

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



Efecto de la Caolinita, Mezclada con Diferentes Adherentes en
Plántulas de Calabacita (*Cucúrbita pepo*) Variedad Zucchini.

Por:

DOMINGO PÉREZ VENTURA

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.

Mayo de 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Efecto de la caolinita Mezclada con Diferentes Adherentes en
Plántulas de Calabacita (Cucúrbita Pepo) Variedad Zucchini.

Por:

DOMINGO PÉREZ VENTURA

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por:

Asesor Principal



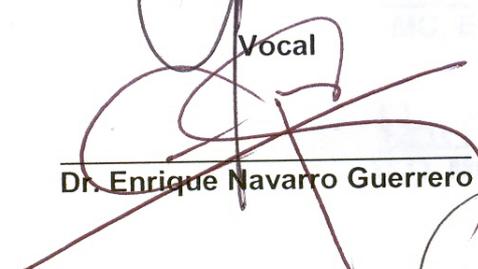
Dr. Alfonso Reyes López

Vocal



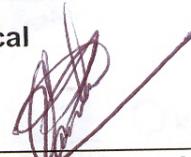
MC. Julio Gerardo Charles Cárdenas

Vocal



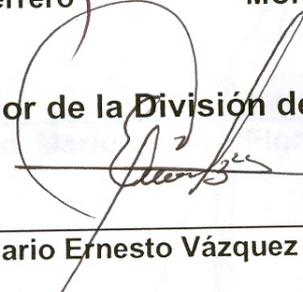
Dr. Enrique Navarro Guerrero

Vocal



MC. Víctor Cantú Hernández

Coordinador de la División de Agronomía



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México
Mayo de 2009.


Coordinación
División de Agronomía

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Efecto de la Caolinita, Mezclada con Diferentes Adherentes en
Plántulas de Calabacita (*Cucúrbita Pepo*) Variedad Zucchini.

Presentada por:

DOMINGO PÉREZ VENTURA

Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Con la Colaboración Técnica de:

MC. Evangelina Rodríguez Solís

TLQ. María Guadalupe Pérez Ovalle

Tec. Mario Alberto Flores Hernández

**Dr. Alfonso Reyes López
Responsable del proyecto**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.
Mayo de 2009.**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Primeramente por darme la vida, salud, para poder realizar mis estudios de licenciatura, en paz y tranquilidad también por estar en momentos tan difíciles permitir terminar con éxito esta carrera. Gracias Señor como dices en tu palabra “confía en mi y serás salvo”

A MI ALMA TERRA MATER

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme permitido estudiar en una de sus carreras de nivel profesional, y por brindarme sus apoyos como son el servicio de comedor, internado, durante toda el tiempo que estuve en esta institución, por el cual sin ello no hubiese sido posible haber terminado hasta el último grado.

A MIS ASESORES

Por todo el apoyo, sugerencias y consejos que ellos me brindaron para la terminación de este trabajo de tesis.

En especial a los:

Dr. Alfonso Reyes López, a quien respeto y admiro por sus gran apoyo que el me dio durante toda la carrera por dirigirme y ser uno de los asesores principales de este trabajo, así mismo como la dedicación de todo su tiempo para concluir dicho proyecto de tesis.

Dr. Enrique Navarro Guerrero, a quien admiro mucho por su gran carisma, en el cual el me estuvo apoyando mucho en la elaboración del documento, y le agradezco por todo el tiempo que dedicó en este trabajo de tesis, además le brindo mis sincero respeto, y por que gracias a el he aprendido muchas cosas

importantes que me ayudara en mi vida profesional y por haber aceptado ser uno de los asesores de este proyecto y por ser uno de mis grandes amigos.

MC. Víctor Cantú Hernández, por haberme brindado su apoyo en la interpretación de los datos obtenidos en el experimento y así por dedicar gran parte de su tiempo para poder concluir con éxito este trabajo de investigación.

“Gracias asesores por brindarme sus apoyo”

Dr. Juan Carlos Zúñiga, por la amistad, consejos y sugerencias, que él me brindó durante el tiempo que lo conocí, cuando yo estuve en el H. Consejo Universitario. Muchas Gracias Doctor

MC. Alfredo Sánchez López, por los conocimientos, amistad y consejos que el me brindo durante el tiempo que estuve en esta institución.

Ing. Roberto Canales Ruiz, por su amistad, sugerencias, y consejos que el me dio, y así mismo agradezco su apoyo incondicional que demostró en toda mi formación profesional.

Lic. Francisco Ortiz Serafín, por la gran amistad y los consejos que el me brindo durante el tiempo que nos conocimos

Tomas Alvarado Martínez, porque el me dio algunos consejos que me ayudo a la elaboración de este trabajo y lo agradezco infinitamente

A MIS AMIGOS

Anayeli Jiménez Calvo, Marcos Rolfi Pérez Pérez, Gilbert Rosebet Pérez Pérez, Alfredo López Calderón, Alicia Tolentino Canales, Arnulfo Godínez, Bertimeo Morales Pérez, Elier Escalante Verdugo, Delmar Morales Pérez, Liliana Barrios Barrionuevo, Yelsi Janeth Rodríguez Rodríguez, por contribuir en algunos consejos y sugerencias que me dieron durante el tiempo que estuvimos conviviendo y además del apoyo moral incondicional.

A MIS PADRES

Por el apoyo en toda mi vida, por cuidarme siempre, por ayudarme a salir adelante, los quiero y los amo mucho padres, les agradezco por todo el sacrificio que hicieron por mi.

A MIS HERMANOS

Por todo el apoyo, cariño y compañía. Muchas Gracias.

A MIS PRIMOS

Dionisio Pérez Ventura, Fidermino Ventura Morales, Abigail Ventura Morales, Manuel Ventura Morales, por el apoyo moral que ellos me brindaron. Gracias.

DEDICATORIA.

**Especialmente a Mis Padres: Maurilio Pérez López
Aurora Ventura Rodríguez**

A TI PADRE

Por darme la vida, por tus grandes consejos que siempre recuerdo y los he llevado siempre en mi mente, los cuales han sido de gran importancia para salir adelante ante todo tipo de rezagos que he pasado lejos de ustedes con tal de tener una profesión, también por ayudarme a confiar en mi mismo y sobresalir ante cualquier obstáculo, gracias por tu esfuerzo he logrado concluir esta carrera. Ante todo te respeto y admiro mucho. Te doy las gracias papá y hoy te dedico este sencillo trabajo, que significa el resultado de tu gran apoyo que me diste durante todo este tiempo. Como dice el dicho “personas como tu valen por muchos”

A TI MADRE

Primeramente por traerme a este mundo, dándome la vida, por tu compañía, y los cuidados que me brindaste durante mi niñez, por el sacrificio que me diste, por tus desvelos y el amor que siempre me demostraste. Gracias a tu esfuerzo he logrado mi sueño de terminar una carrera de nivel profesional. Muchas Gracias Mamá. Te dedico esto con todo mi corazón.

A ustedes padres

Por haberme dado una educación desde niño, y hacerme de este mundo una buena persona.

Los quiero y los amo mucho, y les dedico esto con todo mi cariño.

A MIS HERMANOS

Ángel Pérez Ventura, Sandra B. Pérez Ventura, Ervin B. Pérez Ventura, Víctor M. Pérez Ventura, Erasto A. Pérez Ventura, Margarita I. Pérez Ventura, Nélida C. Pérez Ventura, Nanci M. Pérez Ventura, Esli Y. Pérez Ventura, Maurilio H. Pérez Ventura, primero quiero dedicarlo a dios por dar la vida a mis hermanos por que ellos para mi son el tesoro por el apoyo moral que ellos me brindaron durante toda mi carrera y espero que sigamos unidos siempre para enfrentar los grandes retos que se presentan en la vida día con día.

A MIS TIOS

Especialmente a los (as):

José Pérez Rodríguez, Hipólito Pérez Rodríguez, Andrés Pérez Rodríguez, Adelina Morales Sargento, Eudelio Ventura Rodríguez, Magdalena Pérez Pérez, Mauro Ventura Rodríguez, Erlinda Morales Sargento, Isidoro Pérez Pérez, Rosalinda Pérez López, Jovita M. Pérez Rodríguez, Lina Pérez López. Gracias por el apoyo moral que ellos me brindaron, a través de sus sugerencias y consejos y por tener la confianza en mí

A MI ABUELO

Eufracio Pérez Díaz, gracias por el apoyo moral incondicional que el me brindó durante mi niñez, hasta ahora te quiero mucho abuelito.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
INDICE DE CUADROS -----	IV
INDICE DE FIGURAS -----	V
I. INTRODUCCION -----	1
OBJETIVO -----	1
HIPOTESIS -----	2
II. REVISION DE LITERATURA -----	3
QUE ES LA CAOLINITA -----	3
Origen descripción -----	3
Aplicación -----	5
Minería de la caolinita -----	6
Una arcilla -----	6
Impacto en el medio ambiente -----	8
Nuevas minas -----	9
Dos empresas diferentes -----	9
A favor o en contra -----	11
Encalado-----	12
Meteorización química -----	15
Hidrólisis -----	17
Química del suelo -----	20
Adicificaciòn de los suelos -----	22
Contaminación de los suelos por fertilizantes -----	25
Cantidad de materia orgánica -----	28
Exceso de minerales -----	28
Acumulación de fósforo -----	29
Aporte de potasio -----	29
Aporte de boro -----	29
Aporte de metales pesados -----	29
Las tres sales más importantes en relación con los suelos salinos -----	32

EL CULTIVO DE LA CALABACITA -----	34
Información taxonómica -----	34
DURACION DEL CULTIVO -----	34
Anual -----	34
Ciclo agrícola -----	34
TIPO DE SIEMBRA -----	35
Directa -----	35
Fechas de siembra -----	35
Fechas de germinación -----	35
Fechas de emergencia de la planta -----	35
Aparición de hojas -----	36
Presencia de yemas -----	36
ORGANO REPRODUCTIVO -----	36
Semillas -----	36
TEMEPERATURA Y CLIMAS APROPIADOS -----	36
Humedad relativa optima -----	36
Luminosidad -----	37
Tipo de suelo -----	37
III. MATERIALES Y METODOS -----	41
Localización del experimento -----	41
Materiales usados -----	41
Descripción del trabajo -----	42
Distribución de los tratamientos y unidades experimentales -----	43
METODOS -----	43
Diseño experimental -----	43
Comparación de medias -----	44
Variables medidas -----	44
Longitud de raíz -----	44
Peso de raíz -----	45
Peso de tallo -----	45
Altura de planta -----	45

IV. RESULTADOS Y DISCUSION -----	46
Cuadros y figuras sobre los resultados de las variables evaluadas -----	46
V. CONCLUSIONES -----	55
VI. BIBLIOGRAFIA -----	56
VII. APENDICE -----	59
ANEXOS -----	64
Calculo de la F Calculada -----	64
Calculo de la DMS a 0.05-----	68
Calculo del DMS A 0.01 -----	70
Diferencias de medias de tratamiento -----	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de Varianza de Longitud de Raíz -----	46
Cuadro 5. Prueba del DMS para la Variable de Longitud de Raíz -----	47
Cuadro 2. Análisis de Varianza de la Variable Peso de Raíz -----	48
Cuadro 6. Prueba del DMS para la variable Peso de Raíz -----	49
Cuadro 3. Análisis de Varianza para Peso de Tallo -----	50
Cuadro 7. Prueba del DMS para la variable Peso de Tallo -----	51
Cuadro 4. Análisis de Varianza para Altura de Planta -----	52
Cuadro 8. Prueba del DMS para la variable altura de planta -----	53
Apéndice -----	59
Cuadro 1A . Concentración de Datos para variable Longitud de Raíz -----	60
Cuadro 2A . Concentración datos para Peso de Raíz-----	60
Cuadro 3A . Concentración datos para Peso de tallo -----	61
Cuadro 4A . Concentración datos para Altura de Planta -----	61
Cuadro 5A .Tablas de Medias de Tratamiento para Longitud de Raíz-----	62
Cuadro 6A .Tablas de Medias de Tratamiento para Peso de Raíz -----	62
Cuadro 7A .Tablas de Medias de Tratamiento para Peso de Tallo -----	63
Cuadro 8A .Tablas de Medias de Tratamiento para Altura de Planta -----	63
Anexo -----	64
Cuadro de Diferencias de Medias para Longitud de Raíz-----	72
Cuadro de Diferencias de Medias para Peso de Raíz -----	72
Cuadro de Diferencias de Medias para Peso de Tallo -----	73
Cuadro de Diferencias de Medias para Altura de Planta -----	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafica donde se muestra el resultado para longitud de raíz -----	47
Figura 2. Grafica del resultado para peso de raíz -----	49
Figura 3. Grafica para peso de tallo -----	52
Figura 4. Grafica para altura de planta -----	54

I. INTRODUCCIÓN

El potencial agrícola de cualquier cultivo se ve limitada por un gran número de factores bióticos y abióticos, los mismos que restringen su productividad, ya sea por la carencia o exceso de los mismos. (Temperatura, radiación solar, población de insectos, humedad, bacterias, hongos, etc.)

