mientras que la menor transpiración se alcanza en los tratamientos dos (A_1B_2), seis (A_2B_3) y el dos (A_1B_2) respectivamente; la diferencia entre ambos extremos es 0.10534, 0.10385 y 0.093 ($\text{mlH}_2\text{Odm}^{-2}\text{hr}^{-1}$) de acuerdo al orden anterior, (cuadro 4.14).

Cuadro 4.14. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador	Posición planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	0.30632	0.28061	0.3394	0.30977
	Hojas superiores	0.41121	0.31761	0.38727	0.37203
	Media por planta	0.360	0.299	0.363	0.341
50	Hojas inferiores	0.33947	0.37746	0.32178	0.34624
	Hojas superiores	0.37053	0.40725	0.30735	0.36171
	Media por planta	0.355	0.392	0.315	0.354
100	Hojas inferiores	0.38595	0.34812	0.32987	0.35465
	Hojas superiores	0.39798	0.38556	0.38961	0.39105
	Media por planta	0.392	0.367	0.360	0.373
150	Hojas inferiores	0.28505	0.31686	0.33740	0.31310
	Hojas superiores	0.35289	0.3609	0.36954	0.36111
	Media por planta	0.319	0.339	0.353	0.337
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.329947	0.330762	0.33211	
	Hojas superiores	0.383152	0.36783	0.36344	
	Media por planta	0.357	0.349	0.348	

Tercera evaluación de transpiración

Se alcanza la tasa alta de transpiración en hojas inferiores, superiores y el promedio por planta en el tratamiento nueve (A_3B_3) para las tres posiciones en la planta, mientras que la menor se da en los tratamientos uno (A_1B_1), siete (A_3B_1) y uno (A_1B_1) respectivamente, la diferencia entre las tasas altas y bajas es 0.14291, 0.06849 y 0.1 ($\text{mlH}_2\text{Odm}^{-2}\text{hr}^{-1}$) de acuerdo al orden anterior, (cuadro 4.15).

Cuadro 4.15. Valores promedio de transpiración ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$), para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador	Posición	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
kg/ha	planta				
0	Hojas inferiores	0.19174	0.24265	0.26880	0.2344
	Hojas superiores	0.24337	0.28014	0.29305	0.2722
	Media por planta	0.218	0.261	0.281	0.253
50	Hojas inferiores	0.27415	0.24769	0.29672	0.27285
	Hojas superiores	0.23906	0.29930	0.27897	0.27244
	Media por planta	0.257	0.273	0.288	0.273
100	Hojas inferiores	0.21928	0.26697	0.33465	0.27363
	Hojas superiores	0.23382	0.29877	0.30231	0.27829
	Media por planta	0.227	0.283	0.318	0.276
150	Hojas inferiores	0.22016	0.2339	0.26237	0.23881
	Hojas superiores	0.26735	0.26317	0.28775	0.27276
	Media por planta	0.244	0.249	0.275	0.256
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.22633	0.24780	0.29063	
	Hojas superiores	0.2459	0.28535	0.29052	
	Media por planta	0.236	0.267	0.291	

La transpiración media por planta tiende a incrementarse conforme se aumenta la dosis de bioactivador en las tres evaluaciones. En la primera y

segunda evaluación, la transpiración media por planta disminuye al reducir la fertilización, mientras que en la última evaluación la transpiración media por planta se incrementa al reducir la fertilización. La transpiración alta se encuentra en el tratamiento siete (A_3B_1), cinco (A_2B_2) y nueve (A_3B_3) para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente. Esos resultados indican que conforme el cultivo crece la máxima transpiración media por planta se presenta a medida que se reduce la fertilización de fondo más 100 kg/ha de bioactivador húmico.

Hernardo *et al* 1976, menciona que al aplicar ácidos húmicos, estos aumentan el desarrollo del sistema radical, aceleración de la nutrición mineral y carbonada, influencia sobre la absorción y transpiración del agua, de tal manera que si se aplican altas dosis de ácidos húmicos, se puede provocar un desequilibrio en los procesos metabólicos; Aso y Sakai 1963, dice que las sustancias húmicas influyen en la entrada de sustancias nutritivas en el organismo vegetal, en su respiración, metabolismo y, en definitiva, en una serie de casos elevan las cosechas.

Las sustancias húmicas incrementan los procesos respiratorios en el sentido de aumentar el desarrollo del sistema radical, aceleración de la nutrición mineral y carbonada, influencia sobre la absorción y transpiración del agua. Un incremento excesivo de dichos procesos han de llevar consigo un descenso en el

peso del vegetal tanto por consumirse gran cantidad de sustancias de reserva, como por producir desequilibrios en los procesos metabólicos.

Conductancia estomatal

Al realizar el análisis de varianza a las tres evaluaciones y para cada posición de la hoja, no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Primera evaluación de conductancia

La diferencia entre la conductancia alta y baja es de 0.1954, 0.1959 y 0.185 cms^{-1} en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, la conductancia alta se presenta en los tratamientos siete (A_3B_1), 12 (A_4B_3) y siete (A_3B_1) de acuerdo al orden anterior, mientras que la conductancia baja se da en el tratamiento seis (A_2B_3) para las tres posiciones en la planta, (cuadro 4.16).

Cuadro 4.16. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador	Posición	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
kg/ha	planta				
0	Hojas inferiores	0.5855	0.5856	0.6138	0.5950
	Hojas superiores	0.6286	0.6927	0.6312	0.6508
	Media por planta	0.607	0.639	0.623	0.623
50	Hojas inferiores	0.5939	0.5510	0.5001	0.5483
	Hojas superiores	0.6188	0.6229	0.5460	0.5959
	Media por planta	0.606	0.587	0.523	0.572
100	Hojas inferiores	0.6955	0.5552	0.5824	0.6110
	Hojas superiores	0.7204	0.6352	0.6383	0.6647
	Media por planta	0.708	0.595	0.610	0.638
150	Hojas inferiores	0.5824	0.6180	0.6117	0.6040
	Hojas superiores	0.5963	0.7142	0.7419	0.6841
	Media por planta	0.589	0.666	0.677	0.644
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.6143	0.5774	0.5770	
	Hojas superiores	0.6410	0.6663	0.6394	
	Media por planta	0.628	0.622	0.608	

Segunda evaluación de conductancia

Con el tratamiento ocho (A_3B_2) se alcanza la mayor conductancia en las tres posiciones de la planta, mientras que la menor se presenta en los tratamientos 10 (A_4B_1), dos (A_1B_2) y dos (A_1B_2) en hojas inferiores, superiores y el la media por planta respectivamente, la diferencia entre la conductancia alta y baja es 0.1828 , 0.1305 y 0.153 cm s^{-1} para hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, (cuadro 4.17).

Cuadro 4.17. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Posición planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	0.5126	0.4958	0.5978	0.5354
	Hojas superiores	0.6157	0.6134	0.7300	0.6530
	Media por planta	0.564	0.555	0.664	0.594
50	Hojas inferiores	0.5400	0.6481	0.5811	0.5897
	Hojas superiores	0.7136	0.6810	0.6670	0.6872
	Media por planta	0.627	0.665	0.624	0.638
100	Hojas inferiores	0.6161	0.6725	0.5354	0.6080
	Hojas superiores	0.6553	0.7439	0.6577	0.6856
	Media por planta	0.636	0.708	0.597	0.647
150	Hojas inferiores	0.4897	0.5385	0.5476	0.5253
	Hojas superiores	0.6880	0.6413	0.6693	0.6662
	Media por planta	0.589	0.590	0.608	0.596
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.5396	0.5887	0.5655	
	Hojas superiores	0.6682	0.6699	0.6810	
	Media por planta	0.604	0.629	0.623	

Tercera evaluación de conductancia

La máxima conductancia se presenta en el tratamiento nueve (A_3B_3) para las tres posiciones en la planta, mientras que la mínima se da en los tratamientos 10 (A_4B_3) en hojas inferiores, y el siete (A_3B_1) para hojas superiores y para la media por planta, la diferencia entre ambos extremos es de 0.1534, 0.1081 y 0.123 cm s^{-1} en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente, (cuadro 4.18).

Cuadro 4.18. Valores promedio de conductancia (cm s^{-1}), para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Posición planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	0.1950	0.2110	0.2390	0.2150
	Hojas superiores	0.2136	0.2321	0.2413	0.2290
	Media por planta	0.204	0.222	0.240	0.222
50	Hojas inferiores	0.2577	0.2216	0.2630	0.2474
	Hojas superiores	0.2150	0.2743	0.2519	0.2470
	Media por planta	0.236	0.248	0.257	0.247
100	Hojas inferiores	0.2096	0.2496	0.3470	0.2688
	Hojas superiores	0.1925	0.2466	0.3006	0.2466
	Media por planta	0.201	0.248	0.324	0.258
150	Hojas inferiores	0.1936	0.2123	0.2296	0.2118
	Hojas superiores	0.2492	0.2202	0.2690	0.2461
	Media por planta	0.221	0.216	0.249	0.229
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	0.2140	0.2236	0.2697	
	Hojas superiores	0.2176	0.2433	0.2657	
	Media por planta	0.216	0.233	0.268	

La conductancia media por planta respondió favorablemente al incrementar la dosis de bioactivador en las tres evaluaciones, pero en la primera y segunda evaluación la conductancia media disminuye al reducir la fertilización, mientras que en la última evaluación esta se incrementa conforme se reduce la fertilización. La máxima conductancia media por planta se presentó en el tratamiento siete (A_3B_1), ocho (A_3B_2) y nueve (A_3B_3).

Tomando en cuenta, los tratamientos que presentaron el valor alto y las tendencias presentadas en las tres evaluaciones, encontramos que la mejor

respuesta se dió con 100 kg/ha de bioactivador, más 100, 75 y 50 por ciento de fertilización en la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente.

Narro 1995, dice que las sustancias húmicas incrementan la permeabilidad de la membranas vegetales; Omega 1989, dice que el humitrón-humiplex, aumentan la permeabilidad de la membrana celular, incrementando así la absorción de los nutrimentos tanto vía foliar como radical.

Fuhr y Sauerbeck (1967), demostraron una penetración limitada del carbono de la materia orgánica aportada. La masa principal de este queda en las raíces, fijándose en general en la superficie de éstas.

La penetración de carbono de los extractos acuosos de fulvoácidos, y especialmente ácidos húmicos a la parte aérea de la planta, era muy pequeña (incrementando la permeabilidad de la membrana celular). Fundados en lo expuesto, los autores llegan a la conclusión de que sólo las fracciones de ácidos húmicos de bajo peso molecular, son capaces de migrar al interior de la planta y producir efectos positivos, mientras que la de alto peso molecular se reúne en la superficie de la raíz.

Una vez que los ácidos húmicos penetran al interior de la célula y de los tejidos, estos permeabilizan la membrana celular; permitiendo de esta manera la entrada de nutrimentos tanto foliares como por la raíz, de dióxido de

carbono y agua. En este trabajo se encontró un incremento en conductancia al incrementar la dosis de bioactivador.

Uso eficiente fisiológico del agua (UEFA)

Esta variable se calculó al dividir la asimilación de dióxido de carbono entre la tasa de transpiración.

Primera evaluación del Uso Eficiente Fisiológico del Agua

El mayor UEFA en hojas inferiores, superiores y el medio por planta se alcanza en el tratamiento seis (A_2B_3), mientras que el menor UEFA se presenta en el tratamiento 11 (A_4B_2) para hojas inferiores y en las otras dos posiciones se reportan en el tratamiento 12 (A_4B_3); se encontró una diferencia entre el nivel alto y bajo de 7.24, 7.58 y 7.24 para hojas inferiores, superiores y el medio por planta respectivamente, (Cuadro 4.19).

Cuadro 4.19. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la primera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Posición en la planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	34.51	31.86	31.87	32.75
	Hojas superiores	37.07	37.75	36.85	37.22
	Media por planta	35.79	34.81	34.36	34.99
50	Hojas inferiores	34.43	31.15	37.81	34.46
	Hojas superiores	38.25	34.40	40.61	37.75
	Media por planta	36.34	32.77	39.21	36.11
100	Hojas inferiores	31.39	36.07	32.82	33.43
	Hojas superiores	36.40	38.27	35.94	36.87
	Media por planta	33.89	37.17	34.38	35.15
150	Hojas inferiores	31.03	30.57	30.91	30.84
	Hojas superiores	35.22	34.05	33.03	31.10
	Media por planta	33.13	32.31	31.97	32.47
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	32.84	32.42	33.35	
	Hojas superiores	36.74	36.12	36.61	
	Media por planta	34.79	34.27	34.98	

Segunda evaluación del Uso Eficiente Fisiológico del Agua

Se encontró una diferencia entre el valor alto de UEFA y el bajo de 22.08, 35.44 y 19.65 en hojas inferiores, superiores y el promedio por planta respectivamente, reportando el valor alto en el tratamiento 10 (A_4B_1), cinco (A_2B_2) y dos (A_1B_2) en hojas inferiores, superiores y la media por planta respectivamente; pero el valor bajo se alcanzó en el tratamiento siete (A_3B_1) en hojas inferiores y para las otras posiciones se dio en el cuatro (A_2B_1), (Cuadro 4.20).

Cuadro 4.20. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la segunda evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Posición en la planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	81.92	94.10	83.40	86.47
	Hojas superiores	114.12	107.51	95.10	105.58
	Media por planta	98.02	100.80	89.25	96.03
50	Hojas inferiores	82.88	80.65	82.80	82.11
	Hojas superiores	79.43	114.87	94.34	96.21
	Media por planta	81.15	97.76	88.57	89.16
100	Hojas inferiores	73.66	73.71	84.87	77.41
	Hojas superiores	95.63	107.42	98.57	100.54
	Media por planta	84.65	90.56	91.72	88.98
150	Hojas inferiores	95.74	83.25	78.91	85.97
	Hojas superiores	93.03	98.04	103.29	98.12
	Media por planta	94.39	90.65	91.10	92.04
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	83.55	82.92	82.49	
	Hojas superiores	95.55	106.96	97.83	
	Media por planta	89.55	94.94	90.16	

tercera evaluación del Uso Eficiente Fisiológico del Agua

El máximo UEFA se presenta en el tratamiento siete (A_3B_1) en hojas inferiores y en las otras dos posiciones se da en el tratamiento uno (A_1B_1), mientras que el menor se reporta en el tratamiento seis (A_2B_3) en hojas superiores y en el tratamiento nueve (A_3B_3) para las otras dos posiciones; la diferencia entre el valor alto y bajo es 13.12, 17.98 y 9.83 para hojas inferiores, superiores y el promedio por planta respectivamente, (Cuadro 4.21).

Cuadro 4.21. Valores promedios de uso eficiente fisiológico del agua, para la tercera evaluación, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Posición en la planta	Factor B(%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	Hojas inferiores	63.00	55.57	54.95	57.84
	Hojas superiores	85.34	73.79	74.21	77.78
	Media por planta	74.17	64.68	64.58	67.81
50	Hojas inferiores	52.04	58.39	62.34	57.59
	Hojas superiores	77.89	72.98	67.36	72.74
	Media por planta	64.96	65.68	64.85	65.17
100	Hojas inferiores	65.07	59.98	51.95	59.00
	Hojas superiores	82.23	71.89	76.72	76.95
	Media por planta	73.65	65.93	64.34	67.97
150	Hojas inferiores	58.72	55.60	59.49	57.93
	Hojas superiores	77.01	75.19	80.86	77.69
	Media por planta	67.87	65.39	70.17	67.81
Promedio para el Factor B	Hojas inferiores	59.71	57.38	57.18	
	Hojas superiores	80.62	73.46	74.79	
	Media por planta	70.16	65.42	65.99	

El UEFA no mostró respuestas claras al incrementar la dosis de bioactivador húmico ni al reducir la fertilización, obteniendo el máximo UEFA en el tratamiento seis (A_2B_3), dos (A_1B_2) y uno (A_1B_1).