Es bien conocido el papel que juega la cantidad e intensidad de la radiación solar (390–760nm, Salisbury and Ross, 1985) ya que esta es asimilada por las plantas para la realización de la fotosíntesis y sin embargo, la contaminación del ambiente ha hecho que la intensidad de la radiación solar sea mayor y dañina y como consecuencia que las plantas vivan bajo estrés.

En este sentido, es de interés este trabajo de investigación ver el impacto que tiene la caolinita y una combinación de ésta con polímeros, en reducir la temperatura en el cultivo de la calabacita; ya que se promueve que el color blanco que produce la aplicación de la caolinita hace que los rayos solares sean absorbidas en menor proporción y por consiguiente el cultivo podrá desarrollar mejor sus partes vegetativas y esto estimular mayor productividad.

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es analizar el efecto de la caolinita a diferentes concentraciones, en plántulas de calabacita variedad succhini bajo condiciones de invernadero.

HIPOTESIS

La hipótesis planteadas en este trabajo son que las medias de tratamiento son iguales, o sea que responden iguales a las diferentes concentraciones de Caolinita, para cada una de las variables versus la hipótesis alternante, donde la respuesta de las medias de tratamiento son diferentes a la caolinita.

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$

PALABRAS CLAVE: APLICACIÓN DE CAOLINITA EN PLANTULAS DE CALABACITA BAJO INVERNADERO

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. ¿Qué es la caolinita?



CAOLÍN

Fórmula química:

Caolinita: $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_2$.

Propiedades físicas:

Relación: Si:Al = 1:1. **Sistema:** Monoclínico. **Color:** blanco, puede tener diferentes matices en función del contenido de las impurezas.

Dureza: 1. **Densidad:** 2,6.

Origen:

Se forma al meteorizarse los Feldespatos, las Micas y otros aluminosilicatos.

Descripción:

Es una designación petrográfica de mezclas de Caolinita, Dickita, Nacrita y silicatos de alúmina gelatinosos puros e hidratados. Presenta un aspecto terroso, tacto árido y casi siempre susceptible de plasticidad cuando se le añade agua. Forma parte de la familia de las [arcillas](#) y está asociado a los mismos procesos de formación.

Localización:

En Venezuela todos los depósitos comerciales de caolín se ubican a lo largo de una extensa zona de Bolívar nororiental, asociados con rocas precámbricas intensamente meteorizadas y lateritizadas. Tres grandes áreas poseen las reservas más importantes de caolín:

Depósitos ubicados al oeste del río Caroní; se ubican cuatro yacimientos de caolín de calidad comercial, La margarita, San Rafael, Santa Rita y Nuevo Mundo. Todos los yacimientos son de tipo residual, producto de la alteración de gneises feldespáticos del [Complejo Imataca](#).

El yacimiento de La Margarita se ubica a 2,5 km del río Porocopiche. La masa caolinítica tiene un rumbo N 70 E, una extensión de 2km y un espesor aproximado de 2 m. El color es ligeramente amarillo, el cual desaparece entre 850° y 1150°, tiene una excelente plasticidad y contiene 23,8 % de cuarzo y feldespato con un tamaño mayor del tamiz N° 200, y 72 % de caolín de muy buena calidad.

Los yacimientos de San Rafael, Santa Rita y Mundo Nuevo son de menores dimensiones, aún cuando la calidad y aspecto genético son similares al caolín de La Margarita. Estos tres yacimientos se encuentran bajo explotación, suministrando materia prima para la industria de la cerámica y sanitarios

Región del Kilómetro 88: guarda posiblemente, las mayores reservas de caolín del Estado Bolívar. Todos los depósitos se asocian con niveles de intensa meteorización de secuencias dioríticas y graníticas del Complejo de Supamo, el cual cubre una considerable extensión de Bolívar nororiental. Estudios geológicos detallados realizados a lo largo de la zona, indican que los depósitos constituyen extensos mantos residuales en contacto con rocas metamórficas laterizadas y en muchos casos cubiertos por sedimentos jóvenes del Río Cuyuní. El espesor de los mantos puede superar los 30 m, y por lo general, la mena está constituida exclusivamente por muscovita, cuarzo anataza y clorita

Región de Upata: los depósitos de la región son pequeños si se les compara con otros distritos de caolín del Estado Bolívar, y se encuentran estrechamente asociados con gneises (rocas metamórficas o cuarzo félsicos granulíticos) del Complejo de Imataca. En parte son productos de alteración de los gneises feldespáticos y en otros se han producido por silicificación de bauxita. Algunos depósitos se presentan asociados con capas residuales de óxido de manganeso. En este caso es posible que la roca madre haya sido en parte, una gondite, granatífera, tal y como se identifica en la localidad de Santa Rosa.

Los caolines de Upata son explotados extensamente y usados en la industria de la cerámica y refractarios de la zona de Puerto Ordaz. Los principales depósitos se ubican en el Cerro Copeyal y San Lorenzo, aún cuando existen otros pequeños de menor importancia en Cerro Toro, Monte Cristo, Cerro Once y Cerro Santa Rosa

Aplicación:

Es la materia prima más importante de la cerámica. Según la pureza del material y su modo de preparación, el producto resultante se denomina loza, porcelana, etc.

Asociaciones:

Caolinita $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_2$, la Montmorillonita ($Al_2(OH)_2[Si_4O_{10}]$), la mica arcillosa fundamentalmente Illita ($K(OH)_2Al_2(Si_3AlO_{10})$), y la Clorita, Dickita, Nacrita y silicatos de alúmina.

Estadísticas y mercado:

Su producción se ha mantenido estable cerca de 3 millones de toneladas métricas.

MINERÍA DEL CAOLÍN

Escollo del Alto Tajo

Artículo aparecido en Guadalajara 2000 el 12-2-99)

El Plan de Ordenación de Recursos Naturales del Alto Tajo, documento que servirá de base para la declaración de Parque Natural, considera a la minería del caolín como un factor de riesgo para la conservación natural de este paraje, y le atribuye un impacto sobre la geomorfología de *efectos significativos, muy notables y probablemente irreversibles. Al mismo tiempo el PORN reconoce que el sector de la **minería** genera el 13.5 % de los puestos de trabajo en la zona (de 4.996 habitantes censados como población de derecho entre los 38 términos municipales afectados se reconoce una población activa de apenas 1.387 personas, siendo 185 los empleos directos de la minería, a los que hay que sumar los 50 conductores de camiones dedicados al transporte del caolín y casi 400 empleos indirectos). Además valora esta actividad como segunda en importancia, en la economía de la zona, tras la ganadería, agricultura y los trabajos forestales.

Con esta perspectiva está claro que hará falta más que una decisión salomónica para garantizar continuidad de la industria minera en la figura del Parque Natural, decisiones que en estos momentos se encuentran sobre la mesa de trabajo, en negociación entre las direcciones de las empresas mineras y la Administración regional, en lo que supone la redacción definitiva del PORN.

Para comprender el trasfondo de esta polémica no queda más remedio que acercarse a lo que supone la realidad de la minería del caolín en la zona.

UNA ARCILLA MUY PRECIADA

El caolín es una arcilla pura y blanca que procede de la descomposición de las rocas de feldespato y que está considerado por el Gobierno como "sustancia prioritaria" ya que es materia prima de un sinfín de industrias con un papel relevante en la economía nacional. Sus aplicaciones son muy variadas y

abarcan desde la industria cerámica y azulejera, hasta la industria del papel (tanto en la composición como en los estucados), siendo también uno de los principales componentes en la fabricación de fibra de vidrio.

En el Alto Tajo esta arcilla se presenta en yacimientos caoliníferos con bajo contenido en caolín pero alta calidad, con unos precios de venta en torno a las 26.000 pesetas por tonelada, lo que supone margen comercial aproximado de 4.000 pesetas por tonelada.

El origen de la minería del caolín en el Alto Tajo se remonta los años 60, con el inicio de las explotaciones a cielo abierto, aunque las primeras concesiones mineras datan de principios de siglo. Durante 20 años operó una multinacional inglesa en la zona, ECC, pero tras su retirada son dos las industrias que explotan el caolín en el Alto Tajo, ambas bajo la figura jurídica de sociedad anónima, Caosil y Caobar.

Las dos minas actualmente activas se encuentran en Poveda de la Sierra (Nuria de Caosil y María José de Caobar), con una superficie afectada de menos de 100 hectáreas. También existe una mina paralizada desde hace ocho años en Peñalén, Santa Engracia, propiedad de Caosil.

El procesado de mineras (lavado, tan-fizado, prensado y desecado) lo realiza Caosil también en el Alto Tajo, en Villanueva de Alcorón, "entras que Caobar traslada todo el mineras a su planta de tratamiento en Taracena. Se estima la reserva de minerales en 60.000.000 toneladas de arenas caoliníferas en las explotaciones actuales lo que en opinión de las empresas garantizaría el abastecimiento del mercado nacional durante 20 años.

Además de estas minas existen otras 21 concesiones que se concentran en el triángulo formado por los municipios de Peñalén, Poveda de la Sierra y Taravilla y que abarcan una superficie de más de 16.000 hectáreas lo que supone un 9% de la futura zona protegida.

En cuanto a la importancia económica de estas empresas, amén de la sustanciosa oferta de puestos de trabajo que supone, decir que las 2 explotaciones del Alto Tajo producen el 30% del caolín que se extrae en España, donde existen 44 minas de este tipo, producción que cuenta con un valor de más de 2.000 millones de pesetas al año. Ambas empresas venden en el mercado nacional y también exportan parte de su producción a distintos países.

IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Según explica el delegado de Agricultura., José Luis San Miguel, el impacto medioambiental que produce la minería del caolín en el Alto Tajo es fundamentalmente paisajístico por las cicatrices que producen las minas a cielo abierto sobre el terreno. Son perfiles escalonados con escombreras provocadas por el gran movimiento de tierras. Además hay otro impacto directo sobre el cauce fluvial ya que la superficie desprovista de vegetación provoca arrastres de caolín hacia los arroyos y finalmente al Tajo. Estos arrastres cuando son continuados cementan el fondo de los ríos y también afectan a la flora y la fauna acuáticas.

El delegado de Agricultura admite que los derrames de caolín al río son cada vez menores, Por una actuación correctora de las empresas, con la creación de nuevas balsas decantadoras. Reconoce además que estos derrames se producen en algunas zonas que nada tiene que ver con las minas y de hecho su departamento está realizando un estudio al respecto. Son escorrentías naturales en zonas sin vegetación donde la lluvia arrastra un caolín que está a flor de piel en el suelo, considerando también necesario actuar sobre este impacto.

Agricultura considera prioritaria las labores de restauración sobretudo en el caso de la mina paralizada, la de Santa Engracia en Peñalén, Propiedad de Caosil. *Es una minería abandonada que no aporta nada a la economía de la zona+ señala el delegado de Agricultura indicando que la Administración

regional se comprometería a restaurar este gran agujero si obtuviese el compromiso de la empresa. En este sentido el director de Caosil, Alberto García, argumenta que la mina no esta abandonada sino paralizada temporalmente y que su mina la empresa mantiene los derechos de explotación sobre esta explotación por 90 años según la Ley de Minas, no estando dispuesto a renunciar a este derecho sin ningún tipo de compensación.

Por su parte el alcalde de Peñalén, Segundo Rubio, considera que la junta debería obligar a la restauración del paraje de esta mina con parque natural o sin él.

NUEVAS MINAS

Otro de los escollos de la negociación entre la Administración regional y las empresas mineras se refiere la autorización de explotación de nuevas minas, ya que el PORN contempla que las nuevas solicitudes de explotación contarán con informe de impacto ambiental y las empresas defienden que al contar con concesión anterior a la promulgación del Parque no están obligadas.

En este aspecto la polémica se centra sobre el proyecto más inmediato, el de la empresa Caobar de poner en marcha una nueva mina en Poveda en el paraje del Machorro con una superficie afectada de casi 1.000 hectáreas. Caobar considera este proyecto urgente y necesario porque ya no está obteniendo en su actual mina la calidad que le demanda el mercado. En este problema en concreto parece que existe un principio de acuerdo que pasa por modificar los límites inicialmente planteados para el parque, dejando todo el territorio de la nueva mina en la zona de influencia, donde las exigencias son menores.

DOS EMPRESAS DIFERENTES

Aunque la Delegación de Agricultura considera que las dos impresas mineras actúan de forma similar, y que ambas atienden las exigencias de medidas correctoras con el medio ambiente, para el alcalde de Poveda de la Sierra, Félix Ángel Molina (alcalde del PP y trabajador además de Caobar) existe además

una gran diferencia. Molina considera que Caosil actúa como quiere y no cumple con las reforestaciones, ni con otras medidas correctoras, sin que Agricultura intervenga, mientras que Caobar hace las cosas bien.

La dirección de Caosil niega estas acusaciones y asegura que cumple la normativa y que incluso, recientemente su sistema de decantación en balsas ha sido sustituido por otro menos contaminante.

En el trasfondo de esta polémica particular existe un enfrentamiento histórico entre la empresa Caosil y el Ayuntamiento de Poveda, con demandas incluidas. Así el Ayuntamiento exige a Caosil que pague el canon municipal de movimiento de tierras (impuesto que si satisface Caobar) y Caosil se niega considerando que este impuesto es por obra pero no para una explotación minera y como tal lo tiene recurrido ante los tribunales.

Por otra parte esta empresa minera asegura que el Ayuntamiento le adeuda el pago de cinco años de luz de todos los vecinos y del consistorio (dice que la anterior multinacional minera le facilitaba este servicio de forma gratuita pero que cuando la explotación fue adquirida por Caosil se negó este favor). Mientras el alcalde asegura que todos los vecinos y el Ayuntamiento están al corriente del pago de la luz y que el problema es un defecto en los contadores que atañe a la empresa minera. El alcalde además asegura que siempre se ha pagado la luz, incluso con la empresa inglesa, y que el único trato de favor que el pueblo ha recibido es que la otra industria, minera, la multinacional inglesa, se hacía cargo del coste de la música en las Fiestas del pueblo, algo que Caosil ya no hace.

A FAVOR Y EN CONTRA

Polémicas concretas aparte, el posicionamiento sobre la continuidad del caolín en el Alto Tajo ha tenido posiciones tanto a favor como en contra.

A favor se han manifestado todos los trabajadores de ambas empresas de forma unificada, pidiendo además un no rotundo al parque. A esta protesta laboral se han sumado además los trabajadores de la electroquímica Navarro que explota las minicentrales del Alto Tajo y que cuenta con una planta de producción de carburo de silicio en Cuenca, ya que se siente afectada porque vende electricidad a estas empresas mineras y a la vez les compra arenas. También a favor se ha manifestado el sindicato UGT, aunque con la matización de que entiende como necesaria una protección para el Alto Tajo. Y por supuesto también apoyan la continuidad del caolín los alcaldes de la zona, aunque aquí unos respaldan el Parque y otros no.

En contra de la continuidad del caolín se manifestó el grupo de medio ambiente del PSOE que pidió a través de sus alegaciones que dicha actividad fuera prohibida aunque con una moratoria para recolocación del personal que trabaja en el sector. También desde algunos grupos ecologistas como DALMA se pide que esta actividad sea prohibida, al menos en cuanto a autorización de nuevas explotaciones se refiere.

La postura intermedia parece mantenerla la Administración regional que reconoce como necesario el mantenimiento de esta actividad así como su regulación. Así el delegado de Agricultura fue tajante al manifestar que *la industria del caolín sí es compatible con el Parque natural y aunque no lo fuera hay que hacerlo compatible. Existen suficientes avances tecnológicos para que las explotaciones mineras no supongan un impacto, además es una industria que tiene viabilidad y debe coexistir con el Parque Natural

2. Encalado

Es una técnica usual en la zona en determinadas épocas del año, cuya finalidad es reducir la temperatura dentro de invernadero. El encalado del plástico produce una reducción de la radiación solar entorno al 30 % respecto a un plástico no encalado, y por tanto, una reducción del consumo de agua proporcional.

Abruña et al. (1970), Determinaron en suelos ácidos que el aluminio es el principal responsable de la reducción del rendimiento en algunas solanáceas por su toxicidad, cuando se encuentra en alta concentración en la solución del suelo; además, el crecimiento deficiente también puede deberse a deficiencias directas de calcio o magnesio. Cuando el aluminio se precipita por encalamiento a un pH de 4.6 con CaCO_3 , el crecimiento de las raíces prosigue normalmente.

Boul et al. (1975), indican que la saturación de aluminio mayor que el 60% es tóxico para la mayoría de los cultivos. La saturación de aluminio aumenta cuando disminuye la cantidad de cationes, ejemplo suelos latosólicos que tienen 0.6 meq Al/100 g puede representar más de 35% de saturación. Los suelos ácidos son, como regla general de baja fertilidad, principalmente son bajos en calcio.

Palmer y Troeh (1970), consideran que la lixiviación en zonas húmedas se traduce en la pérdida de cationes básicos como Ca^{++} y Mg^{++} y su sustitución con H^+ . Así el % relativo de iones H^+ aumenta y el suelo se vuelve ácido.

Aguilar et al. (1994), reportan como origen de la acidez del suelo: material parental según su relación de Al: $(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K})$, lixiviación de bases intercambiables del suelo, remoción de Ca, Mg, K, por los cultivos, descomposición de la materia orgánica del suelo, uso de fertilizantes, acidez generada por las raíces y lluvia ácida.

Fassbender y Bornemisza (1994), manifiestan que áreas tropicales húmedas, particularmente cuando se práctica una agricultura intensiva, la acidificación progresiva de los suelos se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables (Ca, Mg, K, y Na) por los iones H y Al. Este reemplazo resulta de la percolación de agua, extracción de los cationes cambiables y uso de abonos de carácter acida.

Simpson (1991), menciona que los cultivos de raíces y brassicas que crecen en suelos ácidos sin realizar encalado, se enanizan y mueren muchas plantas, pudiendo deberse a la fijación de fósforo que es muy intensa. Bordes de hojas se doblan hacia adelante y pueden volverse amarillas, debido a una escasa mineralización del N orgánico

Cepeda (1991), indica que cuando se aplica una base al suelo los iones H^+ de la micela son sustituidos por los cationes de la base y pasan a la solución del suelo donde reaccionan con iones OH^- para formar agua los cambios de pH del suelo deben hacerse en forma gradual y un tiempo en el que el trastorno biológico sea el menos grave, o sea que no haya cultivo. Es necesario considerar propiedades del suelo, como la cantidad y naturaleza de la arcilla, también considerar el contenido de materia orgánica

Simpson (1991), menciona que la caliza dolomítica ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) evita la carencia de magnesio en los cultivos. El encalado tiene como objetivo elevar el pH del suelo hasta un valor óptimo para los cultivos a sembrar, debido a las pérdidas de calcio y magnesio por lavado y la absorción por los cultivos; es necesario mantener el nivel de cal mediante aplicaciones periódicas. Aplicaciones de 5.0 a 5.5 ton/ha de caliza molida cada tres a cuatro años para suelos arenosos y cada cinco a seis años para suelos arcillosos.

Tisdale y Nelson (1991), indican que la reacción de la cal, esta relacionada con el tamaño de las partículas individuales. Si son gruesas, la reacción será lenta, pero si son finas la reacción pueden ser muy extensa, y requiere de dos a seis meses para reaccionar con el suelo. Su reactividad se determina por su pureza, tamaño de las partículas, dureza y su contenido de magnesio. El efecto de la cal sobre la disponibilidad del fosfato y de los microelementos, nitrificación, fijación de nitrógeno y estructura del suelo, influencia de muchas maneras de la producción de los cultivos. En regiones húmedas y suelos de textura gruesa, el uso de materiales con alto contenido de calcio, pueden dar como resultado un desfavorable equilibrio de Ca-Mg y un desarrollo consecuente de síntomas de deficiencia de Mg en ciertos cultivos en crecimiento sobre estos suelos.

Foth (1992), señala que cuando se añade una base al suelo ácido el H^+ en solución es neutralizado y se ioniza algo de hidrógeno intercambiable para restablecer el equilibrio y el pH aumenta lentamente. La resistencia del pH del suelo al cambio, da origen al fenómeno de amortiguación.

Los suelos que **Fassbender y Molina (1969)**, determinaron que el carbonato de calcio y magnesio en el nivel 5.25 meq/100 g suelo más 400 ppm de P_2O_5 produjo más materia seca (13.25 g por planta de tomate). Si se usa solo $CaCO_3$, se suprime la absorción de Mg a causa del antagonismo por la relación Ca/mg. El cambio de pH 5.1 a 5.6 se logra aplicar cal en dosis de 16 meq Ca+Mg/100 g suelo, esto se explica en base a formación de cargas electronegativas dependientes del pH en la materia orgánica, arcilla e hidróxidos.

Jones et al. (1991), mencionan que la adición de materiales de encalado tiende a aumentar concentraciones de: Ca, Mg (si es cal de dolomítica) y Mo, mientras las concentraciones de Al, B, Cu, Fe, Mn, Na, y Zn decrecen. Los efectos sobre el N, P, y K, varía dependiendo de las características del suelo original (pH) y de la planta.

Sánchez (1981), determinó que por cada milequivalente de aluminio intercambiable presente, debe aplicarse 1.5 meq de Ca o 1.65 ton/ha del equivalente del CaCO_3 la aplicación de este concepto ha reducido considerablemente las dosis de encalado en suelos: oxisoles y ultisoles, bajos en capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE). Casos donde hay presentes de 1.0 a 3.0 meq de Al intercambiable, la aplicación de cal es ahora del orden de 1.6 a 5.0 ton/ha.

Según **Fuchigami (1987)**, señala que existen tres grupos de químicos que rompen el descanso, aceites minerales, compuestos que contengan nitrógeno y reguladores de crecimiento.

3. Caolinita y su impacto en Ca y Mg y su importancia en la formación del suelo.

Meteorización Química:

La meteorización química de las rocas engloba alteraciones más serias que la mera pulverización producida por meteorización física. Como resultado de estos cambios, ciertos minerales desaparecen total o parcialmente, y se forma material de origen secundario, que difiere enormemente de los minerales originales.

Los procesos se realizan en un medio acuoso y dependen de la acción de descomposición del agua, reforzada por el anhídrido carbónico disuelto y, en algunos casos, por los ácidos orgánicos formados por la descomposición de residuos vegetales. Puede también tomar parte el ácido sulfúrico formado por la oxidación de compuestos orgánicos de azufre o sulfuros de hierro. Puesto que la meteorización química se produce en la superficie de los minerales de las rocas, es evidente que será intensificada donde la pulverización física le haya precedido. Pero, la mayoría de las rocas están formadas por un espacio mosaico irregular de diferentes minerales con distintos grados de susceptibilidad de ataque, la meteorización química solo es capaz de producir

desintegración particularmente donde existe cierto grado de porosidad en la roca meteorizada.

Esencialmente, la meteorización química comprende dos fases, a saber: 1) la desaparición de ciertos minerales, y 2) la formación de productos secundarios. Algunos de los minerales secundarios pueden originarse por alteración in situ de los minerales originales, mientras que otros productos pueden originarse por precipitación de las soluciones que contienen productos solubles de meteorización. Tal precipitación puede acontecer en el lugar de la meteorización o fuera de él después de su transporte por movimiento del agua. El material precipitado en el sitio de la meteorización puede mezclarse, o incluso entrar en combinación con productos residuales.

La meteorización química de las rocas afecta principalmente a los silicatos, tales como los feldespatos, micas y minerales ferromagnésicos, y depende de su inestabilidad a temperaturas ordinarias en presencia de agua y de anhídrido carbónico. De los datos de F. W. Clarke, se ha calculado que las proporciones aproximadas de los minerales principales de la corteza terrestre son las siguientes: feldespatos, 57.8%; anfíboles y piroxenos (minerales ferromagnésicos), 16%; cuarzo, 12.7%; micas 3.6%. por tanto, es evidente que los feldespatos constituyen el grupo más importante de minerales que forman el suelo, seguido por los minerales ferromagnésicos. Ciertos minerales no son prácticamente afectados por la meteorización química, y persisten inalterados en el suelo. El ejemplo principal de estos es el cuarzo. Otros minerales resistentes a la meteorización química son la magnetita, titanita, la ilmenita, etc.

La meteorización química de las rocas depende de la presencia de agua. Puesto que la velocidad de cambio químico está afectada por la temperatura, disminuirá a temperaturas bajas y será mayor a altas temperaturas. Expresado en relación con las condiciones naturales, significa que la meteorización química es mínima en condiciones desérticas, debido a la ausencia de agua, y en las regiones árticas y alpinas, a causa de que prevalecen las bajas

temperaturas. En tales casos, la meteorización que se produce es casi enteramente de carácter físico. En climas húmedos, la intensidad de la meteorización aumentará con la temperatura, y alcanzará un máximo en los trópicos.

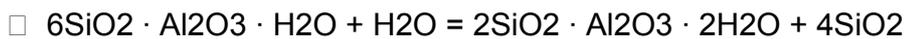
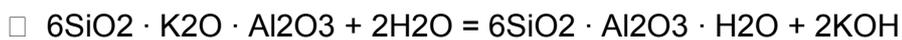
Pueden producirse suelos predominantemente del tipo meteorizado físicamente en una región favorable para la meteorización química. Tales suelos son por lo general suelos jóvenes derivados de rocas cristalinas y que se han desarrollado en depósitos recientes o en situaciones en las que la erosión fue suficiente activa para evitar la acumulación de los productos de descomposición y el predominio consiguiente de meteorización química sobre la física.

Hidrólisis:

Podemos considerar ahora el más importante de los procesos por el cual los minerales están meteorizados químicamente, es decir, la *hidrólisis*. La hidrólisis es una consecuencia de la disociación parcial del agua en iones hidrógeno e iones hidroxilo. La cantidad real de disociación es sumamente pequeña, pues, a temperaturas ordinarias, un litro de agua contiene solo 10⁻⁷g de hidrógeno en forma iónica; pero la presencia de anhídrido carbónico en solución aumenta la concentración del ion hidrógeno de la solución del suelo y, por consiguiente, su actividad hidrolítica, pueden ser, además, aumentadas por la presencia de ácidos minerales y orgánicos.