Variables Evaluadas en suelo

Los valores desglosados y los análisis de varianza para las variables evaluadas en suelo se presentan en los Cuadros del 34 al 49 del apéndice. Los valores promedios de cada variable evaluada en suelo, tanto para las dosis de fertilización como de bioactivador se presentan en los Cuadros del 4.22 al 4.30 de este apartado.

Densidad aparente

El tratamiento dos (A_1B_2) resulta con el valor alto de densidad aparente y el ocho (A_3B_2) da el valor bajo, con una diferencia entre ambos valores de 0.2 gcm^{-3} . Los valores promedios de esta variable disminuyen al incrementar la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (cuadro 4.22). Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa.

Narro 1994, menciona que la densidad aparente oscila entre menos de 1.0 g/cc en suelos arcillosos, orgánicos, bien estructurados, hasta alrededor de 1.9 g/cc en suelos arenosos muy compactados.

Cuadro 4.22. Valores promedios de densidad aparente del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
	100	75	50	
0	1.0575	1.2175	1.0550	1.110
50	1.0575	1.0550	1.0250	1.046
100	1.0575	1.0175	1.0350	1.037
150	1.0250	1.0425	1.0350	1.034
Promedio del Factor B	1.049	1.083	1.038	

La diferencia encontrada entre el valor alto y bajo en densidad aparente, significa una disminución en la misma de un 22.22 por ciento con respecto al rango propuesto por Narro (1994), este efecto se alcanzó principalmente con la aplicación de bioactivadores.

Los resultados antes mencionados, sobre la densidad aparente coincide con lo que reporta, Narro 1994, que al registrarse un incremento en espacio poroso, se refleja en una disminución en la densidad aparente. Tarchitzky et al (1993), encontraron un incremento en la floculación en montmorillonita proporcional con el incremento en la concentración de sustancias húmicas, esto se explica por las interacciones entre moléculas de sustancias húmicas cargadas negativamente y por las cargas de arcillas; Kasatochkin y Zilberbrand (1956), mencionan que la forma de la molécula de los ácidos húmicos es esférica y no ensambla bien con la estructura de arcilla (la cual tiene forma lineal), pero el ácido poliurónico de la mucosidad bacteriana participan más activamente en el procesos de agregación del suelo, ya que la molécula de estos ácidos tienen forma lineal; Tyulin (1946), dice que existen dos grupos de coloides: el primero, caracterizado por la forma de unión porosa de las sustancias húmicas que ensamblan con el retículo cristalino de los minerales arcillosos a través del calcio cambiante, el segundo caracterizado por la unión de las sustancias húmicas con la parte mineral del suelo los planos reticulares cristalinos de los minerales arcillosos.

La molécula del ácido húmico incrementa la flora microbiana, y por consiguiente la mucosidad bacteriana, pero esta mucosidad por su estructura molecular ensambla bien con la arcilla, incrementando de esta manera,

agregación del suelo, lo cual trae una disminución en la densidad aparente. Este efecto es muy claro en el resultado encontrado en este trabajo.

La densidad aparente es muy importante ya que con el valor de esta y de textura se conocen algunos procesos físicos que se puedan dar, así como también la condición física del suelo.

Espacio poroso

Con el tratamiento ocho (A_3B_2) se obtuvo el mayor espacio poroso y el menor se presenta en el cinco (A_2B_2), con un porcentaje de diferencia de 1.66. Aun con esta diferencia, los valores promedios de esta variable se incrementan conforme se aumenta la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización, (cuadro 4.23).

Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Cuadro 4.23. Valores promedios de espacio poroso del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedios del Factor A
	100	75	50	
0	58.160	58.180	58.3450	58.228
50	58.1550	58.1050	59.5050	58.588
100	58.1550	59.7650	59.0250	58.982
150	59.6050	58.7550	59.0775	59.146
Promedios Factor B	58.519	58.701	58.988	

Narro 1994, menciona que para un suelo arcilloso y orgánico, rico en des generalmente presenta altos valores de porosidad alrededor de 0.60 (60 por ciento), los suelos arenosos presentan bajos valores de porosidad alrededor de 0.40 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ (40 por ciento).

La diferencia encontrada entre el valor alto y bajo significa un 7.5 por ciento de incremento con respecto al rango mencionado por Narro 1994, dicho incremento se atribuye principalmente a la aplicación de bioactivadores. El miento alto casi está en el nivel alto según el mismo autor.

Los resultados encontrados coinciden con lo que dicen; Kasatochkin y Onova (1958), dicen que la molécula del ácido húmico no es compacta, en una estructura blanda (esponjosa) con multitud de poros internos, con características se incrementa la aireación del suelo; Narro (1994), menciona la materia orgánica favorece la formación de agregados y estructuración del suelo, debido a su acción cementante se incrementa la agregación de las partículas sólidas y se mejora la estabilidad estructural lo cual trae como consecuencia: reducción en la densidad aparente y de sólidos, incremento en la porosidad total del suelo, incremento en la aireación del suelo y cambios en las características de retención de humedad; Kelerman (1959), con ayuda de carbonatos de calcio aplicados al suelo se forman agregados primarios (micro

agregados), los cuales al unirse con enlaces intermicelares de la materia orgánica con minerales del tipo montmorillonita, forman microagregados.

La molécula del ácido húmico no es compacta sino que tiene infinidad de poros, esta característica le da el poder de poseer una alta porosidad en el suelo. En este trabajo se encontró una alta porosidad en presencia de bioactivador húmico, pero la respuesta estadística fue no significativa, esto es válido hasta cierto punto ya que la mayoría de las evaluaciones físicas en suelo tienen rangos de variación muy cortos.

Esta propiedad física del suelo es muy importante, ya que es la encargada de llevar el oxígeno a las raíces para su respiración, remover el dióxido de carbono producido y proporcionar una temperatura adecuada para las raíces.

Capacidad de retención de humedad

El mayor porcentaje de humedad a capacidad de campo se alcanza en el tratamiento tres (A_1B_3) y el menor se presenta en el 12 (A_4B_3), ambos difieren en un 3.49 por ciento de humedad. El contenido promedio de humedad disminuye con la aplicación de bioactivador y con la reducción de la fertilización de fondo, (cuadro 4.24).

El porcentaje alto de humedad a punto de marchitez permanente se da en el tratamiento cuatro (A_2B_1) y el menor se presenta en el 12 (A_4B_3), con una diferencia de 4.14 por ciento. Resultó el mismo comportamiento en esta variable que para el caso del por ciento de humedad a capacidad de campo, (cuadro 4.24).

El tratamiento tres (A_1B_3) alcanzó el porcentaje alto de humedad disponible y el cuatro (A_2B_1) obtuvo el bajo, los dos difieren en 2.74 por ciento. Los valores promedio de esta variable, refleja una respuesta negativa al aumentar la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización ésta se incrementa, (cuadro 4.24).

Al realizar el análisis estadístico se encontró diferencia altamente significativa entre bloques para capacidad de campo, mientras que para punto de marchitez permanentes no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

La diferencia entre el valor alto y bajo para las tres condiciones de humedad es baja, sin embargo se encontró mayor capacidad de retención de humedad para capacidad de campo y mayor humedad disponible sin la aplicación de bioactivador y reduciendo el 50 por ciento de fertilización, mientras que la alta humedad a punto de marchitez permanente se alcanza con 50 kg/ha de bioactivador y sin reducir la fertilización.

Cuadro 4.24. Valores promedios de la capacidad de retención de humedad a capacidad de campo, a punto de marchitez permanente y la humedad disponible del suelo, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Variable	Factor A Bioactivador kg/ha	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
Por ciento de humedad a capacidad de campo	0	34.4900	33.7525	36.8525	35.032
	50	36.3550	34.4275	33.8850	34.889
	100	34.9650	34.7525	34.3350	34.684
	150	34.5825	35.3275	33.3650	34.425
	Promedio del Factor B	35.098	34.565	34.609	
Por ciento de humedad a punto de marchitez permanente	0	18.7450	18.3425	20.0275	19.038
	50	22.2725	18.7075	18.4150	19.798
	100	19.00	18.8875	18.660	18.849
	150	18.7925	19.1975	18.1325	18.708
	Promedio del Factor B	19.703	18.784	18.809	
Por ciento de humedad disponible	0	15.745	15.41	16.825	15.9933
	50	14.0825	15.72	15.47	15.0908
	100	15.965	15.865	15.675	15.835
	150	15.79	16.13	15.2325	15.7175
	Promedio del Factor B	15.3962	15.78125	15.80062	

Kretzchmar *et al* (1993), encontraron que las sustancias húmicas incrementan la estabilidad coloidal de arcillas finas en un suelo caolinítico; Kasatochkin *et al* (1956), dice que los rasgos de la estructura de la molécula del ácido húmico determinan de forma significativa la capacidad de retención de humedad y las propiedades de sorción de los ácidos húmicos; Reyna y Narro (1992), encontraron un incremento en porosidad, en la agregación, la capacidad de retención de humedad y disminuyó la densidad aparente, con aplicaciones de ácidos húmicos y reduciendo la fertilización.

Debido a que la molécula de ácido húmico no es compacta, ésta posee muchos poros, los cuales le dan la propiedad de retener agua. El efecto de los mejoradores orgánicos, se ve impactado a largo tiempo, por esta razón los resultados encontrados en esta variable no fueron muy claros, de acuerdo con lo que dice la literatura.

El contenido de humedad tanto para CC como para PMP, es muy importante, ya que por medio de este se calculan láminas de riego.

Contenido de materia organica

En la primera evaluación, el máximo contenido de materia orgánica se presenta en el tratamiento 10 (A_4B_1) y el mínimo se da en el nueve (A_3B_3), con una diferencia entre ambos valores de 0.4525 por ciento, (Cuadro 4.25).

En la segunda evaluación, el mayor porcentaje de materia orgánica se alcanzó con el tratamiento nueve (A_3B_3) y el menor se reporta en el tratamiento 12 (A_4B_3), pero el porcentaje alto difiere del menor en 0.285, (Cuadro 4.25).

Al realizarse el análisis estadístico a las dos evaluaciones de materia orgánica del suelo, no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Cuadro 4.25. Valores promedio del por ciento de materia orgánica del suelo, a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Muestreo a los	Factor B (%) Fertilizacion de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	63 días	3.9400	4.0000	3.9675	3.969
	Final	4.3025	4.2575	4.1700	4.243
50	63 días	4.0025	4.0475	3.9700	4.007
	Final	4.3025	4.1975	4.2850	4.262
100	63 días	3.7225	3.8625	3.6125	3.733
	Final	4.1725	4.2425	4.3275	4.248
150	63 días	4.0650	3.8775	3.8275	3.923
	Final	4.3150	4.2700	4.0425	4.209
Promedio del Factor B	63 días	3.933	3.947	3.844	
	Final	4.273	4.242	4.206	

La materia orgánica del suelo determinada por el método de Walkley-Blak se clasifica para un suelo pobre en valores de 0.61 a 1.20 por ciento, para un mediano de 1.81 a 2.40 y para un rico de 3.01 a 4.20 por ciento.

No se encontró diferencia significativa, ya que los valores encontrados fueron casi constantes y se presentaron en el rango rico según el método de Walkley-Blak, pero las respuestas de materia orgánica del suelo no presentaron respuestas claras al aplicar bioactivadores ni al reducir la fertilización, esto es debido al efecto prolongado de los ácidos húmicos.

Benedito y Tovar (1988), al adicionar estiércol al suelo, encontraron un aumento en la conductividad eléctrica, sobre todo en la concentración de potasio,

calcio y magnesio solubles, e incrementaron la materia orgánica del suelo. Vaughen et al (1981), la degradación química y biológica, y las modificaciones de residuos de plantas y animales, éstas son las que originan la materia orgánica del suelo, que pueden ejercer una influencia directa sobre el crecimiento de las plantas y afectan muchos procesos metabólicos.

Las sustancias húmicas incrementan la flora microbiana del suelo (principalmente de bacterias) y por consiguiente el contenido de materia orgánica disminuye aunque con el tiempo se recupera su contenido. En el presente trabajo se encontró una disminución en materia orgánica del suelo al incrementar la dosis de bioactivador y con la reducción de la fertilización.

La importancia de la materia orgánica del suelo radica en que eleva la capacidad amortiguadora de un suelo de cambios en pH, se utiliza para reducir el contacto suelo fertilizante en aquellos suelos donde existen problemas de fijación de fósforo y hierro y forman compuestos orgánico-minerales.

Capacidad de intercambio catiónico

En la primera evaluación, esta variable alcanzó su máximo valor con el tratamiento 10 (A₄B₁) y el mínimo con el nueve (A₃B₃), ambos valores difieren en 0.905 meq/100g, (cuadro 4.26).

El máximo valor de esta variable, en la segunda evaluación se alcanza con el tratamiento nueve (A_3B_3) y el mínimo se da en el 12 (A_4B_3), con una diferencia entre ambos valores de 0.575 meq/100g, (cuadro 4.26).

Cuadro 4.26. Valores promedio de la capacidad de intercambio catiónico, a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Muestreo a los	Factor B (%) Fertilización de fondo			Medias para Factor A
		100	75	50	
0	63 días	30.7700	30.890	30.825	30.828
	Final	31.4900	31.405	31.230	31.375
50	63 días	30.8950	30.985	30.830	30.903
	Final	31.4875	31.288	31.460	31.412
100	63 días	30.3350	30.6150	30.1150	30.355
	Final	31.2300	31.3725	31.5475	31.383
150	63 días	31.0200	30.6450	30.5450	30.737
	Final	31.5225	31.4300	30.9725	31.308
Medias Factor B	63 días	30.755	30.784	30.579	
	Final	31.433	31.374	31.303	

Se realizó el análisis de varianza, y no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Las diferencias entre el valor alto y bajo son insignificantes, por esta razón no hay respuestas claras en esta variable al aplicar bioactivadores y al reducir la fertilización, aunque la aplicación de bioactivadores tienen cierta tendencia a incrementar a dicha variable.

Cepeda (1985), menciona que los ácidos húmicos poseen grupos funcionales, los cuales le dan el poder de tener una capacidad de intercambio

cationico alta; Zermeño y Narro (1991), indican que al incorporar estiércol caprino al suelo se incrementó el contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de los nutrimentos del suelo, pero el pH se mantuvo constante; Edmond *et al* (1994), el complejo coloidal húmico-arcilloso tiene una gran superficie externa e interna, con cargas negativas que atraen a los iones con carga positiva, la mayoría esenciales para los cultivos con calcio, potasio, el amonio y otros.

La molécula del ácido húmico, tiene grupos funcionales, como carboxílicos y fenólicos, estos grupos se ionizan en valores altos de pH y dejan una carga negativa que puede ser ocupada por algún cation, incrementando de esta manera la capacidad de intercambio catiónico del suelo; pero este efecto se lleva tiempo. Esta es la razón por la que la capacidad de intercambio catiónico del suelo en estudio no presentó respuestas claras. La capacidad de intercambio de un suelo determina la fertilidad del mismo.

Carbonatos totales

La concentración alta de carbonatos para la primera evaluación se logra al aplicar el tratamiento dos (A₁B₂) y la mínima con el 11 (A₄B₂), la diferencia entre ambas concentraciones es de 1.21 por ciento. No se encontraron respuestas claras en la concentración promedio de esta variable al aumentar la

dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización de fondo dicha concentración disminuye, (cuadro 4.27).

En la segunda evaluación la concentración alta de carbonatos se presenta en el tratamiento 10 (A_4B_1) y la mínima se da en el nueve (A_4B_3), con una diferencia entre ambas concentraciones de 1.7725 por ciento. Al aumentar la dosis de bioactivador la concentración promedio tiende a decrecer, mientras que al reducir la fertilización de fondo la concentración disminuye, (cuadro 4.27).

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre bloques en el muestreo final, sin embargo el muestreo que se realizó a los 63 días no se encontró diferencia significativa en ninguna fuente de variación.

La clasificación de los carbonatos es: una concentración de carbonatos entre 5-20 esta en un nivel bajo, entre 20-35 nivel mediano, entre 35-50 alto y mayor de 50 por ciento de carbonatos da un nivel muy alto.

La concentración de carbonatos se presentó en un nivel mediano en las dos evaluaciones, mientras que las diferencias entre la concentración máxima y mínima son bajas en cada evaluación y con una variación promedio de 6.4455 entre las dos evaluaciones, es muy importante mencionar que por lo regular el efecto de los bioactivadores es a largo plazo.

Cuadro 4.27. Valores promedio de la concentración de carbonatos a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Muestreo a los	Factor B (%) Fertilización de fondo			Medias para Factor A
		100	75	50	
0	63 días	20.6725	20.9575	19.9525	20.528
	Final	26.9900	27.3225	26.9375	27.083
50	63 días	20.6475	20.6975	20.5950	20.647
	Final	27.4500	27.1675	27.3950	27.338
100	63 días	20.9550	20.8525	20.4225	20.743
	Final	26.8600	26.8075	25.8575	26.508
150	63 días	20.5425	19.7475	20.6225	20.304
	Final	27.6300	26.5250	27.0625	27.073
Medias Factor B	63 días	20.704	20.564	20.398	
	Final	27.233	26.956	26.813	

Vega (1987), menciona que las aplicaciones de ácidos húmicos solubilizan la caliza activa, que incrementa los carbonatos solubles que precipitan a horizontes inferiores; Van der Watt et al (1991), indican que las sustancias húmicas aplicadas al suelo generan reacciones con los compuestos del suelo, los cuales pueden movilizar y formar complejos con metales, una de las reacciones es la solubilización de caliza activa para reaccionar con calcio y otros cationes, por lo tanto, para formar carbonatos que pueden precipitarse de acuerdo con las condiciones del suelo.

Las sustancias húmicas solubilizan los carbonatos que existen en el suelo, pueden ser lixiviados al aplicar agua, siempre y cuando las condiciones físicas del suelo lo permitan. Una porosidad adecuada para el buen crecimiento de las plantas, puede ayuda a la lixiviación del anión carbonato. En el presente

trabajo, al aplicar ácidos húmicos se da una disminución de carbonatos a los 63 días y un incremento en los mismos al final del ciclo, esto se debe a la acción del mejoramiento químico a largo tiempo. Otro de los efectos encontrados es la disminución de estos al reducir la fertilización de fondo en las dos evaluaciones.

Es muy importante el conocimiento de la concentración de carbonatos, por los efectos secundarios a que pueden dar lugar las elevadas concentraciones de carbonatos: clorosis en las plantas como consecuencia de la fijación de algunos elementos, tales como fósforo, calcio, magnesio, etc.

Nitrógeno total

Para la primera evaluación el mayor contenido de nitrógeno se presenta en el tratamiento 10 (A_4B_1) y el menor se presenta en el nueve (A_3B_3); con una diferencia entre ambos contenidos de 10.86 kg/ha. No se encontraron respuestas claras en los valores promedios de esta variable al aumentar la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (Cuadro 4.28).

En la segunda evaluación el valor alto de nitrógeno se alcanza en el tratamiento nueve (A_3B_3) y el menor se da en el 12 (A_4B_3), ambos contenidos difieren en 6.84 kg/ha. No hay respuestas claras en los valores promedio de esta variable, al aumentar la dosis de bioactivador, aunque dichos valores disminuyen conforme se reduce la fertilización de fondo, (Cuadro 4.28).

Cuadro 4.28. Valores promedio de nitrógeno total del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Mues- treo	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	63 días	94.5600	96.0000	95.2200	95.260
	Final	103.2600	102.1800	100.080	101.840
50	63 días	96.0600	97.1400	95.2800	96.160
	Final	103.2600	100.7400	102.840	102.280
100	63 días	89.3400	92.7000	86.7000	89.580
	Final	100.1400	101.8200	103.860	101.940
150	63 días	97.5600	93.0600	91.8600	94.160
	Final	103.5600	102.4800	97.0200	101.020
Promedio Factor B	63 días	94.380	94.725	92.265	
	Final	102.555	101.805	100.950	

Rauhe (1968), al incorporar nitrógeno mineral se eleva la intensidad de la mineralización del humus del suelo. Esta causa la atribuye a la acción hidrolizante sobre el nitrógeno del suelo del HNO_3 que se forma en la nitrificación de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Existe la opinión de que la causa consiste en la elevación de la intensidad de la actividad de los microorganismos amonificadores; Vanegas y Lasso (1989), redujeron la fertilización de maíz hasta $2/3$ y $1/3$, al aplicar la interacción Biozymen Ts-humitrón, pero encontraron los rendimientos más altos, Narro 1995, las sustancias húmicas aumentan la disponibilidad de algunos nutrimentos del suelo, quelatan algunos nutrimentos catiónicos, desbloquean compuestos insolubles de fósforo, aceleran la mineralización de nutrimentos inmovilizados.

En presencia de sustancias húmicas el contenido de nitrógeno no siempre se incrementa. Es seguro que una vez que disminuya la actividad microbiana el contenido de nitrógeno se incrementa. En el trabajo realizado se presentó una disminución de nitrógeno a los 63 días y al final del ciclo el contenido del mismo se incrementó.

El nitrógeno es muy indispensable para la nutrición de los cultivos ya que es un elemento que se necesita para que se lleven a cabo algunas funciones fisiológicas.

Fósforo aprovechable

En la primera evaluación, el tratamiento seis (A_2B_3) presenta el contenido alto de fósforo y el 12 (A_4B_3) presenta el contenido bajo, con una diferencia entre ambos extremos de 19.475 kg/ha. El contenido promedio tiene cierta tendencia a incrementarse conforme se aumenta la dosis de bioactivador y al reducir la fertilización de fondo, (Cuadro 4.29.).

En la segunda evaluación el valor alto se registra en el tratamiento uno (A_1B_1) y el menor en el tres (A_1B_3), con una diferencia entre ambos de 41.6175 kg/ha. Conforme se aumenta la dosis de bioactivador los valores promedio de esta variable no presentan respuestas claras, sin embargo al reducir la fertilización de fondo estos disminuyen, (Cuadro 4.29).

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa para la fuente de variación interacción, para el muestreo realizado a los 63 días, mientras que el muestreo final se encontró diferencia altamente significativa entre bloques y diferencia significativa para la fuente de variación interacción.

Cuadro 4.29. Valores promedio de fósforo aprovechable del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Muestreo	Factor B (%) Fertilización de fondo			Promedio del Factor A
		100	75	50	
0	63 días	48.4875	39.1675	52.0800	46.578
	Final	98.8200	75.1600	57.2025	77.061
50	63 días	55.2725	39.8350	57.9350	51.014
	Final	73.2575	73.8925	83.6125	76.921
100	63 días	39.9700	49.8175	55.8025	48.530
	Final	78.5400	77.2750	73.8925	76.569
150	63 días	48.7500	49.9475	38.4600	45.719
	Final	77.9050	84.8800	74.5250	79.103
Promedio Factor B	63 días	48.120	44.692	51.069	
	Final	82.131	77.802	72.308	

La clasificación del fósforo en el suelo es: de 0-7 kg/ha extremadamente pobre, 8-14 pobre, 15-28 medianamente pobre, 29-56 mediano, 57-84 medianamente rico, 85-112 rico y mas de 112 kg/ha de fósforo es extremadamente rico.

Thompson y Troch (1980), la disponibilidad del fósforo está influenciada indirectamente por la materia orgánica, debido a que enlaza y forma complejos con los iones de hierro y aluminio evitando así la formación de compuestos

insolubles de fósforo. Por otra parte, la materia orgánica en descomposición libera ácidos que aumentan la solubilidad de los fosfatos de calcio; García y García (1982), señalan que se pueden formar humofosfatos de calcio de donde se libera el fosfato por intercambio aniónico y pasan a la solución del suelo de donde lo toman las raíces; Blanchard y Caldwell (1964), los factores que afectan la disponibilidad de fósforo en suelos calcáreos incluyen la solubilidad de los fosfatos de calcio, distribución del tamaño de partículas y la naturaleza de los carbonatos presentes; Fox (1981), encontró que el máximo rendimiento para el cultivo de papa en varios suelos se alcanza cuando la concentración de P en la solución es de aproximadamente 0.2 ppm.

Las sustancias húmicas quelatan el fósforo en el suelo y los ponen disponibles para las plantas, no permitiendo que se fije al material mineral del suelo o que forme precipitados con calcio, magnesio, hierro, aluminio, etc. En el presente trabajo se encontró un incremento de fósforo al aplicar bioactivador; aunque el efecto fue más claro en el muestreo final.

El fósforo es muy importante, por que sin él, varias funciones vitales de las plantas, no se llevan a cabo.

Potasio asimilable

El contenido alto de potasio en la primera evaluación se presenta en el tratamiento siete (A_3B_1), mientras que el bajo se da en el ocho (A_3B_2), con una diferencia entre ambos contenidos de 87.5575 kg/ha. No existe una respuesta clara en los valores promedio de esta variable al aumentar la dosis de bioactivador, mientras que al reducir la fertilización de fondo esta variable disminuye, (Cuadro 4.30).

En la segunda evaluación el contenido alto se presenta en el tratamiento siete (A_3B_1) y el contenido bajo se da en el dos (A_1B_2) con una diferencia entre ambos de 134.5025 kg/ha. El contenido promedio tiene cierta tendencia a incrementarse conforme se aumenta la dosis de bioactivador y disminuye al reducir la fertilización de fondo, (Cuadro 4.30).

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa para la fuente de variación factor B en el muestreo final, mientras que para el primer muestreo no se encontró diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación.

Cuadro 4.30. Valores promedio de potasio asimilable del suelo a los 63 días y al final del ciclo en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

Factor A Bioactivador kg/ha	Mues- treo	Factor B (%) Fertilización de fondo			Medias
		100	75	50	Factor A
0	63 días	934.1575	1009.363	945.728	963.083
	Final	793.3900	707.0975	766.393	755.627
50	63 días	1006.470	999.2375	951.513	985.740
	Final	814.1200	776.5175	795.318	795.318
100	63 días	1011.30	923.7425	934.158	956.400
	Final	841.6000	776.5150	747.590	788.568
150	63 días	958.5825	939.9400	954.405	950.976
	Final	777.9625	730.2350	788.088	765.428
Medias para Factor B	63 días	977.628	968.071	946.451	
	Final	806.768	747.591	774.347	

Gumnsiki (1968), al ensayar con cultivos hidropónicos de tomate, demostró el papel protector del humato sódico en condiciones desfavorables que se crean por la concentración de Na en el medio con NaHCO_3 . Se observó un descenso en el contenido de hierro en la solución a reacción alcalina a causa de su precipitación en forma de hidróxido, como resultado de la cual se produciría una inhibición del crecimiento de la planta, acompañada de clorosis. El efecto nocivo de NaHCO_3 se eliminaba por la presencia de humato sódico, que forma con hierro compuestos complejos solubles. De manera especialmente clara se manifestaba el efecto protector de los humatos para ciertos elementos nutritivos de las plantas en condiciones no aireadas. Turk y Forh (1982), los grupos carboxílicos de las formas orgánicas reaccionan con cationes tales como Ca, Mg y K esta reacción se lleva a cabo, al intercambiarse el hidrógeno de los grupos carboxílicos, con los cationes antes mencionados; para retener su pérdida por lixiviación, y que sean más fácilmente asimilables por el uso de las plantas;

Samson y Visser 1989, observaron que concentraciones de 40 mg/lit de ácido húmico, fue suficiente para producir un máximo flujo hacia el exterior de las células de papa. Se concluye que los ácidos húmicos, por medio de su actividad superficial, puede alterar las propiedades de fluidez en la membrana celular; Narro 1995, utilizando bioactivador húmico, en el cultivo de papa, encontró un incremento en la eficiencia de uso de nutrimentos aplicados y nativos, lo que tradujo en una disminución en las dosis requeridas fertilización, de hasta un 50 por ciento en el caso de nitrógeno y del potasio, y proporciones menores de otros elementos, de acuerdo a las dosis empleadas en la región.

Al ionizarse los grupos funcionales de la molécula del ácido húmico incrementan las cargas positivas y por otro lado también existen cargas negativas; las cuales dan mayor poder de atrapar nutrimentos y no permitir la lixiviación de éstos. La molécula del ácido húmico hace más aprovechable los nutrimentos por las siguientes razones: a) que dichas moléculas no atrapan los nutrimentos tan fuerte como lo hacen los coloides minerales, b) al atrapar los nutrimentos las moléculas de los ácidos húmicos no permiten que se fijen con otros materiales y c) la molécula del ácido húmico una vez dentro de la planta permeabiliza la membrana celular; la cual permite mayor absorción de nutrimentos.

CONCLUSIONES

La mayoría de las variables no presentaron diferencia significativa, las variables altura de planta y número de tallos no registran tendencias claras al aplicar bioactivadores húmicos y al reducir la fertilización de fondo, esto demuestra el exceso de fertilizante que el agricultor está aplicando.

El menor desbalance de P, Fe, Zn y N foliar se alcanza con 50 por ciento de fertilización, mientras que el de Mn se logra con 75 por ciento de fertilización; pero el desbalance de P, K, Zn, Fe y Cu foliar aumenta con 100 por ciento de fertilización, y el de N, Ca y Mn foliar aumenta con 50 por ciento de fertilización. La cantidad de 100 kg/ha de bioactivador provoca el menor desbalance de P, K, Fe y Cu foliar, sin embargo la dosis alta de bioactivador aumenta el desbalance de P, K y Zn foliar; pero 50 kg/ha de bioactivador balancean el Zn y Mn, y desbalancean el N y Fe foliar; aunque el menor desbalance de Ca y N se da sin la presencia de bioactivador.

La materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos se incrementa con 150, 50, 150 y 50 kg/ha de bioactivador más 100, 50, 75 y 100 por ciento de fertilización respectivamente a los 50 días; pero la menor se da con 75 por ciento de fertilización y sin bioactivador húmico. El 75 por ciento de fertilización más 150

kg/ha de bioactivador húmico registran mayor materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos a los 80 días; aunque la misma dosis de bioactivador y sin reducir fertilización provocan menor materia seca en la mayoría de los órganos.

La mayor fotosíntesis neta, transpiración y conductancia estomatal se lograron con 100 kg/ha de bioactivador en las tres evaluaciones, mientras que la dosis alta de bioactivador provoca la menor fotosíntesis en la última evaluación pero el mayor valor en las tres variables se alcanza con 100, 75 y 50 por ciento de fertilización para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente.

Se registró un incremento en espacio poroso y una disminución en densidad aparente del suelo, al aplicar 100 kg/ha de bioactivador húmico reduciendo un 25 por ciento la fertilización de fondo; pero al bajar la dosis de bioactivador y con la misma fertilización sucedió lo contrario.