La presencia de iones hidrógeno es característica de las soluciones ácidas. Ácidos fuertes tales como los ácidos clorhídrico y sulfúrico en disoluciones diluidas están casi completamente disociados. Así, en una solución decinormal de ácido clorhídrico, prácticamente todo el hidrógeno está en la forma iónica, y la concentración de ion hidrógeno es casi de 0.1 g por litro. En un ácido débil, por otra parte, la disolución sólo es parcial. Una disolución decinormal de ácido acético está ligeramente disociada, y la concentración del ion hidrógeno es alrededor de 0.0013 g por litro.

El agua se comporta, pues, como un ácido débil, y su efecto sobre los silicatos meteorizables depende de la actividad de los iones hidrógeno. Los minerales por los que estamos interesados pueden describirse como silicatos del calcio, magnesio, potasio, sodio, aluminio y hierro. El tipo más sencillo de descomposición consistiría en el reemplazamiento de iones alcalinos o alcalinotérreos en la red del mineral por iones hidrógeno, originando ácidos aluminosilíceos o fierro silíceos y la liberación de hidróxidos alcalinos o alcalinotérreos. Un paso mas avanzado en la rotura puede consistir en la separación de ácido silícico, acompañada por una modificación profunda de la red cristalina originaria. Puede imaginarse que ocurre un proceso tal como el siguiente en la formación de la caolinita a partir del feldespato potásico:



La mayor parte de la literatura primitiva sobre meteorización se refiere a teorías para dar cuenta de la formación del caolín a partir de los feldespatos. Actualmente se sabe que el caolín, o la caolinita, lejos de ser ingrediente característico del complejo de meteorización del suelo, puede estar presente en algunos casos en proporciones insignificantes. Por otra parte, el examen de suelos y arcillas por los rayos X ha revelado la presencia de un número de minerales característicos de constitución cristalina conocida. También se sabe que la característica de los minerales del complejo meteorización pueden contener tanto hierro como aluminio. La investigación futura se dirigirá, sin duda, a dilucidar el origen de estos minerales desde los minerales primarios.

Será necesario, en primer lugar, decidir si un mineral de arcilla dado se formo como un producto residual o precipitación de disolución. Naturalmente, será posible clasificar los minerales del complejo de meteorización en minerales residuales y minerales de precipitación.

Un cuerpo considerable de experimento y teoría se ha centrado en el origen del complejo de meteorización por precipitación de las disoluciones. De acuerdo con la hipótesis de la precipitación, los productos de meteorización química están formados por los productos solubles de la hidrólisis de silicatos.

Aunque los silicatos originales son muy insolubles, las consecuencias de la poca solubilidad que poseen pueden ser apreciables en grandes periodos de tiempo.

□ Se supone que el primer paso consiste en la liberación simultanea de ácido silícico y de los hidróxidos de las bases presentes. Mientras que los hidróxidos de las alcalinas y alcalinotérreas son solubles en agua, el ácido silícico y los hidróxidos de aluminio y hierro pueden formar soluciones coloidales. Los soles de ácido silícico son electronegativos, mientras que los soles de los sesquióxidos son electropositivos, y puede presentarse la precipitación mutua, ocasionando el complejo de meteorización.

Se han obtenido datos para la formación de precipitados en los cuales los componentes básicos y ácidos son los siguientes:

Ácido	Básico
Al₂O₃	SiO₂
Fe₂O₃	P₂O₅

Las teorías de Mattson deben ser aplicables igualmente a la teoría de hidrólisis que concibe que el primer paso consiste en la formación de ácidos aluminosilícicos y ferrosilícicos residuales.

Aunque podemos concebir el proceso de hidrólisis, deben notarse ciertas consecuencias generales:

□ Se produce la desilicificación. La comparación de materiales meteorizados con sus rocas originales generalmente revela una perdida de ácido silícico en el proceso de meteorización. El ácido silícico es separado por las aguas de

filtración, en gran cantidad, en forma de silicatos alcalinos y alcalinotérreos. Es significativo que las aguas de los ríos, que contienen el material perdido por solución en los procesos de meteorización, contengan un exceso de ácido silícico sobre sesquióxidos. En regiones áridas y semiáridas, un lavado incompleto puede evitar la separación de ácido silícico liberado por hidrólisis. En tales casos, el complejo de meteorización está caracterizado por un gran contenido de sílice.'

La desalcalización ocurre durante la hidrólisis. La comparación de rocas jóvenes con sus productos meteorizados revela una pérdida general de calcio, magnesio, potasio y sodio. Se presentan excepciones a esta regla de regiones áridas, donde las sales alcalinas y alcalinotérreas pueden acumularse, dando ocasión a suelos salinos o alcalinos.

La hidrólisis forma nuevas sustancias, bien por modificación de los materiales originales, bien resíntesis parcial de los productos de descomposición. Estas sustancias se indican en conjunto con el complejo arcilla, o el coloide de suelo inorgánico. Constituyen la mayor parte de la fracción arcilla en el análisis mecánico, y se encuentran casi totalmente en dicha fracción. Por tanto, el estudio de la fracción arcilla ofrece la base más conveniente para la determinación de la composición y constitución del complejo de meteorización.

QUÍMICA DEL SUELO.

El suelo ha sido comparado con un laboratorio muy complicado, donde tienen lugar un gran número de reacciones que implican a casi todos los elementos químicos conocidos. Algunas reacciones se pueden considerar sencillas y se comprenden con facilidad, pero el resto son complejas y de difícil comprensión. En general los suelos se componen de silicatos con complejidades que varían desde la del sencillo óxido de silicio - cuarzo- hasta la de los silicatos de aluminios hidratados, muy complejos, encontrados en los suelos de arcilla. Los elementos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas incluyen el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el calcio, el hierro y el magnesio. Investigaciones

recientes han demostrado que las plantas para crecer también necesitan cantidades pequeñas pero fundamentales de elementos como boro, cobre, manganeso y zinc.

Las plantas obtienen nutrientes de los coloides del suelo, partículas diminutas parecidas a la arcilla que se mezclan con el agua, aunque no se disuelven en ella. Se forman como producto de la meteorización física y química de minerales primarios. Consisten en cantidades variables de óxidos hidratados de hierro, aluminio y silicio y de minerales cristalinos secundarios como la caolinita y la montmorillonita.

Los coloides tienen algunas propiedades físicas marcadas que afectan fuertemente las características agrícolas de los distintos suelos. Los suelos de las regiones con precipitación escasa y poca agua subterránea están sometidos a lixiviación moderada y, por tanto, contienen gran cantidad de compuestos originales, como calcio, potasio, y sodio. Los coloides de este tipo se expanden en gran medida cuando se mojan y tienden a dispersarse en el agua. Al secarse toman una consistencia gelatinosa y pueden, tras un secado adicional, formar masas impermeables al agua.

Donde el terreno queda cubierto por bosques, los coloides inorgánicos y orgánicos penetran en la tierra transportados por agua subterránea después de lluvias o inundaciones; forman una capa concentrada en la parte inferior del suelo y consolidan otras partículas de él para producir una masa densa y sólida. Una de las características importantes de las partículas coloidales es su capacidad para participar en un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otros. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas. Cuando se añade a un suelo materia fertilizante como el potasio, una porción del elemento requerido entra en la solución del suelo de forma inmediata, y queda disponible, mientras que el resto

participa en el intercambio de bases y permanece en el suelo incorporado a los coloides.

Uno de los ejemplos de intercambio de bases más simple y valioso para la agricultura es la reacción que se produce cuando la caliza (CaCO_3) se utiliza para neutralizar la acidez. La acidez del suelo que puede definirse como la concentración de iones por de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido.

ACIDIFICACIÓN DE LOS SUELOS.

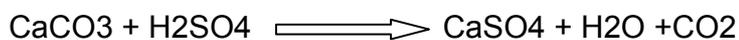
Algunos suelos son naturalmente ácidos, pero también pueden acidificarse por acción de las lluvias ácidas o de la disposición en seco de gases y partículas ácidas. La lluvia ácida tiene un PH inferior a 5,6. La principal causa atmosférica de la acidificación es la creciente presencia de óxidos de azufre y nitrógeno emitidos por la quema de combustibles fósiles.

La pérdida de materia orgánica debido a la erosión y la oxidación degrada el suelo y, en especial, su valor como soporte para el cultivo. La pérdida de materia orgánica reduce también la estabilidad de los agregados del suelo, que bajo el impacto de las precipitaciones, pueden dispersarse. Este proceso puede llevar a la formación de una corteza sobre el suelo que reduce la infiltración del agua e inhibe la germinación de las semillas.

Antes de que estos ácidos se formen en la atmósfera, algunos de los óxidos de nitrógeno y azufre se adhieren a las partículas de polvo que caen a la superficie de la tierra. Una vez que se depositan en ríos, lagos o la humedad del suelo, reaccionan formando soluciones ácidas. Estos polvos ácidos a menudo se precipitan más cerca de las fuentes de contaminación que el ácido de la lluvia o la nieve.

Estos ácidos matan a los peces y a las plantas, reducen el crecimiento de ciertos cultivos, degradan numerosos materiales de construcción e, indirectamente, afectan la salud del hombre, el ganado y la vida silvestre. Sin embargo, no hay una relación fácil que se puedan establecer entre precipitación ácida y el ambiente. He aquí las razones:

No toda la precipitación ácida cae directamente sobre cuerpos de agua. Parte de ellas se deposita en suelos relativamente secos y ricos en calcio, como las calizas, en cuyo caso, estas precipitaciones pueden ser neutralizados en su acidez, produciéndose la siguiente reacción química:



Cuando el suelo es rico en caliza, el azufre en exceso proveniente de esa precipitación, puede incluso utilizarse como fertilizante.

4. La caolinita y su importancia en el desarrollo de partes vegetativas (raíz, tallo, altura del follaje; etc.)

La caolinita tiene una gran importancia en el desarrollo de las partes de las plantas porque esta compuesto de feldespatos en el cual puede ser un grupo extenso de minerales compuesto por aluminosilicatos de potasio, sodio, calcio. En donde estos elementos juegan un papel esencial en el crecimiento de las plantas.

Ejemplo: **el potasio**, que ayuda al crecimiento de raíces, mejora el tamaño en frutos y hortalizas, forma vasos xilemáticos y mejora la resistencias a enfermedades. Al igual que **el calcio**, estimula el desarrollo de la raíz y hojas, esencial para obtener plantas grandes y fuertes, así como también evita la caída de la flor. **El aluminio** (Al) con la absorción, transporte y uso de varios elementos esenciales incluyendo Cu, Zn, Ca, Mg, Mn, K, P y Fe. Cuando el pH está por debajo de 5,5 En el caso de plantas, lo incorporan desde el suelo, y altera sus funciones metabólicas. Afecta la fotosíntesis disminuyendo la

concentración de clorofila, reduciendo el flujo de electrones. Retarda la actividad respiratoria y la síntesis proteica, se une al DNA y a núcleos celulares. Cuando se acumula en las raíces, inicialmente inhibe la actividad mitótica, posiblemente afectando la función integrada de control del meristemo de la raíz.

El **sodio** Na, elemento químico perteneciente al grupo de la tabla periódica (grupo de los metales alcalinos). Es un metal blando, blanco plateado, abundante en la naturaleza en compuestos como la sal común.

Es un activador de enzimas ATP-*asas* en animales, y probablemente en plantas. Puede reemplazar al potasio, en la activación de la ADP-glucosapirifosforilasa que interviene en la síntesis del almidón. Existen pruebas de que es esencial en *Atiplex*. El ion sodio (Na^+) es requerido por la mayoría de las especies que utilizan la vía metabólica C_4 y con metabolismo ácido de Crasuláceas (CAM). En esas plantas el sodio es vital para la regeneración del ácido fosfoenolpirúvico, sustrato de la primera carboxilación de las plantas C_4 y CAM. Muchas especies C_3 se benefician también de concentraciones de sodio bajas. El sodio estimula el crecimiento a través del alargamiento celular y puede sustituir al potasio como un soluto osmóticamente activo.

El silicio se deposita en forma amorfa en las paredes celulares. Contribuye con las propiedades mecánicas de la pared como son la rigidez y la elasticidad. El silicio es requerido solamente por miembros de la familia Equisetáceas para completar su ciclo de vida. Sin embargo, muchas especies acumulan concentraciones apreciables de sílice en sus tejidos y mejoran su crecimiento y fertilidad cuando se les suministra cantidades adecuadas de silicio. En las gramíneas, no solamente se deposita en la pared celular de la epidermis, pelos, brácteas, etc., sino también en el interior, como sucede en las células buliformes y en el xilema. El silicio es depositado como silica hidratada amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Primeramente en el retículo endoplasmático, pared celular y en los espacios intercelulares. Intracelularmente, se acumula también en células epidérmicas especializadas llamadas células silíceas. Así mismo, forma

complejos con polifenoles reforzando la pared celular. Algunas algas como las diatomeas, contienen estructuras silíceas en sus frústulos, por lo que el elemento se considera esencial para ellas. Se ha comprobado su esencialidad en la caña de azúcar, el tomate y el pepino.

Síntomas de deficiencia. Las plantas deficientes en silicio son quebradizas y susceptibles de infecciones fúngicas. El silicio, puede disminuir la toxicidad por metales pesados.