El contenido de MO., CIC. y NT. del suelo a los 63 días son altos cuando se aplica 150 kg/ha de bioactivador más 100 por ciento de fertilización, bajos al aplicar 100 kg/ha de bioactivador más 50 por ciento de fertilización; pero al final del ciclo las tres variables se incrementan con 100 kg/ha de bioactivador más el 50 por ciento de fertilización, y disminuyen en presencia de 150 kg/ha de bioactivador más 50 por ciento de fertilización.

La concentración alta de carbonatos totales del suelo a los 63 días se aumenta cuando se aplica el 75 por ciento de fertilización sin presencia de bioactivador, y disminuye con 150 kg/ha de bioactivador y con la misma fertilización; pero al final del ciclo la concentración alta se alcanza con 150 kg/ha de bioactivador y sin reducir la fertilización, y la menor se obtuvo con 100 kg/ha de bioactivador más 50 por ciento de fertilización.

La aplicación de 50 kg/ha de bioactivador, más 50 por ciento de fertilización incrementa significativamente el fósforo aprovechable del suelo a los 63 días, y 150 kg/ha de bioactivador con la misma fertilización, lo disminuyen; aunque al final del ciclo el mayor contenido de fósforo del suelo se alcanza sin la presencia de bioactivador y sin reducir la fertilización, y el menor se provoca con 50 por ciento de fertilización y sin bioactivador.

El mayor contenido de potasio asimilable a los 63 días se logra con 100 kg/ha de bioactivador y sin reducir la fertilización, y el menor se presenta con la misma dosis de bioactivador más 75 por ciento de fertilización; pero al final del ciclo el máximo contenido del mismo se alcanza cuando se aplica el 100 por ciento de fertilización y sin reducir la fertilización, sin embargo el menor se obtuvo con 75 por ciento de fertilización y sin bioactivador.

RESUMEN

La parte experimental de esta investigación se realizó durante el ciclo primavera verano de 1994 en el ejido Emilano Zapata, Arteaga, Coahuila, México.

Se pretende reducir la dosis de fertilización de fondo, mejorar las características físicas y químicas del suelo y evaluar algunas funciones fisiológicas de la planta de papa, mediante la aplicación de bioactivadores húmicos y fertilizantes foliares. Se utilizó un diseño experimental factorial (A x B), en bloques al azar con cuatro repeticiones, pero los bioactivadores húmicos (factor A), se aplican en cuatro niveles (0, 50, 100 y 150 kg/ha). El factor B involucra la fertilización de fondo y fertilización foliar; la fertilización de fondo se maneja en tres niveles (100, 75 y 50 por ciento) y la fertilización foliar (0, 9 y 18 kg/ha).

La diferencia entre los valores de altura de planta y número de tallos por metro lineal es insignificante, por esta razón es mejor aplicar el 50 por ciento de fertilización y no el 100 por ciento.

El fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc foliar se encuentran en el rango normal, mientras que el nitrógeno, fierro, cobre y manganeso se ubican en

el rango alto. El menor desbalance de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, cobre, zinc y manganeso se alcanza en los tratamientos tres (A_1B_3), nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1), uno (A_1B_1), nueve (A_3B_3), siete (A_3B_1), seis (A_2B_3) y el cinco (A_2B_1) respectivamente, mientras que el magnesio no presentó mucha variación.

No se encontró diferencia significativa para ninguna de las dos evaluaciones de materia seca total; en la primera evaluación la máxima materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos se presenta en los tratamientos 10 (A_4B_1), seis (A_2B_3), 10 (A_4B_1) y 4 (A_2B_1) respectivamente, pero en la segunda evaluación el nivel alto de bioactivador más 75 por ciento de fertilización de fondo incrementan la materia seca de hojas, tallos, raíces y tubérculos.

La máxima fotosíntesis y transpiración media por planta se alcanza en los tratamientos siete (A_3B_1), cinco (A_2B_2) y el nueve (A_3B_3) para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente, pero la mayor conductancia media se alcanza con 100 kg/ha de bioactivador más la dosis alta, media y baja para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente, el mayor UEFA medio se encontró en los tratamientos seis (A_2B_3), dos (A_1B_2) y uno (A_1B_1) para la primera, segunda y tercera evaluación respectivamente.

Las propiedades del suelo como densidad aparente, espacio poroso, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, carbonatos totales, nitrógeno total y potasio asimilable, se modifican en forma no significativa al aplicar

bioactivadores húmicos. También se lograron ciertos cambios significativos en fósforo aprovechable.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, S. A. , Etchevers, B. J. D. y Castellanos, R. J. Z. (1987). Análisis químico para evaluar la fertilidad de suelos. Sociedad, Mexicana de la Ciencia del suelo, México. D.F.
- Antipov-Karatayev, I.N (1948). Agregado del suelo y métodos de su investigación; Izd. AN SSSR.
- Aso, S and J Sakai (1963). Studies on the physiological effects of humic. Uptake of humic acid by crop plants and its physiological effects, soil Sci a plant Nutrition vol 9, núm 3.
- Benedito, V. G. S. y S. J. L. Tovar (1988). Modificaciones de algunas propiedades químicas del suelo por la incorporación de estiércol. Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo pp. 55.
- Biber, V. A (1952). Acido húmico del barro de las marismas y su actividad biológica. Dokl. AN SSSR, vol LXXXII, pág 939,.
- Blagoveschenskiy, A. V. y Kologrivova, A. Yu., (1958). Estimulación del crecimiento de las raíces de Phaseolus aureus por algunos ácidos orgánicos. Dokl. AN SSSR. vol. L, pág. 359.
- Blanchar, R. W. and A. C Caldwell. (1964). Phosphorus uptake by plants and readily extratable phosphorus in soils. Agron. J 56: p. 218-221.
- Buckman, H. O y C. N Brady (1977). Naturaleza y propiedades de los suelos, 1ra Ed. Montener y Simon España p.450-475.
- Cepeda, J. M. (1985). Química de Suelos, U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (1974). Huachichil. cartas de uso potencial, uso del suelo y edafológica. G14C44. Escala 1:50000 color: Varios. 2 ed. Secretaría de la Presidencia (S.P). México. 1h.
- Chaminade, R. (1968). Role specifique de la mature organique sur la nutrition et le rendement des vegetaux, en semana de estudios. Matire organique et fertilité du sol, Pontificiae Acad. Sci. Scripta varia.

- D'Yakonova, K. V. (1961). El suelo como fuente de ácido carbónico para las plantas en condiciones de chernoziom precaucasionos de regadío y secano. *Pochvovedenie*, núm. 10. *Microorganismy y organicheskoye veschestvo pochuy*, Izd-vo AN SSSR.
- Dragunov, S.S y Vysotskaya, P. N. (1957). Investigación química de las sustancias húmicas de algunos suelos, *Pochvovedenie*, núm. 4.
- Edmond, J. B. , Senn, T. L. y Anderews F. S. (1994). Principios de horticultura. Editorial continental. México.
- Fabiani, V. H. (1967). La patata Editorial Aedos-Barcelona España pp. 93.
- Flaig, W. (1965). Effect of lignin degradation products on plant growth, isotopes and radiation in soil-plant nutrition studies, *Intera. atomic energy agency*, vina.
- Flaig, W (1968). Uptake of organic sustances from soil organic matter by plant and their influence on metabolism, en semana de estudios. *Matiere organique et fertilite du sol*, Pontifical Acad. Sci. *Scripta varia* 32.
- Fort, H. D. (1986). Fundamentos de la Ciencia del Suelo, 2 edición, traducida del inglés, Editorial Continental, S.A de C.V.
- Fox, R. L. (1981). External phosphorus requeriments of crops. In: stelly, M (ed). *chemistrey in the soil environment*. American Soc. Agron, Soil Sci. Soc. of America, Medison, Wisc. p. 223-239.
- Fuhr F.A and D. Sauerbeck (1967). The uptake of colloidal organic sustances by plant roots as shown by experiments wit C14- labelled humus compovnds, en *insotopes in plant nutrition and Physiology Internat. Atomic Energy Agency*, Vina.
- García de M. , E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. 2a. Ed. México. UNAM. P. 13-51.
- García F. J. L y R. García del C. (1982). Edafología y fertilización agrícola. 1ª ed. De. AEDOS. España. p. 21-53.
- Guminskis, S (1967). The effect of humus compounds on some physiological processes. *Symp Humus et plant. IV Praga*.
- Guminski S (1968). Conceptos actuales sobre el mecanismo de los efectos fisiológicos, provocados por los compuestos húmicos en los organismos vegetales. *Pochroredenien*, núm. 9.
- Hernardo, V., B. C. Ortega and C. Forton (1976). Soil organic matter studies Instituto de Edafología y Biología General Madrid, España pp 307-311.

- Jones *et al* (1991). Plant analysis handbook a practical sampling preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc. Athens, Ga U.S.A.
- Jristeva, L. A. (1951). Papel del ácido húmico en la nutrición de las plantas. Abonos húmicos, Trudy Pochv. in-ta im. Dokuchayeva AN SSSR, XXXVIII.
- Jristeva, L. A. (1953). Participación de los ácidos húmicos y otros minerales orgánicos en la nutrición de las plantas superiores, Pochvovedenie, núm 10.
- Kasatochkin V. I y M. M. Kononova (1958). Espectros infrarrojos de absorción de las sustancias húmicas del suelo. Dokl. AN SSSR, vol 119, pág. 785.
- Kasatochkin V. I y O. Y. Zilberbrand (1956). Rentgenografía y espectroscopía infrarroja en aplicación al estudio de la estructura de las sustancias húmicas. Pochvovedenie, núm. 5.
- Kelerman. V. V (1959). Propiedades físicas-químicas de los agregados hidrorresistentes en los distintos tipos de suelos de la URSS. Voprosy fisico-jimii pochv y metody issledovania, Izd vo AN SSSR.
- Knott, J. E. (1980). Handbook for vegetable growers. Second Edition. John Wiley & Sons Inc New York, U.S.A.
- Kononova, M. M (1951). Problema del humus del suelo y objetivos de su estudio, Izd.-vo AN SSSR.
- Kononova M. M (1968). Humus of the main soil types and soil fertility, en semana de estudios, matière organique et fertilité du sol, Pontificiae Acad. Sci, scripta varia, 32.
- Kretzchmar, R., Robarge, W. P. and Weed, S. B. (1993). Flocculation of soil clays: effects of humic substances and iron oxides. Soil Sci. Soc. Am. v. 57 (5) p. 1277-1283.
- Kusko, M. A. (1957). Principios fisiológicos de la tecnología de los ácidos húmicos, Guminoviye udobrenia. Teoría y practica ij primeneniya, Izd-vo Jarkovskogo gos. un-ta.
- Lamaire, P (1967). Influence of organic matter on the phosphate nutrition of plants, Symp. Humus et plant. IV, Praga.
- Lee, Y. S and R. J. Bartlett (1976). Stimulation of plant growth by humic substances SSSA 40: 876-879.

- Martin, J (1967). Properties and decomposition and blanding action in soil of "humic acid" synthesized by *Epicocum nigrum*, Soil Sci. Soc. America Proc, vol 31, núm 5.
- Mishustin, E. N (1960). Microorganismos que descomponen el ácido húmico del suelo. Dokl. sov. pochvovedov K VII Mezhdun congr. v SSHA, Izd-vo AN SSSR.
- Narro, F. E. (1994). Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial Trillas, México.
- Narro, F. E. (1995). Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de papa. Memorias del VI congreso Nacional de productores de papa, Saltillo, Coahuila.
- Nikitin, D. I (1960). Descomposición de los ácidos húmicos del suelo por los microorganismos. Izv. AN SSSR, Seria biol, núm 4, pág 618.
- Omega Agroindustrial 1989. Departamento de investigación y desarrollo. Saltillo, Coahuila. México S. A. de C.V.
- Piccolo, A and Mbagwu, J. S. C. (1994). Humic substances and surfactants effects on the stability of two tropical soil. Soil Sci. Am. 58 (3) p. 950-955.
- Ponomareva, V. V (1957). Metodica del estudio de la composición del humus según esquema de I. V. Tyurin Pochvovedenie, núm 8.
- Potash d Phosphate institute (PPI) (1988). Soil Fertility Manual 1rd ed. trad. 1988. fundation for Agronomic Research (FAR) pp 5-63.
- Prat, S (1964). Humus a jeho význam, Naklad. Ceskoslov, Akad. ved.
- Prosorovskaya, A. A. (1936). Influencia del ácido húmico y sus derivados en la entrada del nitrógeno, fósforo, potasio y hierro, trudy NIULF, Organomineralniye udobrenia, 127.
- Rauhe, K (1968). Quantifizierung der gesamtwirkung von mineralstickstoff auf pflanze und Boden mit Hilfe von ¹⁵N im Féldversuch, thaer-Archiv, Bd. 12, H, 8.
- Reyna, B. B. y Narro F. E. (1992). Reducción de la fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) y aplicación de bioactivadores humicos en Navidad N. L. Tesis licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Ribalkina, A. V (1957). Microflora de los suelos de tundra podzoles y chernozium microflora pochv. Europeiskoy chasti SSSR, Izd- vo AN SSSR.

- Rodríguez, S. F. (1989). Fertilizantes-Nutrición Vegetal, 1er edición A.G.T. editor, S.A. progreso 202 Planta Alta México 18, D.F. pp 53-116.
- Rudakov, K. I (1953). Estructura del suelo y mantillo activo, trudy konferencii po vopr. pochv. microbiologuii, Izd-vo AN SSSR.
- Russell, Sir E. J y Russell, E. W (1968). Soil conditions and plant growth 4rd ed. Long mans, Green and Co., Ltd., Editions Londres.
- Samson, G. and Visser, S.A (1989). Sufrace-active effects of humic acids on potato cell membrane properties Soil Biol. Biochem (21) (3): 343-348.
- Samtsevich, S.A (1955). Condiciones anaeróbicas y aeróbicas de formación de la estructura del suelo, Pochroredenie, núm. 5.
- Sensei, N. and Loffredo, E. (1994). Influence of humic sustancias and herbicides on the growth of pea (*Pisum sativum* L.) in nutrient. solution. J-Plant-nutr. 17 (2/3) 493-500. New York.
- SEP-FAO-Penud (1982). Manual para Educación Agropecuaria. Papas, 1rd edición, Editorial. Trillas, México, D.F.
- Tarchitzky, J. Chen, Y and Banin, A. (1993). Humic sustancias and pH sodium -and calcium monmorillonite flocculation and dispersion. SSSAJ 57 (2) p. 367-372.
- Thompson, L. M. y Troch F. R (1980). Los suelos y su fertilidad 4ª ed. editorial Reverte S.A. Barcelona España p. 331-360.
- Tisdale, S. L. and W. L Nelson (1988). Fertilidad de los suelos y fertilizante. 1ra. edición en español, traducida del inglés, Editorial Hispano Americana, S.A de C.V p 139-500.
- Turk, L. M. y Foth, H. D. (1982). Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Sexta edición. Editorial continental S.A de C.V. México, pp 156-157.
- Tyulin, A. F. (1946). Estudios químico coloidal de los suelos con fines agrícolas, Trudy VIVA, 27.
- Valdez, L. A y De Alba, P.M. (1985). Informe de investigación. Programa de hortalizas. Depto. de Fitotecnia. ITESM. Campus Querétaro México.
- Van der Watt, H. v. H., Barnard, R. O., Cronje, I. J., Dekker, J., Croft, G. J. B. and Van der Walt, M. M.(1991). Amelioration of subsoil acidity by application of a coal-derived calcium fulvate to the soil surface. Nature. London: Macmillan Magazines Ltd. v. 350 (6314) p. 146-148.
- Vanegas, C. C. A y Lasso M. L. M. (1989). Respuesta de la producción de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de fitoreguladores ácidos húmicos y

fulvicos y su efecto en la fertilización. Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.