El silicio aumenta la resistencia del arroz al ataque de hongos y aumenta el rendimiento del cultivo. Así mismo, se ha observado que los silicatos disminuyen la toxicidad por hierro y manganeso en los cultivos de arroz. En Japón, el nivel crítico de sílice disponible está alrededor de 10 mg de (SiO_2) por 100 gr de suelo. Las plantas de arroz responden a la aplicación de sílice cuando los niveles están por debajo de este valor crítico.

Asociaciones:

Son silicatos aluminicoalcalinos o aluminicocálcicos anhidros, que pertenecen a tres tipos principales, de extraordinaria afinidad estructural que facilita sus mezclas isomorfas y asociaciones regulares: el feldespato potásico u ortosa (Si_3O_8AlK), el feldespato sódico o albita (Si_3O_8AlNa), y el feldespato cálcico o anortita ($Si_2O_8Al_2Ca$).

Contaminación de suelos por FERTILIZANTES.

El Nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de los vegetales, ya que es un constituyente de todas las proteínas.

En el suelo podemos encontrar nitrógeno orgánico (proteínico, ácidos nucleicos,...) e inorgánico (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- ...). Siendo, generalmente, el orgánico el más abundante (85 al 95% son valores normales).

Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas de iones nitrato y amonio (NO_3^- y NH_4^+). Su asimilación se diferencia en el hecho de que el ión nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ión amonio está adsorbido sobre las superficies de las arcillas.

El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable en nuestros suelos actuales son del 2 al 0.7%. Estos porcentajes tienden a disminuir con la profundidad.

El contenido en nitrógeno de los suelos tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas.

El exceso de nitrógeno en el suelo, además de afectar a los procesos físico-químicos de este suelo y, por consiguiente, al normal desarrollo de los cultivos, presenta el peligro de constituirse en un contaminante de cursos de agua, el ser arrastrado en superficie, o de los acuíferos, cuando es arrastrado por el agua que se infiltra hacia capas más profundas (lixiviación) contaminando los acuíferos.

Los principales elementos del ciclo del nitrógeno en los suelos que conviene considerar son:

- **Absorción de N por la planta** y extracción por la cosecha. La absorción de N por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del N en los suelos agrícolas. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una buena producción y un beneficio económico.

Del N absorbido por la planta, una parte vuelve al suelo después de la cosecha en forma de residuos (raíces, tallos y hojas) y puede ser aprovechado por los cultivos siguientes; otra parte se extrae del campo con la cosecha. Existen datos de la extracción aproximada de N por las cosechas, pero estos valores no pueden emplearse directamente para el cálculo del abonado necesario para

cada cultivo sin Conocer la eficiencia de utilización del N fertilizante en cada caso; esta eficiencia es variable en diferentes situaciones. La extracción de N por la cosecha sólo da una idea de las necesidades mínimas de nitrógeno que tiene el cultivo.

- **Mineralización e inmovilización.** La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio (NH_4^+) mediante la acción de los microorganismos del suelo; la inmovilización es el proceso contrario. Como ambos actúan en sentido opuesto, su balance se denomina mineralización neta. La mineralización neta de la materia orgánica del suelo depende de muchos factores, tales como el contenido en materia orgánica, la humedad y la temperatura del suelo. En climas templados la mineralización neta anual es, aproximadamente, el 1-2 por 100 del N total, y esto supone una producción de N mineral de unos 40 a 150 kg/ha, en los primeros 30 centímetros del suelo.

Un factor importante a considerar en la mineralización de la materia orgánica que se añade al suelo es su relación C/N, que indica la proporción de carbono (C) a nitrógeno (N). Generalmente cuando se añade materia orgánica al suelo con una relación de 20-25 o menor, se produce una mineralización neta, mientras que si los valores de este cociente son más altos, entonces los microbios que degradan esta materia orgánica consumen para su crecimiento propio más amonio que el que se produce en la descomposición, y el resultado es una inmovilización neta de N (ésta regla es solamente aproximada). La relación C/N de la capa arable en los suelos agrícolas suele estar entre 10- 12.

- **Nitrificación.** En este proceso, el amonio (NH_4^+) se transforma primero en nitrito (NO_2^-), y éste en Nitrato, (NO_3^-), mediante la acción de bacterias aerobias del suelo. Debido a que, normalmente, el nitrito se transforma en nitrato con mayor rapidez que se produce, los niveles de nitrito en los suelos suelen ser muy bajos, en comparación con los de nitrato. Bajo condiciones adecuadas, la nitrificación puede transformar del orden de 10-70 kilos N/ha/día.

Esto implica que un abonado en forma amónica puede transformarse casi totalmente en nitrato en unos pocos días si la humedad y temperatura del suelo son favorables.

En ocasiones, debido a que la nitrificación es bastante más rápida que la mineralización, se emplea el término mineralización para indicar el proceso global de conversión del N orgánico en nitrógeno mineral (fundamentalmente nitrato y amonio).

- **Desnitrificación.** La desnitrificación es la conversión del nitrato en nitrógeno gaseoso (N_2) o en óxidos de nitrógeno, también gaseosos, que pasan a la atmósfera. Este fenómeno se debe a que, en condiciones de mucha humedad en el suelo, la falta de oxígeno obliga a ciertos microorganismos a emplear nitrato en vez de oxígeno en su respiración

Problemas planteados en los suelos a causa de los excesivos esparcimientos de estiércoles y purines en los suelos serían:

En la cantidad de materia orgánica.

Cuando las dosis de estiércol licuado son muy importantes, se observa un aumento de la concentración de carbono en la capa arable, y un aumento en el espesor de la capa orgánica. La mineralización de estas materias orgánicas excedentes presenta problemas medioambientales (exceso de nitrógeno) que afectan tanto a las características físico-químicas de los suelos y su capacidad para mantener a los cultivos, como a los potenciales peligros de contaminación de acuíferos y cursos de agua.

Exceso de minerales.

Las producciones agrícola, animal o vegetal están acompañadas de inevitables liberaciones de sustancias en el medioambiente. En el caso de la producción animal, los minerales no utilizados acaban en el medioambiente con las deyecciones.

La intensificación de la fertilización de los prados y los forrajes así como el uso de alimentos compuestos, aumenta considerablemente el aporte de minerales en la explotación. El excedente de minerales resulta por ello, a veces muy importante.

Acumulación de fósforo.

Los fosfatos tienen una reducida movilidad en el suelo, y las pérdidas son en general casi nula. La capacidad de fijación por los fosfatos en el suelo es más reducida en los suelos arenosos, que en los suelos limosos pero cuando se alcanza la saturación puede sobrevenir la emigración de los fosfatos en profundidad causando una eutrofización de las aguas tanto superficiales como subterráneas.

Aporte de potasio.

El potasio se encuentra sobre todo en la fracción líquida del estiércol, en forma inorgánica, si no se absorben por las plantas o es absorbido por las partículas del suelo puede ser lixiviado.

La cantidad de potasio en las praderas aumenta de forma inútil con la aplicación de estiércol licuado de los bovinos, de los cerdos o de las aves de corral.

Aporte de boro.

El boro se puede volver tóxico a partir de una concentración en el suelo de 5 mg/Kg (ppm) de boro soluble.

En suelos muy ácidos la solubilidad del boro es muy elevada.

Aporte de metales pesados

En el caso de que metales como el cobre, que es aportado con las deyecciones ganaderas, aumenten su contenido en la capa arable puede sobrevenir una modificación de la población microbiana del suelo, por ser ciertas bacterias poco resistentes a ese metal. Esta modificación podría ser el primer paso hacia una notable disminución de las funciones metabólicas microbianas.

En el comportamiento de los suelos salinos en general, hay tres parámetros fundamentales que se ven afectados:

- La conductividad eléctrica que define el contenido en sales solubles y la actividad de la misma:
- El porcentaje de saturación en sodio del complejo de cambio que define la toxicidad sódica.
- El pH que afecta a la disponibilidad de otros elementos y que resulta de la conjunción de los anteriores.

Solubilidad característica de las diferentes sales y efecto sobre la salinidad del suelo

En la siguiente tabla se recoge la solubilidad en gramos por litro a veinte grados centígrados de las sales más importantes presentes en los suelos.

Este parámetro de solubilidad es de gran importancia en el efecto que sobre los suelos tiene cada una de estas sales.

NOMBRE	FORMULA QUÍMICA	SOLUBILIDAD A 20 Cg/l
Carbonato de calcio	CO ₃ Ca	0.01
Carbonato de magnesio	CO ₃ Mg	0.10
Sulfato de calcio dihidrato	SO ₄ Ca ₂ H ₂ O	2.40
Carbonato de sodio	CO ₃ Na	71.00
Nitrato de potasio	NO ₃ K	150.00
Sulfato de sodio heptahidrato	SO ₄ Na ₂ ·7H ₂ O	195.00
Sulfato de magnesio	SO ₄ Mg	262.00
Dihidrogeno carbonato de calcio	(CO ₃ H) ₂ Ca	262.00
Cloruro sódico	NaCL	360.00
Sulfato de magnesio heptahidrato	SO ₄ Mg ₇ H ₂ O	710.00
Nitrato de sodio	NO ₃ Na	921.00
Cloruro de magnesio hexahidrato	Cl ₂ Mg ₆ H ₂ O	1670.00

Cloruro de calcio $CL_2Ca_6H_2O$ 2790.00
hexahidrato

Si observamos esta tabla comprendemos por qué se le otorga diferente tratamiento a cada una de ellas.

El efecto de los carbonatos de Calcio y Magnesio sobre la conductividad eléctrica del suelo es muy escaso, de hecho suelos con un elevado contenido en carbonato cálcico muestran valores muy bajos de conductividad.

Algo semejante ocurre con el yeso, (sulfatos cálcicos) si bien su participación en la conductividad eléctrica es más elevada.

No ocurre igual con el carbonato sódico, único representante alcalino en el suelo. Su solubilidad es considerablemente más alta que en sus equivalentes alcalinotérreos, (Cálcico y Magnesio) lo que unido a su alta alcalinidad resulta una de las sales con mayor efecto sobre el suelo.

Las sales de mayor efecto sobre la conductividad eléctrica son los cloruros de Calcio y Magnesio así como el sulfato magnésico y cloruro sódico.

Los nitratos, a pesar de su elevada solubilidad, no presentan un gran efecto porque son muy raros, en cuanto a su porcentaje de participación en la composición de los suelos.

La conductividad eléctrica representa mejor el efecto de las sales en el suelo que la cantidad de ellas presente, pues mide el estado de disociación de las mismas. No obstante, desde el punto de vista osmótico puede no existir una relación lineal entre los valores de conductividad y la presión osmótica generada en la solución, en función de la capacidad de disociación de las sales presentes.

Las tres sales más importantes en relación con los suelos salinos son:

Sulfato magnésico.

Es un componente típico de los suelos salinos, y debido a su gran solubilidad (262 gr/l) es una de las sales más perjudiciales.

Sulfato sódico

Su toxicidad es dos o tres veces superior a la del sulfato magnésico y su solubilidad varía mucho con la temperatura. Este hecho tiene mucha importancia, ya que afecta a los lavados y precipitados de esta sal. En la estación cálida el sulfato de sodio sube por capilaridad hacia la superficie del suelo junto con las demás sales solubles, cuando baja la temperatura disminuye su solubilidad y precipita en forma de minerabilia y esta forma no es lavada por las lluvias.

Por tanto en los suelos con abundancia de esta sal, tienen una estructura suelta, estando las partículas de suelo floculadas en forma de granos del tamaño de la arena. La superficie tiene una delgada costra que es fácilmente rota y evita que el suelo sea arrastrado por el viento. En este tipo de suelos el lavado debe de hacerse con grandes cantidades de agua y cuando las temperaturas son elevadas.

Cloruro sódico.

Es junto con los sulfatos de sodio y de magnesio, la sal más frecuente en los suelos salinos. Su toxicidad es muy alta para las plantas (concentraciones de un 0.1 % de cloruro sódico es suficiente para que las plantas se resientan, y cuando la concentración sube hasta un 2 a 5 % los suelos se vuelven improductivos). Su solubilidad también es alta (del orden de 318 g/l) y no varía con la temperatura.

Su lavado en presencia de yeso es más fácil ya que cuando el yeso no existe el sodio toma forma intercambiable y se fija en las partículas del suelo.

Les siguen en importancia:

Carbonato Sódico

Como resultado de la hidrólisis provoca una fuerte alcalinidad de hasta $\text{Ph}=12$. Por sus elevadas solubilidad y alcalinidad es muy tóxico para las plantas.

En los suelos incluso en cantidades de 0.05 a 0.1% ocasiona la desagregación de las arcillas con pérdida de la estructura del suelo y disminución de la permeabilidad.

No son frecuentes grandes depósitos de CO_3Na_2 porque en los suelos desérticos y semidesérticos abunda el yeso, con el que reacciona.

Cloruro magnésico.

Tiene una elevada solubilidad (hasta 353 g/l). Esta sal absorbe el vapor de agua de la atmósfera, que disuelve los cristales de estas sales, formando una disolución salina muy concentrada. Conservan mucho tiempo la humedad después de una lluvia, y presentan un color más oscuro que de los suelos próximos.

Son suelos con buena estructura debido a la pequeña proporción del sodio (Na), respecto al calcio (Ca) y magnesio (Mg).

5. El cultivo de la calabacita cucúrbita pepo

INFORMACIÓN TAXONÓMICA

Nombre común: Calabacita

Nombre científico: Cucúrbita pepo

Familia: Cucurbitáceas.

Origen: Centroamérica.

Planta: anual, arbustiva o rastrera.

DURACIÓN DEL CULTIVO

• ANUAL

Esta especie se cultiva dentro del sistema de agricultura tradicional de temporal (calabaza de temporal) y en los cultivos intensivos (tanto monocultivos y policultivos) asociados a riego y/o a terrenos húmedos (en México denominados de cajete) con períodos de 6 a 7 meses (Lira y Montes 1994- 1995)

CICLO AGRÍCOLA

En México se presentan dos ciclos agrícolas, el primero (de temporal) durante la época de lluvias y el segundo ciclo durante la época más seca del año en terrenos denominados de cajete, muy planos y húmedos, ubicados en pequeños valles que se dice estuvieron antiguamente ocupados por lagos. También puede realizarse durante la temporada de secas en cualquier región, pero siempre asociado a riego.

TIPO DE SIEMBRA

• DIRECTA

La siembra suele realizarse directa en el suelo o en la capa de arena, a razón de 2-3 semillas, cubriéndolas con 3-4 cm de tierra o arena, según corresponda. La cantidad de semilla utilizada suele ser de unos 10 Kg./ha en siembra directa. Algunas ocasiones se realiza el transplante, germinando las semillas por separado generalmente de 5 a 7 semanas antes de colocarlas en el campo, teniendo con ello un mayor costo, debido a que la producción de frutos es muy similar en los dos casos

FECHAS DE SIEMBRA

En México, si el cultivo es de temporal se siembra en los meses de abril-mayo, dependiendo de la aparición de las primeras lluvias, y la cosecha de frutos maduros se realiza en los meses de octubre-noviembre. Si es asociado a riego o en suelos húmedos o de "cajete" se siembran al inicio de la época más seca del año (febrero o marzo) y la cosecha de frutos maduros se realiza entre julio y septiembre.

En otras regiones de México como en Sinaloa el periodo de siembra es de septiembre a enero.

FECHAS DE GERMINACIÓN

La germinación debe ocurrir en el plazo de 1 semanas a partir de la siembra

FECHAS DE EMERGENCIA DE LA PLÁNTA

La emergencia de la plántula se da de los 7 a 10 días después de la germinación.

APARICIÓN DE HOJAS

La aparición de hojas comienza aproximadamente después de los 10 días a partir de la germinación.

PRESENCIA DE YEMAS

Se presentan antes de la aparición de hojas

ÓRGANO REPRODUCTIVO

• SEMILLAS

La siembra es por semillas

TEMPERATURA Y CLIMA APROPIADOS

Este cultivo es típico de las zonas con climas templados y fríos, aunque existen variedades que se cultivan a nivel de mar. La germinación de la semillas se da cuando el suelo alcanza una temperatura de 20-25 °C, para el desarrollo vegetativo de la planta debe mantenerse una temperatura atmosférica de 25-30°C y para la floración de 20-25°C; para este último proceso, debe tomarse en cuenta que las temperaturas muy altas tienden a generar mayor número de flores examinadas.

HUMEDAD RELATIVA ÓPTIMA

La humedad relativa óptima del aire en el invernadero oscila entre el 65 % y el 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación.

Se trata de un cultivo más o menos exigente de humedad, si es cultivo de riego en zonas secas precisara de este vital líquido con la aparición de los primeros frutos. Los riegos deben de aplicarse durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis de 2000 y 2500 m³/ha. Cabe mencionar que algunas variedades de esta especie toleran condiciones ambientales estresantes, tales como, falta de agua y suelos empobrecidos en nutrientes.

LUMINOSIDAD

La luminosidad es importante, especialmente durante los periodos de crecimiento inicial y floración. La deficiencia de luz repercutirá directamente en la disminución del número de frutos en la cosecha, así mismo la intensidad lumínica determinará la relación final de flores examinadas y pistiladas, observándose que en periodos cortos de luz se favorece la producción de flores postiladas (8 horas fotoperíodo) (Záccari, 2002).

TIPO DE SUELO

Este cultivo es poco exigente en suelo, adaptándose con facilidad a todo tipo de suelos, aunque prefiere aquellos de texturas francas, profundas y bien drenadas, sin embargo se trata de una planta muy exigente en materia orgánica. Los valores de pH óptimos oscilan entre 5.6 y 6.8 (suelos ligeramente ácidos), aunque puede adaptarse a terrenos con valores de pH entre 5 y 7. pH básico pueden aparecer síntomas carenciales, excepto si el suelo está enarenado. Es una especie medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego, claro menos que el melón y la sandía y más que el pepino.

1) Que hay acerca del calcio (Ca) y magnesio (mg) en relación a cantidad de frutos y amarre de frutos.

Elementos intermedios Presentados en forma individual para darle un mejor margen de maniobra en su fertilización y poner a su disposición la oportunidad de solo corregir o mejorar la presencia del elemento que necesita su cultivo. 10. Ca-CALCIO 10 % - Formulación especial, que penetra rápidamente a la planta y se metaboliza en el interior de ésta, minimiza la inmovilización del Calcio o su bloqueo, por sus características de quelación parcial es de mas alta asimilación por vía radicular que los compuestos de calcio que tradicionalmente se aplican, juega un papel importante en las funciones fisiológicas vegetales y mejora notablemente la firmeza y consistencia del fruto y el tiempo de vida en anaquel. 11. Ca-CALCIO 10% + 5% Ac. Carboxílicos.- La adición de Ácidos Carboxílicos adicionados les da una fuerte protección a las combinaciones no deseadas, por

el tipo de Quelación que se da con estos ácidos en especial, se obtiene una mayor facilidad de ingreso y metabolización de nutrientes por la planta, dando mayor firmeza de fruta y larga vida de anaquel. 12. Ca-CALCIO 10% + 5% Ac. Húmicos- Fulvicos.- Por el tipo de Quelación que se da con estos ácidos, se obtiene una mayor facilidad de ingreso y metabolización del nutriente por la planta, ya que esta identifica los Ac. Húmicos-Fúlvidos como elementos esenciales de su metabolismo, aumenta firmeza de fruta y vida de anaquel.

Magnesio. Se ha demostrado que el magnesio (Mg) en el aguacate promueve un mayor número de brotes nuevos en las ramas, floración a tiempo y mayor amarre de frutos al disminuir el número de abortos. Investigaciones sobre magnesio con duración de 5 años en el Sur de California, USA han demostrado que la deficiencia de Mg provoca la floración prematura y que la aplicación de este nutriente al suelo es más efectiva que la aspersion foliar para corregir las deficiencias. Además, para lograr efectos más rápidos, es conveniente el uso de fuentes de magnesio solubles en agua, que aporten además potasio y azufre.

Calcio

- Estimula el desarrollo de raíces y hojas
- Influye en el rendimiento de la planta
- Mejora las condiciones de crecimiento de raíces
- Ayuda a reducir la acidez del suelo
- Es esencial para el desarrollo de los frutos
- Forma compuestos de las paredes celulares de la planta
- Se obtienen frutos firmes y de calidad
- Con el Calcio se tienen plantas grandes fuerte, así como también evita la caída de la flor

Magnesio

- Elemento fundamental en la formación de la clorofila en la planta
- Ayuda al metabolismo de los fosfatos
- Ayuda a la respiración de la planta
- Activa numerosos sistemas enzimáticos

2) Que elementos de fertilización son los más importantes para su desarrollo.

Desde el punto de vista de la fertilización los más importantes son el N, P, K eso se da en los macro elementos y son los siguientes:

Nitrógeno (N)

- Esencial para el crecimiento de las plántulas
- Necesario para la síntesis de la clorofila
- Importante para el proceso de fotosíntesis
- Componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta

Fósforo (P)

- Acelera la madurez
- Promueve la formación temprana
- Es vital en la formación de semillas
- Esencial en el crecimiento de la planta
- Ayuda al desarrollo rápido de plántulas y raíces

Potasio (K)

- Estimula el crecimiento de la raíz
- Mejora la resistencia a enfermedades
- Favorece la formación de vasos xilemáticos
- Mejora el tamaño y calidad de frutos y hortalizas

Para un cultivo es necesario aplicar elementos macros y micros, ya que la planta requiere de todos los elementos pero en pequeñas cantidades para que tenga un mejor desarrollo, en el cual esto lo puede aprovechar más fácilmente, es decir; que todos son muy importantes para tener plántulas de calidad y así tener una mejor producción

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó durante el ciclo invierno de los invernaderos, en el año 2007; dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Descripción del Sitio Experimental

Localización del Experimento.

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se encuentra ubicada en Buenavista a 7.0Km. al sur de la ciudad de Saltillo, la cual esta localizada en la región Sur del Estado de Coahuila.

Geográficamente se encuentra a 25°22' de Latitud Norte y 101°02' de Longitud Oeste a una altitud de 1742 msnm, con temperatura media anual de 19.8°C, precipitación pluvial media anual de 443.5mm, el tipo de clima de acuerdo a la clasificación de Kopen, es muy seco, semicálido con invierno fresco extremo, presencia de lluvia en verano superior al 10% del total anual.

Materiales usados

Los materiales usados en esta investigación fueron:

- Perlita
- Peat most
- 6 charolas de 200 cavidades
- Atomizadores
- Regaderas
- Semilla de calabaza (variedad succhine)

- Caolinita
- polímeros
- Extracto de nopal

Tratamientos

Se generaron un total de once tratamientos incluyendo un testigo y una cama a continuación se describe:

Tratamientos	Dosis de la Caolinita	Dosis del Polímero y/o Extracto de Nopal
1	Testigo	0
2	50 gr de caolinita	2.5 cc polímero
3	100 gr de caolinita	2.5 cc extracto de nopal
4	150 gr de caolinita	2.5 cc polímero
5	200 gr de caolinita	2.5 cc extracto de nopal
6	250 gr de caolinita	2.5 cc polímero
7	50 gr de caolinita	2.5 cc extracto de nopal
8	100 gr de caolinita	2.5 cc polímero
9	150 gr de caolinita	2.5 cc extracto de nopal
10	200 gr de caolinita	2.5 cc polímero
11	250 gr de caolinita	2.5 extracto de nopal

Descripción del trabajo

Se utilizaron 6 charolas de polietileno de 200 cavidades, y se sembraron 1 semilla por cada una de las cavidades ; el 4 de noviembre del 2007, en el sustrato previamente mezclada con perlita y peat most, en una composición de 50% para cada una, el mismo que fue humedecido con agua de tal forma que no escurriera el agua. Los riegos se llevaron a cabo con una frecuencia de 3 riegos por día (uno en la mañana, al medio día y otro por la tarde) hasta que germinara la semilla. Posteriormente, se hizo la aplicación de los tratamientos cuando la plántula tenía una altura de 6 cm.

Los tratamientos fueron aleatoriamente originados a las unidades experimentales (plántulas), de tal forma que cada charola fue dividida en dos partes (100 unidades experimentales) recibieron un tratamiento y los restantes 100 unidades que conforman la charola completa recibieron otro tratamiento y así sucesivamente hasta completar los diez tratamientos a excepción del testigo que estuvo en una charola completa. Se hicieron un total de los tratamientos, tres aplicaciones con un intervalo entre aplicaciones de 5 días. La distribución de los tratamientos fue como sigue:

Distribución de tratamientos y unidades experimentales

Caolinita mas polímero

1	2	4	6	8	10
	3	5	7	9	11

Caolinita más Extracto de Nopal

Diseño Experimental

Se utiliza un diseño completamente al azar ya que el manejo del experimento fue bajo condiciones de invernadero y se presume que la condición de la

investigación es homogénea y controlada, además que las unidades experimentales (plántulas) son homogéneas. Se utilizaron un total de 11 tratamientos los mismos que tuvieron 10 repeticiones cada una o sea se generaron un total de 110 observaciones para cada una de las variables evaluadas.

El modelo lineal aditivo de un completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = respuesta del i -ésimo y media de tratamientos en la j -ésima observación

μ = media esperada del tratamiento

T_i = el efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = es el error experimental

Con las observaciones de que el modelo es aditivo, $\sum_i T_i = 0$ con una media igual a cero y una \sqrt{t} y donde los ϵ_{ij} es un componente aleatorio. (Steel and Torrie, 1980)

Comparación de medias de tratamientos

Para la comparación de medias de tratamiento se utilizó una prueba de rango múltiple mejor conocida como DMS (diferencia mínima significativa) a un nivel de probabilidad de 1%.

Variables medidas

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

- Longitud de raíz, en esta variable se muestrearon 10 plantas por cada tratamiento, en el cual se midieron las raíces de cada uno de ellas; en donde dichas medidas se realizaron en (cm.) Eso mismo se hizo en las

evaluaciones realizadas, el instrumento de medida que se utilizó fue una regla de 30 cm.