- Vaughan, D. L., Nicolao, M. Ferretti, N. Rascio and Ghisi, R. (1981). Effects of substances on enzyme activities of sulphate assimilation and chloroplast ultrastructure of maize leaves. *Photosynthetica* 1 (25)
- Vega, S. P. (1987). Estudio comparativo de dos mejorados del suelo en híbridos de maíz (*Zea mays*, L) bajo diferentes condiciones de humedad. Tesis Maestría. U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Vinogradskiy S. N (1952). Microbiología del suelo. Problemas y métodos, Izd AN SSSR.
- Yamaguchi, M. (1983). World vegetables. Principals, production and nutritive values. AUL. Publishing Co., Inc., Conecticon, U.S.A.
- Zermeño, G. H. (1991). Mejoradores de suelo y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), en Derramadero, Coah., Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

APENDICE

Cuadro A1. Primera evaluación de altura de planta (cm) y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	26.58	24.33	24.00	24.00	24.7275
2	26.67	23.67	25.00	28.00	25.8350
3	24.33	25.83	26.00	22.00	24.54
4	25.50	22.67	27.00	28.00	25.7925
5	23.00	25.33	28.00	28.00	26.0825
6	27.17	25.17	25.00	29.00	26.5850
7	28.42	23.50	26.00	30.00	26.98
8	27.42	26.33	28.00	22.00	25.9375
9	23.83	25.00	22.00	23.00	23.4575
10	23.67	23.50	34.00	28.00	27.2925
11	21.83	25.33	22.00	33.00	25.5400
12	26.08	22.33	26.00	33.00	26.8525

Análisis de varianza para la primera evaluación de altura de planta

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	54.345703	18.115234	2.1242	3.29-5.33	NS
Factor A	3	16.912109	5.637370	0.6610	3.29-5.33	NS
Factor B	2	5.701172	2.850586	0.3343	2.90-4.45	NS
Interacción	6	32.343750	5.390625	0.6321	2.40-3.40	NS
Error	33	281.425781	8.528054			
Total	47	390.728516				

CV=11.318107%

Cuadro A2. Segunda evaluación de altura de planta (cm) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	31.33	34.67	29.33	34.67	32.50
2	32.33	36.67	41.67	28.67	34.8350
3	29.00	36.33	26.33	28.67	30.0825
4	34.00	29.00	34.33	34.00	32.8325
5	28.33	32.33	28.67	31.33	30.1650
6	30.33	33.67	33.67	31.00	32.1675
7	28.33	37.67	28.33	29.33	30.9150
8	31.33	33.67	29.00	34.67	32.1675
9	32.33	25.33	35.33	33.33	31.580
10	28.67	24.33	32.33	31.33	29.1650
11	25.00	28.67	33.00	37.33	31.00
12	28.33	34.00	36.67	30.67	32.4175

Análisis de varianza para la segunda evaluación de altura de planta

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	47.351563	15.783854	1.1169	3.29-5.33	NS
Factor A	3	15.769531	5.256510	0.3719	3.29-5.33	NS
Factor B	2	4.00	2.0000	0.1415	2.90-4.45	NS
Interacción	6	81.023438	13.503906	0.9555	2.40-3.40	NS
Error	33	466.371094	14.132458			
Total	47	614.515625				

CV=11.876918%

Cuadro A3. Valores encontrados sobre el número de tallos por metro lineal. En Emiliano Zapata, Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	30	24	26	24	
1	30	24	26	24	26
2	34	26	33	31	31
3	23	29	24	26	25.50
4	29	18	29	22	24.50
5	21	31	23	24	24.75
6	28	20	27	24	24.75
7	27	34	26	26	28.25
8	30	26	21	35	28
9	27	20	28	30	26.25
10	23	24	42	24	28.25
11	17	29	31	24	25.25
12	27	22	35	33	29.25

Análisis de varianza para el número de tallos por metro lineal.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	77.226563	25.742188	0.9742	3.29-5.33	NS
Factor A	3	73.726563	24.575521	0.9300	3.29-5.33	NS
Factor B	2	5.37500	2.687500	0.1017	2.90-4.45	NS
Interacción	6	112.960938	18.826822	0.7125	2.40-3.40	NS
Error	33	872.023438	26.424953			
Total	47	1141.312500				

CV= 19.172106%

Cuadro A4. Concentración de macronutrientes y micronutrientes en hojas de papa. En Emiliano Zapata, Coahuila, 1994.

Trat.	Macronutrientes					Micronutrientes			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
1	5.52	0.39	3.95	1.53	0.49	143	27	53	290
2	5.65	0.39	3.88	1.67	0.47	140	24	53	310
3	5.31	0.37	3.80	1.82	0.49	147	22	54	340
4	5.60	0.40	4.27	1.58	0.46	155	20	51	290
5	5.52	0.38	3.91	1.65	0.47	136	18	50	285
6	5.78	0.40	4.15	1.61	0.47	130	18	50	295
7	5.42	0.40	4.35	1.75	0.50	133	16	53	300
8	5.73	0.40	4.20	1.56	0.48	126	19	52	335
9	5.55	0.44	3.87	1.60	0.46	124	17	56	345
10	5.74	0.36	3.75	1.75	0.46	143	20	58	330
11	5.55	0.40	4.20	1.55	0.46	146	19	51	310
12	5.57	0.38	4.28	1.66	0.50	136	18	52	500

Cuadro A5. Primera evaluación de materia seca y análisis de varianza (g/planta), en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	217.020	191.700	199.080	203.2900	202.7725
2	195.8200	204.670	202.260	199.7500	200.6250
3	201.60	207.650	198.630	199.2400	201.780
4	212.9100	212.220	210.490	209.8600	211.3700
5	208.63	198.710	203.08	217.53	206.9875
6	210.12	211.640	201.150	212.460	208.8425
7	202.010	209.540	199.910	198.39	202.4625
8	200.9200	214.530	205.510	205.10	206.5150
9	199.1000	205.520	198.48	212.990	204.0225
10	218.690	206.560	207.33	208.00	210.1450
11	202.270	206.490	204.610	203.93	204.3250
12	204.1200	195.400	205.2000	208.170	203.2225

Análisis de varianza para la primera evaluación de materia seca.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	91.2500	30.416666	0.8843	3.29-5.33	NS
Factor A	3	338.6250	112.87500	3.2815	3.29-5.33	NS
Factor B	2	49.3750	24.687500	0.7177	2.90-4.45	NS
Interacción	6	143.00	23.833334	0.6929	2.40-3.40	NS
Error	33	1135.1250	34.397728			
Total	47	1757.3750				

CV=2.857389%

Cuadro A6. Segunda evaluación de materia seca (g/planta). En Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	362.5675	318.0475	317.4075	344.7775	335.70
2	399.19	349.5600	329.4500	309.5200	346.93
3	451.32	384.000	280.4700	379.93	373.93
4	374.62	315.3500	445.4100	330.42	366.45
5	397.77	349.4100	446.0100	259.4500	363.16
6	347.89	301.5800	378.9800	396.9100	356.34
7	343.59	339.1500	313.6500	391.4500	346.96
8	307.48	333.8700	341.8300	318.5000	325.42
9	343.1375	308.0575	392.3475	360.3375	350.97
10	344.5300	313.6000	316.8000	250.7100	306.41
11	479.1975	392.4175	412.4975	394.1275	419.56
12	340.3800	388.0500	337.9700	315.3600	345.44

Análisis de varianza para la segunda evaluación de materia seca

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	10476.00	3492.000	1.7782	3.29-5.33	NS
Factor A	3	2874.500	958.166	0.4879	3.29-5.33	NS
Factor B	2	5259.000	2629.500	1.3390	2.90-4.45	NS
Interacción	6	25979.500	4329.91655	2.2048	2.40-3.40	NS
Error	33	64806.000	1963.81824			
Total	47	109395.000				

CV=12.550057 %

Cuadro A7. Primera evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas inferiores de papa y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	12.4723	10.1898	14.1393	10.6356	11.8593
2	10.5387	9.3466	10.2334	15.2442	11.3407
3	9.4338	15.7046	10.7229	12.8115	12.1682
4	8.9783	15.6270	11.1154	11.8084	11.8823
5	13.3445	13.3397	8.8765	8.2320	10.9482
6	14.6142	12.4820	12.8406	17.0372	14.2435
7	12.2445	14.4252	10.2528	16.9306	13.4633
8	12.1524	12.1960	9.5744	12.8503	11.6933
9	7.8928	12.4093	10.5726	11.9731	10.7119
10	9.4823	13.6353	9.7391	14.0327	11.7224
11	11.6581	10.6986	11.0136	12.9423	11.5781
12	15.4041	12.4626	10.7665	8.3580	11.7478

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la primera evaluación de fotosíntesis en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	31.921875	10.640625	2.0485	3.29-5.33	NS
Factor A	3	3.163086	1.054362	0.2030	3.29-5.33	NS
Factor B	2	7.433594	3.716797	0.7156	2.90-4.45	NS
Interacción	6	32.662109	5.443685	1.0480	2.40-3.40	NS
Error	33	171.410156	5.194247			
Total	47	246.590820				

C.V=19.077339%

Cuadro A8. Primera evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superiores de papa y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	16.8398	11.9141	13.3207	16.4896	14.6411
2	15.2910	16.1010	16.9821	17.7812	16.5388
3	16.9548	16.0572	11.9798	15.1541	15.0365
4	13.1237	13.8625	13.6217	17.2175	14.4564
5	14.0979	16.6756	12.8210	11.5584	13.7882
6	12.9212	9.9055	11.8649	16.0736	12.6913
7	21.710	15.6796	14.3441	19.3355	17.7673
8	20.3590	17.3981	8.5592	14.5959	15.2281
9	15.0830	12.7406	16.3637	13.1948	14.3455
10	13.6108	14.5302	12.1823	14.5302	13.7134
11	17.7319	13.1072	18.5748	15.7781	16.2980
12	24.9508	13.3809	14.8750	12.9376	16.5361

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la primera evaluación de fotosíntesis en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	68.057617	22.685873	3.0184	3.29-5.33	NS
Factor A	3	34.133789	11.377930	1.5138	3.29-5.33	NS
Factor B	2	5.340820	2.670410	0.3553	2.90-4.45	NS
Interacción	6	53.885742	8.980957	1.1949	2.40-3.40	NS
Error	33	248.025391	7.515921			
Total	47	409.443359				

C.V=18.171738%

Cuadro A9. Primera evaluación promedio de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	14.6560	11.0520	13.73	13.5626	13.2501
2	12.9149	12.7238	13.6077	16.5127	13.9398
3	13.1943	15.8809	11.3513	13.9828	13.6023
4	11.0510	14.7448	12.3686	14.5129	13.1693
5	13.7212	15.0077	10.8488	9.8952	12.3682
6	13.7677	11.1938	12.3527	16.5554	13.4674
7	16.9772	15.0524	12.2985	18.1331	15.6153
8	16.2557	14.7971	9.0668	13.7231	13.4607
9	11.4879	12.5750	13.4682	12.5840	12.5287
10	11.5465	14.0828	10.9607	14.2815	12.7179
11	14.6950	11.9029	14.7942	14.3602	13.9381
12	20.1779	12.9218	12.8208	10.6478	14.1421

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436
Análisis de varianza para la primera evaluación promedio de fotosíntesis.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	26.841797	8.947266	1.8509	3.29-5.33	NS
Factor A	3	4.824219	1.608073	0.3326	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.704102	0.352051	0.0728	2.90-4.45	NS
Interacción	6	27.626953	4.604492	0.9525	2.40-3.40	NS
Error	33	159.52367	4.834132			
Total	47	219.52348				

CV=16.266344%

Cuadro A10. Segunda evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas inferiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	15.1921	18.2104	12.5097	18.0622	15.9936
2	11.6205	16.6691	13.9571	24.4151	16.6655
3	15.2118	17.6917	18.6402	19.9197	17.8659
4	16.9952	18.9020	12.4701	22.6663	17.7584
5	22.9479	18.3290	18.7489	16.8272	19.2133
6	20.6537	19.7319	16.4913	10.3855	16.8156
7	21.3374	18.2697	11.8329	20.3395	17.9449
8	18.3438	19.4158	15.0241	11.9959	16.1949
9	17.4348	18.0079	14.6388	20.5964	17.6695
10	24.2619	15.7552	10.0150	18.8674	17.2249
11	19.4553	15.0241	14.9945	17.1236	16.6494
12	20.2803	15.6663	11.4229	19.8456	16.8038

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436
Análisis de varianza para la segunda evaluación de fotosíntesis en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	151.116211	50.372070	4.2307	3.29-5.33	*
Factor A	3	9.060547	3.0201824	0.2537	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.095703	0.047852	0.0040	2.90-4.45	NS
Interacción	6	26.567383	4.427897	0.3719	2.40-3.40	NS
Error	33	392.907227	11.906280			
Total	47	579.747070				

CV=20.022577%

Cuadro A11. Segunda evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superiores de papa y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	28.4538	27.3287	26.7421	35.9562	29.6202
2	21.3516	22.8286	12.0132	30.0136	21.5518
3	25.6170	20.2749	20.1092	26.9836	23.2462
4	21.3309	16.8377	13.6006	22.5318	18.5753
5	29.7858	23.9675	36.2668	28.0879	29.5270
6	24.6093	19.6468	16.2648	12.6827	18.3009
7	27.8809	25.4031	15.4297	27.3770	24.0227
8	26.1002	16.3891	30.3587	31.7115	26.1399
9	27.4530	23.1737	17.8799	28.4538	24.2401
10	21.1307	22.4766	14.3323	24.9475	20.7218
11	20.7373	22.0625	16.7204	29.8134	22.3334
12	34.9554	20.4060	14.8154	26.1899	24.0917

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la segunda evaluación de fotosíntesis en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	440.062500	146.687500	6.7813	3.29-5.33	**
Factor A	3	78.101563	26.033854	1.2035	3.29-5.33	NS
Factor B	2	48.884766	24.442383	1.1300	2.90-4.45	NS
Interacción	6	457.544922	76.257484	3.5254	2.40-3.40	**
Error	33	713.826172	21.631096			
Total	47	1738.419922				

CV=19.765179%

Cuadro A12. Segunda evaluación promedio de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	21.8230	22.7696	19.6259	27.0092	22.8069
2	16.4860	19.7488	12.9852	27.2143	19.1086
3	20.4144	18.9833	19.3747	23.4517	20.5560
4	19.1630	17.8699	13.0353	22.5991	18.1668
5	26.3668	21.1483	27.5079	22.4576	24.3701
6	22.6315	19.6894	16.3780	11.5341	17.5583
7	24.6091	21.8364	13.6313	23.8582	20.9838
8	22.2220	17.9025	22.6914	21.8537	21.1674
9	22.4439	20.5908	16.2593	24.5251	20.9548
10	22.6963	19.1159	12.1736	21.9074	18.9733
11	20.0963	18.5433	15.8574	23.4685	19.4914
12	27.6178	18.0361	13.1192	23.0177	20.4477

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la segunda evaluación promedio de fotosíntesis.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	259.507813	86.502602	7.5251	3.29-5.33	**
Factor A	3	15.589844	5.196615	0.4521	3.29-5.33	NS
Factor B	2	11.210938	5.605469	0.4876	2.90-4.45	NS
Interacción	6	134.826172	22.471029	1.9548	2.40-3.40	NS
Error	33	379.343750	11.49525			
Total	47	800.478516				

CV=16.634539%

Cuadro A13. Tercera evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas inferiores y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	1	7.9609	9.1819	7.7710	
2	6.2426	11.4836	6.9570	9.3582	8.5104
3	11.3615	11.1489	5.7497	9.0326	9.3232
4	7.9021	9.0372	8.9693	10.1089	9.0044
5	10.1948	8.7251	9.9325	7.6625	9.1287
6	10.7374	12.1799	12.8266	10.9590	11.6757
7	8.7828	10.9680	8.7206	7.5494	9.0052
8	6.8711	9.9868	10.7600	12.8085	10.1066
9	12.8809	11.3886	6.4767	13.1477	10.9735
10	8.7568	8.9015	6.1973	8.7839	8.1599
11	7.5178	11.3298	7.2510	6.7309	8.2074
12	7.0023	10.5927	9.8511	11.9584	9.8511

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la tercera evaluación de fotosíntesis en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	26.137695	8.712565	2.5625	3.29-5.33	NS
Factor A	3	22.949219	7.649740	2.2499	3.29-5.33	NS
Factor B	2	34.535645	17.267822	5.0788	2.90-4.45	**
Interacción	6	4.631836	0.771973	0.2271	2.40-3.40	NS
Error	33	112.199219	3.399976			
Total	47	200.453613				

CV=19.832233%

Cuadro A14. Tercera evaluación de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga, Coahuila; 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
	1	14.3056	14.0670	15.8846	
2	13.0333	14.0784	7.7225	17.3558	13.0475
3	14.8282	15.3734	10.7499	13.9534	13.7262
4	13.5104	14.4646	9.7332	9.3015	11.7524
5	11.6587	15.1008	13.9591	14.4249	13.7859
6	11.5906	15.5666	9.8411	10.4432	11.8604
7	11.5565	13.3457	15.6006	8.0406	12.1358
8	11.9598	13.9762	13.1810	15.1065	13.5559
9	14.2374	16.1062	15.2826	12.9310	14.6393
10	12.6073	11.1362	18.2475	9.98880	12.9949
11	13.4650	9.7162	15.2428	11.5338	12.4895
12	11.9200	16.3618	14.3510	16.1118	14.6861

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la tercera evaluación de fotosíntesis en hojas superiores.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	21.222656	7.0742219	1.0038	3.29-5.33	NS
Factor A	3	7.584961	2.528320	0.3588	3.29-5.33	NS
Factor B	2	12.2246609	6.112305	0.8673	2.90-4.45	NS
Interacción	6	22.573242	3.762207	0.5339	2.40-3.40	NS
Error	33	232.554688	7.047112			
Total	47	296.160156				

CV=20.189961%

Cuadro A15. Tercera evaluación promedio de fotosíntesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	11.1333	11.6244	11.8278	6.8796	10.3663
2	9.6379	12.7810	7.3397	13.3570	10.7789
3	13.0948	13.2612	8.2498	11.4930	11.5247
4	10.7063	11.7509	9.3512	9.7052	10.3784
5	10.9268	11.9129	11.9458	11.0437	11.4573
6	11.1640	13.8733	11.3338	10.7011	11.7681
7	10.1697	12.1568	12.1606	7.7950	10.5705
8	9.4155	11.9815	11.9705	13.9575	11.8312
9	13.5591	13.7474	10.8797	13.0393	12.8064
10	10.6820	10.0189	12.2224	9.3863	10.5774
11	10.4914	10.5230	11.2469	9.1323	10.3484
12	9.4612	13.4773	12.1011	14.0351	12.2686

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{mg dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 1.58436

Análisis de varianza para la tercera evaluación promedio de fotosíntesis

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	17.174316	5.724772	1.9355	3.29-5.33	NS
Factor A	3	4.794434	1.598145	0.5403	3.29-5.33	NS
Factor B	2	21.303223	10.651611	3.6013	2.90-4.45	*
Interacción	6	4.562500	0.760417	0.2571	2.40-3.40	NS
Error	33	97.604980	2.957727			
Total	47	145.439453				

CV=15.323895%

Cuadro A16. Primera evaluación de transpiración ($\mu\text{litros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas inferiores y análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	13.0888	15.9384	17.4381	14.0220	15.1218
2	12.8139	15.1135	15.3052	19.4212	15.6634
3	12.1723	24.7900	12.8306	17.4132	16.8015
4	8.1896	22.3457	14.8469	15.3801	15.1906
5	17.0049	19.6711	13.7887	11.4058	15.4676
6	13.6721	14.4636	18.1297	20.0544	16.5800
7	13.9720	24.3704	15.6718	21.4875	18.8754
8	13.0888	18.3713	9.3728	16.2300	14.2657
9	8.2332	15.2552	16.4300	17.5465	14.3662
10	12.5148	20.8543	12.8306	20.3044	16.6260
11	15.1804	15.8551	16.7133	18.9212	16.6675
12	19.2788	18.2797	14.2387	15.1052	16.7256

NOTA: Para transformar de ($\mu\text{litros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la primera evaluación de transpiración en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	218.783203	72.927734	7.0302	3.29-5.33	**
Factor A	3	6.715820	2.2386607	0.2158	3.29-5.33	NS
Factor B	2	7.217773	3.608887	0.3479	2.90-4.45	NS
Interacción	6	58.464844	9.744141	0.9393	2.40-3.40	NS
Error	33	342.326172	10.373520			
Total	47	633.507813				

CV=20.093185%

Cuadro A17. Primera evaluación de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	16.2134	16.9138	17.8552	18.5405	17.3807
2	16.1859	21.7300	19.1053	19.4819	19.2833
3	17.6518	23.2699	16.3716	14.5415	17.9587
4	13.7959	18.6384	19.0526	15.0536	16.6351
5	15.6862	22.7127	15.9498	16.2209	17.6424
6	11.0321	12.7567	13.9390	17.2828	13.7526
7	22.4717	20.4985	18.1564	24.8063	21.4832
8	23.2022	19.3990	9.8121	17.6368	17.5125
9	15.4452	13.3817	22.5018	18.9321	17.5652
10	16.3640	20.0843	14.2403	17.8476	17.1341
11	19.3388	16.0703	24.9343	23.9175	21.0652
12	28.8579	19.3798	21.1161	18.7890	22.0357

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la primera evaluación de transpiración en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	7.480469	2.493490	0.1924	3.29-5.33	NS
Factor A	3	104.650391	34.883465	2.6910	3.29-5.33	NS
Factor B	2	9.184570	4.592285	0.3543	2.90-4.45	NS
Interacción	6	126.420898	21.070150	1.6254	2.40-3.40	NS
Error	33	427.780273	12.963038			
Total	47	675.516602				

CV=19.687994%

Cuadro A18. Primera evaluación promedio de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por planta de pap y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	14.6511	16.4261	17.6467	16.2813	16.2513
2	14.8149	18.4217	17.2052	19.4515	17.4734
3	14.9121	24.0299	14.6011	15.9774	17.3801
4	10.9928	20.4921	16.9498	15.2169	15.9129
5	16.3456	21.1919	14.8693	13.8133	16.5550
6	12.3521	13.6102	16.0343	18.6686	15.1663
7	18.2218	22.4345	16.9141	23.1469	20.1793
8	18.1455	18.8852	9.5925	16.9334	15.8891
9	11.8392	14.3184	19.4659	18.2393	15.9657
10	14.4394	20.4693	13.5354	19.0760	16.8800
11	17.2596	15.9627	20.8238	21.4193	18.8664
12	24.0683	18.8298	17.6774	16.9471	19.3806

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la primera evaluación promedio de transpiración

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	73.698242	24.566080	2.5945	3.29-5.33	NS
Factor A	3	38.048828	12.682942	1.3395	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.916016	0.458008	0.0484	2.90-4.45	NS
Interacción	6	68.824219	11.470703	1.2115	2.40-3.40	NS
Error	33	312.457031	9.468395			
Total	47	493.944336				

CV=17.933407%

Cuadro A19. Segunda evaluación de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas inferiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila: en el año de 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	7.9202	9.4539	2.9580	14.0372	8.5923
2	2.9139	9.2159	6.5541	12.4947	7.7947
3	7.9139	9.8241	7.6911	12.2832	9.4275
4	8.3874	10.2031	5.3818	13.7463	9.4296
5	11.7720	9.4627	7.7087	12.9971	10.4851
6	10.6967	10.1149	6.3161	8.6254	8.9383
7	12.2479	10.4146	7.8233	12.3978	10.7209
8	9.8858	10.5733	7.7087	10.5116	9.6699
9	8.5549	9.0572	6.7656	12.2744	9.1630
10	11.1638	6.4130	2.2528	11.8425	7.9180
11	9.7624	7.3650	7.1446	10.9346	8.8017
12	9.4891	7.7704	6.6422	13.5876	9.3723

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la segunda evaluación de transpiración en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	208.803711	69.601234	19.9735	3.29-5.33	**
Factor A	3	14.464111	4.821371	1.3836	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.030273	0.015137	0.0043	2.90-4.45	NS
Interacción	6	19.647217	3.274536	0.9397	2.40-3.40	NS
Error	33	114.994141	3.484671			
Total	47	357.939453				

CV=20.306473%

Cuadro A20. Segunda evaluación de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	10.4300	12.0700	7.87000	15.3200	11.4225
2	5.8700	10.8500	7.32000	11.2500	8.8225
3	12.0200	9.68000	8.18000	13.1500	10.7575
4	11.7000	8.51000	6.37000	14.5900	10.2925
5	12.2700	9.49000	10.1000	13.3900	11.3125
6	10.5700	6.87000	7.52000	9.19000	8.5375
7	11.9700	12.2100	8.04000	12.0000	11.0550
8	12.0800	8.74000	8.2400	13.7800	10.7100
9	10.2100	11.0000	8.25000	13.8300	10.8225
10	9.37000	8.77000	6.95000	14.1200	9.80250
11	8.48000	9.41000	7.26000	14.9500	10.0250
12	12.9700	8.76000	6.04000	13.2900	10.2650

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la segunda evaluación de transpiración en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	192.004883	64.001625	26.5639	3.29-5.33	**
Factor A	3	5.428711	1.809570	0.7511	3.29-5.33	NS
Factor B	2	2.645020	1.322510	0.5489	2.90-4.45	NS
Interacción	6	28.387695	4.731283	1.9637	2.40-3.40	NS
Error	33	79.508301	2.409343			
Total	47	307.9746609				

CV=15.042575%

Cuadro A21. Segunda evaluación promedio de transpiración (microlitros $m^{-2}s^{-1}$) por planta papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	9.1751	10.7619	5.4140	14.6786	10.0074
2	4.3920	10.0330	6.9370	11.8723	8.3086
3	9.9657	9.7521	7.9356	12.7166	10.0925
4	10.0437	9.3566	5.8759	14.1681	9.8611
5	12.0210	9.4763	8.9044	13.1936	10.8988
6	10.6334	8.4924	6.9180	8.9077	8.7379
7	12.1089	11.3123	7.9317	12.1989	10.8879
8	10.9829	9.6566	7.9743	12.1458	10.1899
9	9.3825	10.0286	7.5078	13.0522	9.9928
10	10.2669	7.5915	4.6014	12.9812	8.8603
11	9.1212	8.3875	7.2023	12.9423	9.4133
12	11.2296	8.2620	6.3411	13.4388	9.8179

NOTA: Para transformar de (microlitros $m^{-2}s^{-1}$) a ($ml\ dm^{-2}\ hr^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la segunda evaluación promedio de transpiración

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	198.803711	66.267906	31.8455	3.29-5.33	NS
Factor A	3	7.232422	2.410807	1.1585	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.542480	0.271240	0.1303	2.90-4.45	NS
Interacción	6	20.520996	3.420166	1.6436	2.40-3.40	NS
Error	33	68.670410	2.080921			
Total	47	295.770020				

CV=14.786645%

Cuadro A23. Tercera evaluación de transpiración (microlitros $m^{-2}\ s^{-1}$) en hojas inferiores análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	5.0496	6.1207	6.7158	3.4184	5.3261
2	4.1745	7.8920	5.4416	9.4532	6.7403
3	7.3179	8.6691	5.5397	8.3401	7.4667
4	7.4789	7.7730	6.0647	9.1452	7.6154
5	6.6108	5.3856	8.7601	6.7648	6.8803
6	7.8500	8.9982	7.2129	8.9071	8.2421
7	5.3296	7.4789	6.6528	4.9026	6.0910
8	4.0905	8.1300	8.2350	9.2082	7.4159
9	7.7590	8.8651	8.1370	12.4216	9.2957
10	5.3646	6.4778	5.2806	7.3389	6.1155
11	5.3646	7.5980	5.3016	7.7240	6.4971
12	5.4486	8.4731	6.6808	8.5501	7.2881

NOTA: Para transformar de (microlitros $m^{-2}s^{-1}$) a ($ml\ dm^{-2}\ hr^{-1}$) multiplicar por 0.036

Análisis de varianza para la tercera evaluación de transpiración en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	30.827148	10.275716	5.6863	3.29-5.33	**
Factor A	3	12.522217	4.174072	2.3098	3.29-5.33	NS
Factor B	2	26.460205	13.230103	7.3212	2.90-4.45	**
Interacción	6	10.343018	1.723836	0.9539	2.40-3.40	NS
Error	33	59.634277	1.807099			
Total	47	139.786865				

CV=18.983879%

Cuadro A22. Tercera evaluación de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en hojas superior análisis de varianza, en Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIA
1	5.9432	7.8620	8.5038	4.7316	6.7602
2	5.8908	8.4842	5.9039	10.8484	7.7818
3	7.3381	9.0474	6.8404	9.3356	8.1404
4	7.6197	7.5542	5.2948	6.0938	6.6406
5	7.9537	8.6938	8.2681	8.3401	8.3139
6	7.0631	9.7089	6.0480	8.1764	7.7491
7	4.9739	6.4016	9.4796	5.1246	6.4949
8	6.1266	8.3925	8.7396	9.9381	8.2992
9	8.2091	7.8424	9.6499	7.8882	8.3974
10	6.9779	6.4737	9.9905	6.2641	7.4265
11	6.4933	6.0545	7.5870	9.1063	7.3103
12	6.1920	8.8771	7.2399	9.6630	7.9930

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036
Análisis de varianza para la tercera evaluación de transpiración en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	12.513428	4.171143	1.8469	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.238281	0.079427	0.0352	3.29-5.33	NS
Factor B	2	14.706787	7.353394	3.2560	2.90-4.45	*
Interacción	6	5.439941	0.906657	0.4015	2.40-3.40	NS
Error	33	74.527100	2.258397			
Total	47	107.425537				

CV=19.750379%

Cuadro A24. Tercera evaluación promedio de transpiración ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por planta papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIA
1	5.4964	6.9913	7.6098	4.0700	6.0419
2	5.0326	8.1881	5.6727	10.1508	7.2611
3	7.3280	8.8582	6.1901	8.8378	7.8035
4	7.5493	7.6636	5.6797	7.6195	7.1280
5	7.2822	7.0397	8.5141	7.5525	7.5971
6	7.4566	9.3535	6.6304	8.5417	7.9956
7	5.1518	6.9402	8.0662	5.0136	6.2929
8	5.1086	8.2612	8.4873	9.5731	7.8576
9	7.9840	8.3538	8.8934	10.1549	8.8465
10	6.1712	6.4757	7.6356	6.8015	6.7710
11	5.9289	6.8263	6.4443	8.4151	6.9037
12	5.8203	8.6751	6.9604	9.10666	7.6406