- Peso de raíz, en esta variable el sustrato que se encontraba cerca de la raíz se tuvo que eliminar, para poder llevar a cabo el peso de cada una de las raíces de las 10 plantas muestreadas, y así poder tener un peso exacto para cada una de ellas, dicho peso se hizo con una pesa eléctrica en (gr).
- Peso del tallo, en este caso el peso de cada una de las 10 plantas muestreadas se hizo con la misma pesa eléctrica que sirvió para pesar la raíz, también se llevó a cabo en el mismo periodo en que fueron evaluadas las diferentes variables, es decir; en 5 días después de haber hecho la aplicación del producto; para cada uno de los tratamientos y de las diferentes evaluaciones.
- Altura de planta, esta variable fue medida con una regla, en un periodo de 5 días después de la aplicación del producto, y se midió en (cm), en las 10 plantas muestreadas, en donde se hizo para cada uno de los tratamientos de las diferentes evaluaciones

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza y medias de respuesta de tratamientos

El análisis de varianza para la variable longitud de raíz puede ser visto en la Tabla 1, en el cual se observa una alta significancia al 0.01% de probabilidad indicando que al menos dos medias de tratamiento son diferentes por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternante; lo anterior se debe a las siguientes causas:

- 1) Debido a la variación en las concentraciones de los tratamientos
- 2) Debido a las variaciones inherentes de las plantas muestreadas.

Tabla 1. Análisis de varianza para longitud de raíz en plántulas de calabacita evaluadas bajo condiciones de invernadero.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	1385.009766	138.500977	4.9518	0.000
ERROR	99	2769.011719	27.969816		
TOTAL	109	4154.021484			

C.V. = 31.60 %

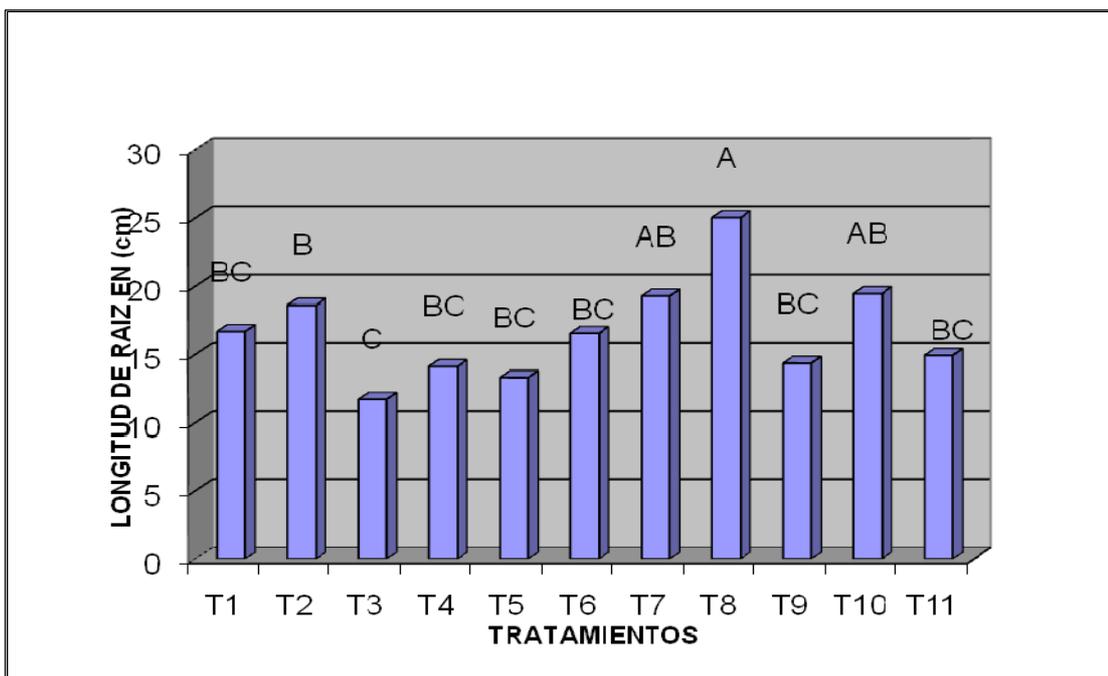
Esta diferencia en medias de tratamientos puede ser confirmada en la Tabla 5, donde se observa que las medias de tratamientos son diferentes. Asimismo, en la Figura 1, se ilustra las respuestas de los diferentes tratamientos así como su agrupación, semejanza y diferencias a DMS= 6.17cm.

Tabla 5. Respuesta de once tratamientos en plántulas de calabacita para longitud de raíz, a diferentes concentraciones de caolinita

T A B L A D E M E D I A S		
TRATAMIENTO	MEDIA	
8	25.0200	A
10	19.4500	AB
7	19.2800	AB
2	18.6200	B
1	16.6900	BC
6	16.5700	BC
11	14.9300	BC
9	14.3500	BC
4	14.1200	BC
5	13.3300	BC
3	11.7300	C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
DMS = 6.1734

Figura 1. Medias de tratamientos para longitud de raíz, en plántulas de calabacita evaluadas bajo diferentes concentraciones de caolinita en invernadero



Sobresalen por su longitud de raíz los tratamientos 8, 10, 7y2, cuyos valores son 25.02, 19.50, 19.28 y 18.62 cm, respectivamente. Los tratamientos 8 y 10 tuvieron dos y cuatro veces de Caolinita más Polímero en relación al 7 y 2, por

lo que hubo una mayor respuesta de crecimiento de raíz en el primer grupo, debido al menor estrés de la planta, ya que la Caolinita redujo la intensidad de la radiación solar, además estimuló la elongación de las raíces, esto debido a la acción de los feldespatos de potasio, sodio y calcio; minerales esenciales en el crecimiento de las plantas. Simpson (1991), observo que en suelos ácidos sin encalar, hay carencia de Ca, Mg, K y Na, lo cual produjo raíces enanas en cultivos como brassica.

Por otro lado, en la Tabla 2, se observa el análisis de varianza para la variable peso de raíz, el cual se indica que al menos dos medias de tratamiento son diferentes a una probabilidad del 0.01% al igual que para longitud de raíz, la hipótesis nula es rechazada y acepta la alternante.

Tabla 2. Análisis de varianza para peso de raíz en plántulas de calabacita evaluadas bajo condiciones de invernadero.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	6.481823	0.648182	9.5486	0.000
ERROR	99	6.720341	0.067882		
TOTAL	109	13.202164			

C.V. = 39.94 %

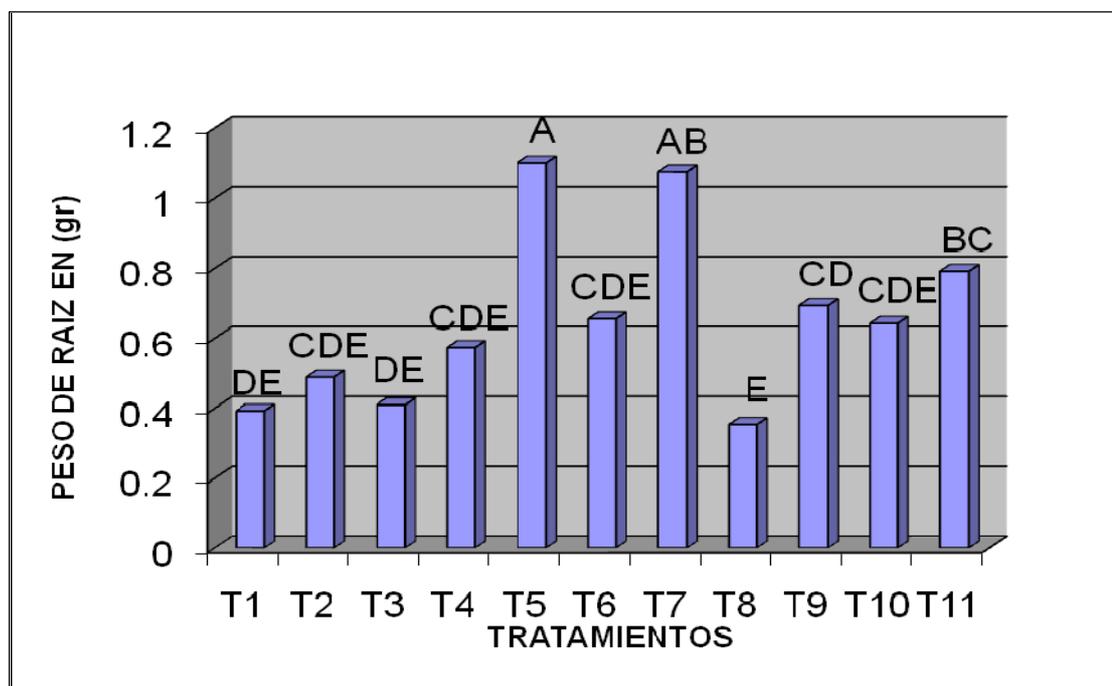
En la Tabla 6, se confirma que las medias de tratamientos, efectivamente son diferentes; a un nivel de significancia de 0.01 y con un DMS= 0.30 gr. la anterior es corroborado en la Figura 2, donde las diferencias se aprecian para las medias de los once tratamientos.

Tabla 6. Respuesta de once tratamientos en plántulas de calabacita para peso de raíz, a diferentes concentraciones de caolinita.

TABLA DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
5	1.1001	A
7	1.0744	AB
11	0.7915	BC
9	0.6943	CD
6	0.6551	CDE
10	0.6423	CDE
4	0.5731	CDE
2	0.4903	CDE
3	0.4090	DE
1	0.3926	DE
8	0.3538	E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
DMS = 0.3041

Figura 2. Medias de tratamientos para peso de raíz plántulas de calabacita evaluadas bajo diferentes concentraciones de caolinita en invernadero.



Sobresalen por su peso de raíz los tratamientos 5 y 7, cuyos valores son 1.10 y 1.07gr respectivamente. El tratamiento 5, tuvo cuatro veces caolinita más extracto de nopal, en relación al 7, en donde este último se manejo con 50 gr de caolinita más extracto de nopal, quiere decir, que el extracto de nopal es un elemento muy importante para tener una mayor respuesta con respecto al peso de raíz, sin olvidar que la caolinita contiene una mayor protección contra la deshidratación y amortiguamiento de la radiación solar, por lo que hubo crecimiento vigoroso y mayor peso de raíz; además de que el encalado proporciona una concentración adecuada de Ca y Mg, elementos importantes para el desarrollo y crecimiento de la raíz, así como formación de clorofila (Jones, et al. 1991)

El análisis de varianza para la variable peso de tallo puede ser observado en la Tabla 3, donde la fuente de variación de tratamientos es no significativa al 0.01 de probabilidad, con la cual se acepta la hipótesis nula de igual media de tratamientos.

Tabla 3. Análisis de varianza para peso de tallo en plántulas de calabacita evaluados bajo condiciones de invernadero.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	0.966370	0.096637	1.3902	0.195
ERROR	99	6.881622	0.069511		
TOTAL	109	7.847992			

C.V. = 18.16 %

Lo anterior puede ser visto en la Tabla 7 y Figura 3, donde las medias de tratamiento numéricamente son diferentes pero estadísticamente son iguales de acuerdo a $DMS = .30\text{cms}$

Tabla 7. Respuesta de once tratamientos en plántulas de calabacita para peso de tallo, a diferentes concentraciones de caolinita

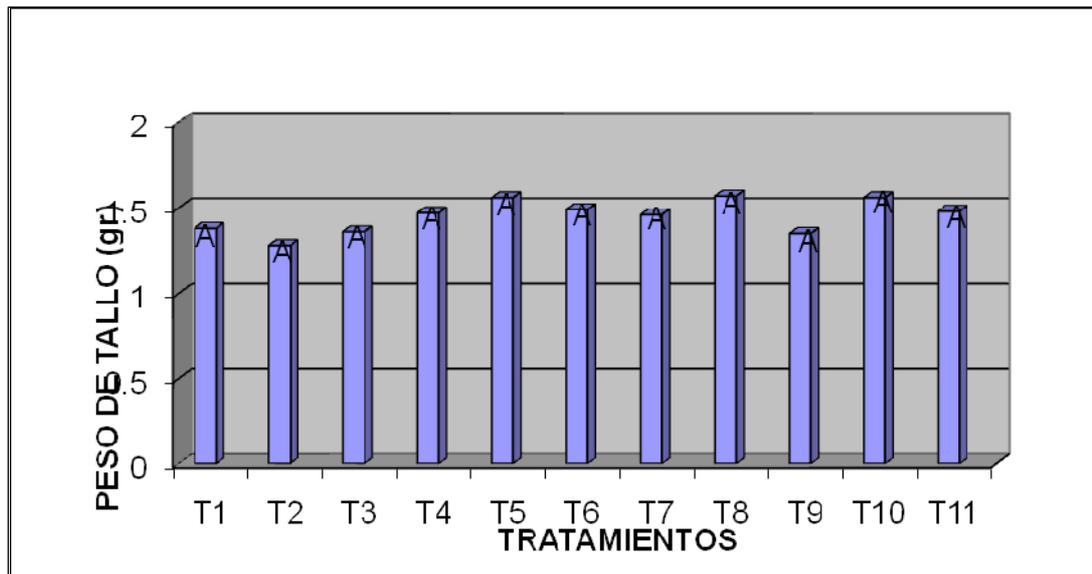
T A B L A D E M E D I A S	
TRATAMIENTO	MEDIA
8	1.5736 A
5	1.5653 A
10	1.5572 A
6	1.4947 A
11	1.4799 A
4	1.4697 A
7	1.4647 A
1	1.3827 A
3	1.3611 A
9	1.3461 A
2	1.2771 A

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
 $DMS = 0.3078$

Por su peso de tallo, los tratamientos 8, 5, 10, y 6, sobresalen con valores de 1.57, 1.56, 1.55, y 1.49gr, respectivamente; el tratamiento 8 tuvo menor caolinita más polímero, en relación al tratamiento 5, mientras que este tuvo la misma concentración que el tratamiento 10 a excepción del tratamiento 6, que tuvo 250gr de caolinita.