NOTA: Para transformar de ($\text{microlitros m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a ($\text{ml dm}^{-2} \text{hr}^{-1}$) multiplicar por 0.036
Análisis de varianza para la tercera evaluación promedio de transpiración

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	19.2605	6.4202	4.2159	3.29-5.33	*
Factor A	3	3.69995	1.23332	0.8099	3.29-5.33	NS
Factor B	2	18.4004	9.2002	6.0414	2.90-4.45	**
Interacción	6	4.63843	0.7731	0.5076	2.40-3.40	NS
Error	33	50.2539	1.52285			
Total	47	96.2532				

CV=16.801126%

Cuadro A25. Primera evaluación de conductancia en hojas inferiores y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.5154	0.4986	0.6829	0.6452	0.5855
2	0.5112	0.5489	0.5112	0.7709	0.5856
3	0.5196	0.7499	0.4986	0.6871	0.6138
4	0.4484	0.7834	0.5112	0.6327	0.5939
5	0.5740	0.6075	0.4861	0.5363	0.5510
6	0.5782	0.4819	0.3075	0.6327	0.5001
7	0.5280	0.6452	0.6787	0.9300	0.6955
8	0.5405	0.5991	0.4526	0.6285	0.5552
9	0.4400	0.5321	0.5656	0.7918	0.5824
10	0.4819	0.6494	0.5028	0.6955	0.5824
11	0.5405	0.5028	0.5698	0.8588	0.6180
12	0.7122	0.5740	0.5154	0.6452	0.6117

Análisis de varianza para la primera evaluación de conductancia en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.250893	0.083631	8.9559	3.29-5.33	**
Factor A	3	0.028784	0.009595	1.0275	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.014704	0.007352	0.7873	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.052256	0.008709	0.9327	2.40-3.40	NS
Error	33	0.308157	0.009338			
Total	47	0.654793				

CV=16.390299%

Cuadro A26. Primera evaluación de conductancia en hojas superiores y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.5993	0.5337	0.7512	0.6300	0.6286
2	0.5624	0.6773	0.6486	0.8825	0.6927
3	0.6322	0.7142	0.5542	0.6240	0.6312
4	0.5460	0.7101	0.5870	0.6322	0.6188
5	0.5952	0.6855	0.5624	0.6486	0.6229
6	0.4886	0.5091	0.5173	0.6691	0.5460
7	0.7553	0.6281	0.6363	0.8619	0.7204
8	0.7347	0.6978	0.4763	0.6322	0.6352
9	0.5911	0.4968	0.7142	0.7512	0.6383
10	0.5501	0.6117	0.5296	0.6937	0.5963
11	0.6445	0.5665	0.8127	0.8332	0.7142
12	1.0137	0.5788	0.6281	0.7471	0.7419

Análisis de varianza para la primera evaluación de conductancia en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.079533	0.026511	2.4654	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.051601	0.017200	1.5996	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.007282	0.003641	0.3386	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.084761	0.014127	1.3137	2.40-3.40	NS
Error	33	0.354851	0.010753			
Total	47	0.578028				

CV=15.980879%

Cuadro A27. Primera evaluación promedio de conductancia por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.5573	0.5413	0.6312	0.7005	0.6076
2	0.5368	0.7136	0.5736	0.8267	0.6627
3	0.5403	0.7488	0.5327	0.6555	0.6193
4	0.5600	0.6588	0.5365	0.6324	0.5970
5	0.5867	0.5837	0.4349	0.5925	0.5495
6	0.5083	0.5771	0.5980	0.6509	0.5836
7	0.6479	0.6136	0.5444	0.8960	0.6755
8	0.5874	0.6150	0.5210	0.6303	0.5884
9	0.5365	0.5731	0.6085	0.7715	0.6224
10	0.5453	0.5573	0.5497	0.6946	0.5867
11	0.6783	0.5702	0.6640	0.8460	0.6897
12	0.7562	0.6309	0.6367	0.6962	0.6800

Análisis de varianza para la primera evaluación promedio de conductancia

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.155035	0.051678	10.7074	3.29-5.33	**
Factor A	3	0.036835	0.012278	2.5440	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.000759	0.000380	0.0786	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.052036	0.008673	1.7969	2.40-3.40	NS
Error	33	0.159271	0.004826			
Total	47	0.403936				

CV=11.171932%

Cuadro A28. Segunda evaluación de conductancia en hojas inferior y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila; en el año de 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.3710	0.5232	0.2614	0.8947	0.5126
2	0.2553	0.5780	0.4745	0.6755	0.4958
3	0.4806	0.6450	0.5293	0.7364	0.5978
4	0.4319	0.6085	0.4014	0.7181	0.5400
5	0.6572	0.5659	0.5293	0.8399	0.6481
6	0.5598	0.5415	0.4745	0.7486	0.5811
7	0.5354	0.5050	0.6511	0.7729	0.6161
8	0.5780	0.7486	0.6207	0.7425	0.6725
9	0.4684	0.6024	0.4867	0.5841	0.5354
10	0.7425	0.4075	0.2553	0.5537	0.4897
11	0.5659	0.4502	0.5659	0.5720	0.5385
12	0.4623	0.4806	0.5415	0.7059	0.5476

Análisis de varianza para la segunda evaluación de conductancia en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.379669	0.126556	10.1622	3.29-5.33	**
Factor A	3	0.058936	0.019645	1.5775	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.019313	0.009656	0.7754	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.074139	0.012356	0.9922	2.40-3.40	NS
Error	33	0.410972	0.012454			
Total	47	0.943028				

CV=19.765657%

1.

Cuadro A29. Segunda evaluación de conductancia en hojas superiores y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.4641	0.6507	0.5387	0.8093	0.6157
2	0.2588	0.7440	0.7067	0.7440	0.6134
3	0.6320	0.5201	0.8279	0.9399	0.7300
4	0.7533	0.5107	0.6040	0.9866	0.7136
5	0.6787	0.5387	0.7067	0.8000	0.6810
6	0.5574	0.5387	0.5107	1.0612	0.6670
7	0.6600	0.6600	0.7346	0.5667	0.6553
8	0.8373	0.7062	0.6320	0.8000	0.7439
9	0.4921	0.7067	0.7067	0.7253	0.6577
10	0.6040	0.6413	0.7160	0.7906	0.6880
11	0.5294	0.6227	0.6600	0.7533	0.6413
12	0.8373	0.6320	0.5667	0.6413	0.6693

Análisis de varianza para la segunda evaluación de conductancia en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.280521	0.093507	5.1460	3.29-5.33	*
Factor A	3	0.009699	0.003233	0.1779	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.001562	0.000781	0.0430	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.063337	0.010556	0.5809	2.40-3.40	NS
Error	33	0.599642	0.018171			
Total	47	0.954762				

CV=20.028999%

Cuadro A30. Segunda evaluación promedio de conductancia por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.4175	0.5870	0.4001	0.8520	0.5641
2	0.2571	0.6610	0.5906	0.7097	0.5546
3	0.5563	0.5825	0.6786	0.8382	0.6639
4	0.5926	0.5596	0.5027	0.8523	0.6268
5	0.6679	0.5523	0.6180	0.8199	0.6645
6	0.5586	0.5401	0.4926	0.9049	0.6241
7	0.5977	0.5825	0.6928	0.6698	0.6357
8	0.7077	0.7274	0.6263	0.7713	0.7082
9	0.4803	0.6546	0.5967	0.6547	0.5965
10	0.6733	0.5244	0.4857	0.6722	0.5889
11	0.5476	0.5365	0.6130	0.6626	0.5899
12	0.6498	0.5563	0.5541	0.6736	0.6084

Análisis de varianza para la segunda evaluación promedio de conductancia.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.309937	0.103312	11.1704	3.29-5.33	**
Factor A	3	0.027695	0.009232	0.9981	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.005648	0.002824	0.3053	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.054396	0.009066	0.9802	2.40-3.40	NS
Error	33	0.305208	0.009249			
Total	47	0.7028883				

CV=15.541192%

Cuadro A31. Tercera evaluación de conductancia en hojas inferiores y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.2030	0.2190	0.2190	0.1389	0.1950
2	0.1603	0.2350	0.2030	0.2456	0.2110
3	0.2883	0.2563	0.1763	0.2350	0.2390
4	0.3310	0.2403	0.2030	0.2563	0.2577
5	0.2563	0.1869	0.2456	0.1976	0.2216
6	0.2670	0.2563	0.2670	0.2617	0.2630
7	0.1976	0.2723	0.2030	0.1656	0.2096
8	0.1603	0.2670	0.2563	0.3150	0.2496
9	0.3044	0.3417	0.3310	0.4109	0.3470
10	0.1869	0.2030	0.1709	0.2136	0.1936
11	0.1816	0.2403	0.1869	0.2403	0.2123
12	0.2030	0.2563	0.2243	0.2350	0.2296

Análisis de varianza para la tercera evaluación de conductancia en hojas inferiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.004746	0.001582	0.9752	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.026746	0.008915	5.4962	3.29-5.33	**
Factor B	2	0.028341	0.014170	8.7360	2.90-4.45	**
Interacción	6	0.022219	0.003703	2.2830	2.40-3.40	NS
Error	33	0.53528	0.001622			
Total	47	0.135579				

CV=17.083857%

Cuadro A32. Tercera evaluación de conductancia en hojas superiores y análisis de varianza, Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.2031	0.2400	0.2716	0.1399	0.2136
2	0.1873	0.2505	0.1926	0.2980	0.2321
3	0.2611	0.2716	0.1926	0.2400	0.2413
4	0.2927	0.2453	0.1662	0.1557	0.2150
5	0.3085	0.2822	0.2611	0.2453	0.2743
6	0.2664	0.3296	0.1873	0.2242	0.2519
7	0.1662	0.1978	0.2558	0.1504	0.1925
8	0.2084	0.2400	0.2400	0.2980	0.2466
9	0.2980	0.3085	0.3401	0.2558	0.3006
10	0.2980	0.1978	0.3138	0.1873	0.2492
11	0.2031	0.1768	0.2505	0.2505	0.2202
12	0.2347	0.3032	0.2453	0.2927	0.2690

Análisis de varianza para la tercera evaluación de conductancia en hojas superiores

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.003978	0.001326	0.5561	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.002782	0.000927	0.3890	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.018534	0.009267	3.8867	2.90-4.45	*
Interacción	6	0.018387	0.003065	1.2853	2.40-3.40	NS
Error	33	0.078680	0.002384			
Total	47	0.122361				

CV=20.160700%

Cuadro A33. Tercera evaluación promedio de conductancia por planta de papa y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	0.2031	0.2295	0.2453	0.1394	0.2043
2	0.1738	0.2428	0.1978	0.2718	0.2215
3	0.2747	0.2639	0.1845	0.2375	0.2401
4	0.3119	0.2428	0.1846	0.2482	0.2468
5	0.2824	0.2345	0.2533	0.1767	0.2367
6	0.2667	0.2930	0.2271	0.2535	0.2601
7	0.1819	0.2350	0.2294	0.1949	0.2103
8	0.1843	0.2535	0.2482	0.2327	0.2297
9	0.3012	0.3251	0.3356	0.3544	0.3291
10	0.2424	0.2004	0.2423	0.2347	0.2300
11	0.1924	0.2086	0.2187	0.2138	0.2084
12	0.2189	0.2797	0.2348	0.2428	0.2440

Análisis de varianza para la tercera evaluación promedio de conductancia.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.002484	0.000828	0.6640	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.009612	0.003204	2.5696	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.021482	0.010741	8.6139	2.90-4.45	**
Interacción	6	0.017249	0.002875	2.3056	2.40-3.40	NS
Error	33	0.041148	0.001247			
Total	47	0.091974				

CV=14.810410%

Cuadro A34. Densidad aparente del suelo (g cm^{-3}) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	1.05	1.00	1.07	1.11	1.0575
2	1.04	1.66	1.07	1.10	1.2175
3	1.07	1.10	1.05	1.00	1.0550
4	0.97	1.07	1.07	1.12	1.0575
5	1.08	1.04	1.04	1.06	1.0550
6	1.00	1.09	0.92	1.09	1.0250
7	1.07	1.06	1.01	1.09	1.0575
8	0.97	1.09	1.03	0.98	1.0175
9	0.91	1.08	1.10	1.05	1.0350
10	1.01	1.07	1.02	1.00	1.0250
11	1.07	1.06	1.08	0.96	1.0425
12	1.04	1.03	0.97	1.10	1.0350

Análisis de varianza para densidad aparente del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.055992	0.018664	2.0071	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.046421	0.015474	1.6640	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.017937	0.008968	0.9645	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.057865	0.009644	1.0371	2.40-3.40	NS
Error	33	0.306862	0.009299			
Total	47	0.485077				

CV=9.125917%

Cuadro A35. Espacio poroso del suelo (%) y el análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	58.59	60.53	57.75	55.77	58.160
2	58.74	59.85	57.73	56.40	58.1800
3	57.77	56.26	58.51	60.84	58.3450
4	62.23	57.70	57.51	55.18	58.1550
5	56.89	58.79	58.80	57.94	58.1050
6	60.64	56.47	64.20	56.71	59.5050
7	57.63	58.14	60.14	56.71	58.1550
8	62.05	56.41	59.13	61.47	59.7650
9	64.49	57.07	56.06	58.48	59.0250
10	60.30	57.50	59.80	60.82	59.6050
11	57.65	58.17	56.94	62.26	58.7550
12	58.88	59.28	62.09	56.06	59.0775

Análisis de varianza del espacio poroso del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	20.812500	6.937500	1.2185	3.29-5.33	NS
Factor A	3	6.125000	2.041667	0.3586	3.29-5.33	NS
Factor B	2	1.81250	0.906250	0.1592	2.90-4.45	NS
Interacción	6	9.968750	1.661458	0.2918	2.40-3.40	NS
Error	33	187.890625	5.693655			
Total	47	226.609375				

CV=4.062477%

Cuadro A36. Contenido de humedad en suelo (por ciento) a capacidad de campo y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	34.76	31.90	33.98	37.32	34.49
2	35.60	34.29	36.03	29.09	33.7525
3	34.89	36.35	39.07	37.10	36.8525
4	33.87	32.59	36.34	42.62	36.3550
5	34.72	35.96	36.41	30.62	34.4275
6	34.97	35.83	35.43	29.31	33.8850
7	37.49	34.78	37.32	30.27	34.9650
8	34.11	35.68	38.95	30.27	34.7525
9	33.73	33.56	38.89	31.16	34.3350
10	37.84	33.70	36.00	30.79	34.5825
11	38.00	35.62	37.23	30.46	35.3275
12	34.88	33.38	35.27	29.93	33.3650

Análisis de varianza para capacidad de campo del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	119.386719	39.795574	5.7362	3.29-5.33	**
Factor A	3	2.496094	0.832031	0.1199	3.29-5.33	NS
Factor B	2	2.796875	1.398438	0.2016	2.90-4.45	NS
Interacción	6	40.339844	6.723307	0.9691	2.40-3.40	NS
Error	33	228.941406	6.937618			
Total	47	393.960938				

CV=7.578036%

Cuadro A37. Contenido de humedad en suelo (por ciento) a punto de marchitez permanente y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	18.89	17.34	18.47	20.28	18.7450
2	19.34	18.64	19.58	15.81	18.3425
3	18.96	19.76	21.23	20.16	20.0275
4	18.41	17.77	19.75	33.16	22.2725
5	18.87	19.54	19.78	16.64	18.7075
6	19.00	19.47	19.26	15.93	18.4150
7	20.37	18.90	20.28	16.45	19.00
8	18.54	19.39	21.17	16.45	18.8875
9	18.33	18.24	21.14	16.93	18.660
10	20.56	18.31	19.57	16.73	18.7925
11	20.65	19.36	20.23	16.55	19.1975
12	18.95	18.14	19.17	16.27	18.1325

Análisis de varianza para punto de marchitez permanente del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	15.988281	5.329427	0.7668	3.29-5.33	NS
Factor A	3	8.498047	2.832682	0.4076	3.29-5.33	NS
Factor B	2	8.763672	4.381836	0.6305	2.90-4.45	NS
Interacción	6	36.882813	6.147135	0.8845	2.40-3.40	NS
Error	33	229.343750	6.949811			
Total	47	299.476563				

CV=13.803556%

Cuadro A38. Primer muestreo de materia orgánica de suelo (%) y análisis de varianza. Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	3.77	3.71	4.02	4.26	3.94
2	3.83	4.45	3.89	3.83	4.0
3	3.95	3.89	3.89	4.14	3.9675
4	4.14	4.02	3.77	4.08	4.0025
5	3.77	4.39	4.08	3.95	4.0475
6	4.20	3.71	4.08	3.89	3.97
7	3.83	4.02	3.77	3.27	3.7225
8	3.71	4.02	3.64	4.08	3.8625
9	3.77	3.58	3.83	3.27	3.8125
10	4.08	4.02	3.77	4.39	4.0650
11	3.83	3.83	4.39	3.46	3.8775
12	3.89	3.33	3.95	4.14	3.8275

Análisis de varianza para la primera evaluación de materia orgánica del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.006226	0.002075	0.0267	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.534119	0.178040	2.2908	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.098572	0.049286	0.6341	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.171814	0.028636	0.3684	2.40-3.40	NS
Error	33	2.564758	0.077720			
Total	47	3.375488				

CV=7.133801%

Cuadro A39. Segundo muestreo de materia orgánica del suelo (%) y análisis de varianza. Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	4.03	4.55	4.43	4.20	4.3025
2	4.49	4.43	4.08	4.03	4.2575
3	4.14	4.20	4.14	4.20	4.17
4	4.14	4.26	4.03	4.78	4.3025
5	4.37	4.43	4.08	3.91	4.1975
6	4.26	4.31	4.37	4.20	4.2850
7	4.03	4.55	4.03	4.08	4.1725
8	4.03	4.66	3.85	4.43	4.2425
9	3.97	4.37	4.89	4.08	4.3275
10	4.49	4.49	4.31	3.97	4.3150
11	4.31	4.37	4.37	4.03	4.2700
12	3.97	4.20	4.03	3.97	4.0425

Análisis de varianza para la segunda evaluación de materia orgánica del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	0.438293	0.146098	2.6433	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.017883	0.005961	0.1079	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.035767	0.017883	0.3236	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.244751	0.040792	0.7380	2.40-3.40	NS
Error	33	1.823914	0.055270			
Total	47	2.560608				

CV=5.544171%

Cuadro A40. Primer muestreo de capacidad de intercambio catiónico del suelo (meq/100 g de suelo) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	30.43	30.31	30.93	31.41	30.7700
2	30.55	31.79	30.67	30.55	30.8900
3	30.79	30.67	30.67	31.17	30.8250
4	31.17	30.93	30.43	31.05	30.8950
5	30.43	31.67	31.05	30.79	30.9850
6	31.29	30.31	31.05	30.67	30.8300
7	30.55	30.93	30.43	29.43	30.3350
8	30.31	30.93	30.17	31.05	30.6150
9	30.43	30.05	30.55	29.43	30.1150
10	31.05	30.93	30.43	31.67	31.020
11	30.55	30.55	31.67	29.81	30.6450
12	30.67	29.55	30.79	31.17	30.5450

Análisis de varianza para la primera evaluación de C.I.C en el suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	-0.011719	-0.003906	-0.0125	3.29-5.33	NS
Factor A	3	2.105469	0.701823	2.2527	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.355469	0.177734	0.5705	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.722656	0.120443	0.3866	2.40-3.40	NS
Error	33	10.281250	0.311553			
Total	47	13.453125				

CV=1.817795%

Cuadro A41. Segundo muestreo de capacidad de intercambio catiónico del suelo (meq/100 g de suelo) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	30.94	31.98	31.75	31.29	31.490
2	31.87	31.75	31.06	30.94	31.4050
3	31.17	31.29	31.17	31.29	31.230
4	31.17	31.40	30.94	32.44	31.4875
5	31.63	31.75	31.06	30.71	31.2875
6	31.40	31.52	31.63	31.29	31.460
7	30.94	31.98	30.94	31.06	31.230
8	30.94	32.21	30.59	31.75	31.3725
9	30.83	31.63	32.67	31.06	31.5475
10	31.87	31.87	31.52	30.83	31.5225
11	31.52	31.63	31.63	30.94	31.43
12	30.83	31.29	30.94	30.83	30.9725

Análisis de varianza para la segunda evaluación C.I.C en el suelo

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	1.746094	0.582031	2.6336	3.29-5.33	NS
Factor A	3	0.070313	0.023438	0.1061	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.136719	0.068359	0.3093	2.90-4.45	NS
Interacción	6	0.992188	0.165365	0.7483	2.40-3.40	NS
Error	33	7.292969	0.220999			
Total	47	10.238281				

CV= 1.498603%

Cuadro A42. Primer muestreo de carbonatos totales en suelo (%) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	20.0300	20.6500	21.8800	20.1300	20.6725
2	20.2400	21.8800	20.2400	21.4700	20.9575
3	20.0300	19.3100	21.0600	19.4100	19.9525
4	20.2400	20.2400	20.5400	21.5700	20.6475
5	19.4100	20.1300	21.5700	21.6800	20.6975
6	20.0300	20.6500	20.1300	21.5700	20.5950
7	19.7200	20.2400	21.9800	21.8800	20.9550
8	20.1300	20.6500	21.1600	21.4700	20.8525
9	20.2400	20.7500	20.5400	20.1600	20.4225
10	19.8200	21.1600	21.1600	20.0300	20.5425
11	20.2400	20.5400	20.7500	17.4600	19.7475
12	19.9300	20.7500	20.4400	21.3700	20.6225

Análisis de varianza para la primera evaluación de carbonatos totales del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	5.7539	1.9180	2.8991	3.29-5.33	NS
Factor A	3	1.2969	0.4322	0.6534	3.29-5.33	NS
Factor B	2	0.7578	0.3789	0.5727	2.90-4.45	NS
Interacción	6	3.9199	0.6533	0.9875	2.40-3.40	NS
Error	33	21.8320	0.6616			
Total	47	33.5605				

CV=3.956980%

Cuadro A43. Segundo muestreo de carbonatos totales del suelo (%) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	27.5300	27.8400	26.0900	26.5000	26.9900
2	27.8400	27.3200	27.7300	26.4000	27.3225
3	27.8400	27.5300	26.5000	25.8800	26.9375
4	27.9400	28.3500	27.7300	25.7800	27.4500
5	28.6600	27.8400	26.1900	25.9800	27.1675
6	26.9000	28.1400	26.9100	27.6300	27.3950
7	27.5300	27.8400	27.2200	24.8500	26.8600
8	27.1200	25.8800	27.5300	26.7000	26.8075
9	27.4200	26.0900	24.6500	25.2700	25.8575
10	28.0400	27.8400	26.9100	27.7300	27.6300
11	28.1400	24.5500	26.4000	27.0100	26.5250
12	27.6300	26.2900	27.4200	26.9100	27.0625

Análisis de varianza para la segunda evaluación de carbonatos totales del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	11.4609	3.8203	5.1763	3.29-5.33	*
Factor A	3	4.3984	1.4661	1.9865	3.29-5.33	NS
Factor B	2	1.4453	0.7226	0.9791	2.90-4.45	NS
Interacción	6	4.0742	0.6790	0.9200	2.40-3.40	NS
Error	33	24.3554	0.7380			
Total	47	45.7343				

CV=3.181784%

Cuadro A44. Primer muestreo de nitrógeno total en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	90.4800	89.0400	96.4800	102.2400	94.5600
2	91.9200	106.8000	93.3600	91.9200	96.0000
3	94.8000	93.3600	93.3600	99.3600	95.2200
4	99.3600	96.4800	90.4800	97.9200	96.0600
5	90.4800	105.3600	97.9200	94.8000	97.1400
6	100.8000	89.0400	97.9200	93.3600	95.2800
7	91.9200	96.4800	90.4800	78.4800	89.3400
8	89.0400	96.4800	87.3600	97.9200	92.7000
9	90.4800	85.9200	91.9200	78.4800	86.7000
10	97.9200	96.4800	90.4800	105.3600	97.5600
11	91.9200	91.9200	105.3600	83.0400	93.0600
12	93.3600	79.9200	94.8000	99.3600	91.8600

Análisis de varianza para la primera evaluación de nitrógeno total del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	3.7500	1.2500	0.0279	3.29-5.33	NS
Factor A	3	307.8125	102.6042	2.2922	3.29-5.33	NS
Factor B	2	56.9688	28.4844	0.6363	2.90-4.45	NS
Interacción	6	98.8125	16.4688	0.3679	2.40-3.40	NS
Error	33	1477.1875	44.7633			
Total	47	1944.5312				

CV=7.133529%

Cuadro A45. Segundo muestreo de nitrógeno total en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	96.7200	109.2000	106.3200	100.8000	103.2600
2	107.7600	106.3200	97.9200	96.7200	102.1800
3	99.3600	100.8000	99.3600	100.8000	100.0800
4	99.3600	102.2400	96.7200	114.7200	103.2600
5	104.8800	106.3200	97.9200	93.8400	100.7400
6	102.2400	103.4400	104.8800	100.8000	102.8400
7	96.7200	109.2000	96.7200	97.9200	100.1400
8	96.7200	111.8400	92.4000	106.3200	101.8200
9	95.2800	104.8800	117.3600	97.9200	103.8600
10	107.7600	107.7600	103.4400	95.2800	103.5600
11	103.4400	104.8800	104.8800	96.7200	102.4800
12	95.2800	100.8000	96.7200	95.2800	97.0200

Análisis de varianza para la segunda evaluación de nitrógeno total en el suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	252.5000	84.1666	2.6443	3.29-5.33	NS
Factor A	3	10.4063	3.4688	0.1090	3.29-5.33	NS
Factor B	2	20.7188	10.3594	0.3255	2.90-4.45	NS
Interacción	6	140.8125	23.4688	0.7373	2.40-3.40	NS
Error	33	1050.3750	31.8295			
Total	47	1474.8125				

CV=5.543646%

Cuadro A46. Primer muestreo de fósforo aprovechable en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila; en el año de 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	51.95	48.22	49.82	43.96	48.4875
2	28.52	42.36	39.70	46.09	39.1675
3	61.00	53.54	48.22	45.56	52.080
4	68.98	37.04	57.27	57.80	55.2725
5	41.83	23.73	48.22	45.56	39.8350
6	59.40	52.48	63.66	56.20	57.9350
7	30.12	33.85	42.90	53.01	39.9700
8	56.74	57.27	49.82	35.44	49.8175
9	65.25	60.46	46.09	51.41	55.8025
10	38.10	48.75	48.22	59.93	48.7500
11	46.62	50.88	60.46	41.83	49.9475
12	41.30	43.96	38.46	30.12	38.46

Análisis de varianza para la primera evaluación de fósforo del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	92.195313	30.731771	0.3900	3.29-5.33	NS
Factor A	3	198.976563	66.325523	0.8416	3.29-5.33	NS
Factor B	2	325.977	162.98828	2.0682	2.90-4.45	NS
Interacción	6	1623.711	270.6185	3.4340	2.40-3.40	NS
Error	33	2600.594	78.8059			
Total	47	4841.4531				

CV=18.509569%

Cuadro A47. Segundo muestreo de fósforo aprovechable en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	106.85	98.40	112.7600	77.2700	98.8200
2	88.2600	85.72	65.440	61.22	75.160
3	75.5800	33.33	49.3900	70.510	57.2025
4	83.1900	77.27	85.720	46.850	73.2575
5	87.4100	64.60	63.750	79.810	73.8925
6	88.2600	88.260	91.6400	66.290	83.6125
7	96.7100	89.100	64.60	63.750	78.5400
8	84.8800	81.500	66.2900	76.430	77.2750
9	78.9600	59.53	90.7900	66.290	73.8925
10	74.7400	80.650	70.510	85.720	77.9050
11	100.0900	96.71	79.810	62.910	84.880
12	85.7200	76.430	55.30	80.650	74.5250

Análisis de varianza para la segunda evaluación de fósforo del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	2019.156250	673.052063	4.1283	3.29-5.33	NS
Factor A	3	47.2500	15.7500	0.0966	3.29-5.33	NS
Factor B	2	775.500	387.7500	2.3783	2.90-4.45	NS
Interacción	6	3248.9375	541.489563	3.3213	2.40-3.40	NS
Error	33	5380.1250	163.034088			
Total	47	11470.96875				

CV=16.493860%

Cuadro A48. Primer muestreo de potasio asimilable en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	922.59	864.74	916.80	1032.50	934.157
2	1015.15	1032.50	1020.93	968.87	1009.36
3	934.16	916.80	905.23	1026.72	945.727
4	1015.15	1032.50	957.30	1020.93	1006.47
5	1020.93	1032.50	974.65	968.87	999.237
6	887.88	934.16	1032.50	951.51	951.512
7	1026.75	1011.30	1020.93	986.22	1011.30
8	967.71	870.52	824.24	1032.50	923.742
9	830.0300	1020.93	928.370	957.30	934.157
10	968.870	968.22	1020.93	876.31	958.582
11	1032.50	870.52	824.24	1032.50	939.94
12	1026.71	968.87	864.74	957.30	954.405

Análisis de varianza para la primera evaluación de potasio asimilable del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	F	F (0.05-0.01)	SIGNI
Repeticiones	3	12044.00	4014.666748	0.9610	3.29-5.33	NS
Factor A.	3	8408.0	2802.666748	0.6709	3.29-5.33	NS
Factor B	2	8164.0	4082.00	0.9771	2.90-4.45	NS
Interacción	6	31156.0	5192.67	1.2430	2.40-3.40	NS
Error	33	137860.0	4177.58			
Total	47	197632.0				

CV=6.704444%

Cuadro A49. Segundo muestreo de potasio en suelo (kg/ha a 40 cm de prof.) y análisis de varianza. En Emiliano Zapata, Arteaga Coahuila, 1994.

TRATAMIENTOS	BLOQUES				MEDIAS
1	777.96	772.18	830.03	793.39	793.39
2	760.61	737.47	587.06	743.25	707.097
3	743.25	830.03	760.61	731.68	766.392
4	841.60	806.89	806.89	801.10	814.12
5	760.61	777.96	783.75	783.75	776.517
6	812.67	760.61	812.67	795.32	795.317
7	841.60	887.88	806.89	830.03	841.60
8	812.67	737.47	801.10	754.82	776.515
9	812.67	673.83	714.33	789.53	747.59
10	754.82	812.67	772.18	772.18	777.962
11	754.82	801.10	691.19	673.83	730.235
12	801.10	806.89	760.6100	783.75	788.087

Análisis de varianza para la segunda evaluación de potasio asimilable del suelo.

F.V	G.L	SC	CM	FC	F (0.05-0.01)	SIGNI.
Repeticiones	3	6052.0	2017.3334	1.1504	3.29-5.33	NS
Factor A	3	12700.0	4233.3335	2.4140	3.29-5.33	NS
Factor B	2	28104.0	14052.00	8.0131	2.90-4.45	**
Interacción	6	16494	2749.00	1.5676	2.40-3.40	NS
Error	33	57870.0	1753.63635			
Total	47	121220.0				

CV=5.394813%