Otra diferencia del tratamiento 5, es que se incluyó extracto de nopal en el cual se observó una mayor respuesta en el peso del tallo de la planta, tal vez por un menor estrés por la disminución de la intensidad de la radiación solar.

Figura 3. Medias de tratamientos para peso de tallo, en plántulas de calabaza evaluadas en diferentes concentraciones de caolinita bajo condiciones de invernadero



El análisis de varianza para la variable altura de planta es mostrado en la Tabla 4, indicando que al menos dos medias de tratamiento son diferentes; ya que es altamente significativo al 0.01 de probabilidad, razón de más para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternante.

Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta, en plántulas de calabacita evaluadas bajo condiciones de invernadero.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	376.219727	37.621971	11.6177	0.000
ERROR	99	320.594727	3.238331		
TOTAL	109	696.814453			

C.V. = 15.67 %

Ambas la Tabla 8, como la Figura 4, muestran la respuesta de los diferentes tratamientos para altura de planta, en el cual se observa que las medias de tratamiento son diferentes, presentando un rango de 14.43cm a 7.66cm para los tratamientos 6 y 2 respectivamente, se utilizó una DMS= 2.10 al 0,01 de probabilidad.

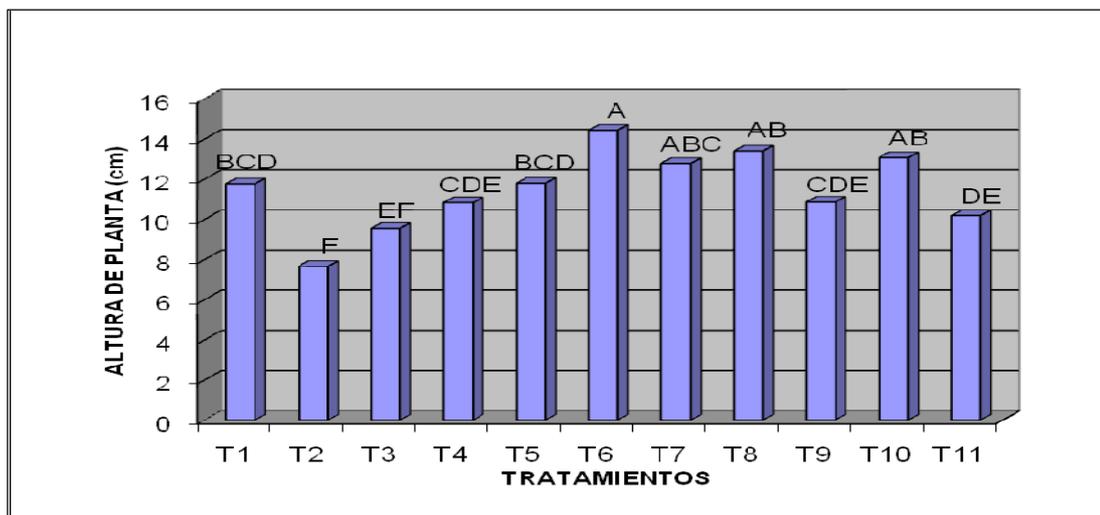
Tabla 8. Respuesta de once tratamientos en plántulas de calabacita para altura de planta, a diferentes concentraciones de caolinita.

T A B L A D E M E D I A S		
TRATAMIENTO	MEDIA	
6	14.4300	A
8	13.4000	AB
10	13.0700	AB
7	12.7900	ABC
5	11.7900	BCD
1	11.7600	BCD
9	10.8600	CDE
4	10.8300	CDE
11	10.1800	DE
3	9.5500	EF
2	7.6600	F

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01
DMS = 2.1006

Si tomáramos el primer grupo de medias de tratamiento de acuerdo a su agrupación (con la misma letra), estadísticamente estos tratamientos son iguales, el de mayor respuesta fue el tratamiento 6, y el de menor altura de éstos, fue el tratamiento 7. Cabe resaltar que el tratamiento 6, tuvo la mayor cantidad de caolinita cinco veces más que el tratamiento 7, de ahí su respuesta ya que hubo más nutrientes tales como los aluminosilicatos de K, Na y Ca responsables del crecimiento y desarrollo de la planta.

Figura 4. Medias de tratamientos para altura de planta en plántulas de calabacita evaluadas bajo diferentes concentraciones de caolinita en invernadero



En otros trabajos realizados en el cultivo de manzano se han encontrado resultados positivos al encalado, Zermeño y colaboradores (2008), reportan disminución de temperatura, calentamiento del fruto y menor daño del paño del fruto a causa de una mayor reflectividad de radiación solar.

Otros resultados similares han sido observados en otras investigaciones usando encalado en cultivo de manzano como: 1) reducción de temperatura, 2) mayor reflectividad a la radiación solar, 3) mayor acumulación de horas frío y 4) Mayor rendimiento y calidad del fruto (González, 2007; Hernández, 2001; Treviño, 1999).

V. CONCLUSIONES

Los principales hallazgos de este trabajo de investigación pueden resumirse como sigue:

1. **Para longitud de raíz**, los tratamientos que incluyeron mayor concentración de caolinita con polímero (8 y 10) tuvieron mayor respuesta que el resto.
2. Se observó que para **peso de raíz** solo los tratamientos que incluyeron caolinita más extracto de nopal fueron las más sobresalientes (tratamientos 5, 7, 11 y 9)
3. Para la variable **peso de tallo** estadísticamente las medias de tratamiento fueron iguales, sobresaliendo aquellas con mayor concentración de caolinita con polímero.
4. Finalmente, para **altura de planta** se siguió la misma tendencia ya que aquellos tratamientos con más caolinita y polímero fueron los más sobresalientes (tratamientos 6 y 8)
5. Por su comportamiento promedio los tratamientos más sobresalientes en tres de las cuatro variables evaluadas, fueron el tratamiento 8, 10 y 7.
6. La caolinita tuvo un papel muy importante en las partes vegetativas de las plántulas de calabacita, ya que sirvió de protección de la radiación solar, además proporcionó elementos nutritivos como Ca, Mg y K; importantes para el crecimiento y desarrollo de raíces, tallo, y altura de las plántulas de calabacita

VI. BIBLIOGRAFIA

Abruña, F. Pearson, R.W. and Elkin, C. 1970. Quality evaluation of soil reaction and base status changes from field applications of residually acid farming nitrogen fertilizer. Soil.soc.amer. USA. Proc 22:539-542

Aguilar, S.A. Alcantar, G. y Etchevers, B.J.D 1994 Acidez del suelo y encalado en México. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo; A.C. México. P-52

Boul, S.W. Sanchez, P.A. Cate, R.B. and Granger, M.A.1975. Soil Fertility Capability Classification. Soil Management in Tropical America North Carolina State University Raleigh. USA.

Cepeda, J. M. 1991, Química de Suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2da. Edición. Editorial Trillas. México. P.113-138

Fasshender, H. W. y Bornemisza, E. 1994. Química de Suelos. Con énfasis en suelos de América Latina IICA. Turrialba, Costa Rica. P. 161-183

Fasshender, H. W. y Molina, R. 1969. Efecto del Encalado en la Mejor Utilización de Fertilizantes Fosfatados en un Andosol de Costa Rica. Fitotecnia Latinoamericana. Costa Rica. 7 (1): 115-125

Foth, H. D. 1992. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. 5ta. Reimpresión. Michigan, USA. P. 207-222

Fuchigami, L.H. 1987. Degree Growth Stage Model and Rest-Breaking Mechanisms in Temperate Woody Perennials. Hortsciencie. 22:836-845

González, H.V. 2007. Efecto del Encalado Completo del Árbol en la Temperatura Interna y la Acumulación de Unidades Frio del Manzano. Tesis de la UAAAN. Pag.44-45

Jones, B. Wolf, B. and Mills, H.1991. Plant Analysis handbook. Tables of Interpretative Values. Georgia, USA. P. 184

Lira, S.R Montes, H.S. (1994 - 1995); Comisión para la Investigación y la Defensa de las Hortalizas; InfoAgro: Calabacín; AgroNet: Calabacita).

Palmer, R.G. y Troeh, F.R. 1970. Introducción a la Ciencia del Suelo. Manual de Laboratorio. Traductor: Sánchez F.M. 2da. Edición.USA. P.36-98

Salisbury, B.F. and Ross, W.C.1985. Plant Physiology. Third. Edition.Wadsworth Publishing Company Belmont, California. Inc. pag.183

Sánchez, P.A.1981. Suelos del Trópico. Características y manejo. Traducción: Camacho, E. programa de Suelos Tropicales. Universidad Estatal de Carolina del Norte. IICA. San José, Costa Rica. P. 244-254

Simpson K. 1991. Abonos y Estiércoles. 2da. Edición. Mundi-Prensa. Zaragoza, España. P.73-90

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Second Edition.

Tisdale, S. y Nelson, W. 1991. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Traducción: Balasch, J. y Piña, C. 2da. Edición en Español. Editorial. UTEHA New York, USA. P.444

Treviño, A.T.L. 1999. Efecto del Encalado Total en la Acumulación de Unidades Frio del Manzano. Tesis de la UAAAN. Pag. 34-35

Záccari, 2002, Cucúrbita sp. Facultad de Agronomía. Universidad de la República; Comisión para la Investigación y la Defensa de las Hortalizas; InfoAgro: Calabacín; AgroNet: Calabacita).

Zermeño, G.A; Hernández H. A; Ramírez, R.H; Benavidez, M.A; Jasso C.D y Munguía, L.J. 2008. Beneficios del encalado total del manzano (*malus domestica* borkh) en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. *Agro-ciencia*, 40(5): 577-584

Fuente(s):

<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/cien...>

<http://www.unp.edu.ar/museovirtual/Minerales/Fichashtm/fcaolinita.htm>

<http://www.uned.es/cristamine/fichas/caolinita/caolinita.htm>

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf

VII. APENDICE

Tabla 1A. Observaciones de diez plántulas de calabacita de la variable longitud de raíz para cada uno de los once tratamientos bajo diferentes concentraciones de caolinita

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = LONGITUD DE RAIZ DE CALABAZA (CAOLINITA)

2 días después de aplicación

TRATA.	6	6				
1	31.6000	17.5000	10.5000	13.0000	11.0000	12.5000
2	21.0000	19.5000	26.5000	10.1000	27.0000	14.5000
3	9.2000	11.5000	13.7000	12.2000	14.2000	9.1000
4	14.0000	8.1000	16.5000	8.8000		
5	19.3000	11.7000	15.0000	14.0000	9.0000	12.0000
6	17.2000	14.0000	19.0000	10.0000		
7	14.8000	11.1000	17.1000	10.5000	14.0000	12.5000
8	14.0000	8.1000	15.5000	15.7000		
9	15.5000	17.0000	13.0000	15.0000	20.5000	10.5000
10	13.5000	13.5000	31.2000	16.0000		
11	9.5000	15.2000	28.0000	13.0000	10.0000	11.6000
	35.0000	29.5000	21.0000	20.0000		
	27.0000	28.0000	26.5000	22.2000	26.0000	27.5000
	20.5000	26.0000	27.0000	19.5000		
	9.5000	8.5000	6.0000	21.5000	13.0000	15.0000
	14.0000	28.2000	17.8000	10.0000		
	20.0000	22.5000	20.5000	15.5000	20.0000	19.0000
	20.5000	18.5000	16.5000	21.5000		
	13.6000	12.8000	19.0000	17.5000	13.5000	16.0000
	9.0000	17.2000	14.0000	16.7000		

Tabla 2A. Observaciones de diez plántulas de calabacita de la variable peso de raíz, para cada uno de los once tratamientos bajo diferentes concentraciones de caolinita

T A B L A D E D A T O S

VARIABLE = PESO DE RAIZ DE PLANTA DE CALABAZA (CAOLINITA)

TRATA.						
1	0.2966	0.2398	0.4232	0.4524	0.3975	0.4186
2	0.4536	0.5949	0.2540	0.3955		
3	0.7465	0.5783	0.5042	0.2530	0.4641	0.1991
4	0.6129	0.5492	0.4496	0.5460		
5	0.4173	0.4136	0.4600	0.6003	0.3870	0.2963
6	0.5456	0.2145	0.4016	0.3538		
7	0.5507	0.3822	0.7529	0.1435	0.9287	0.2914
8	0.8614	0.5628	0.6407	0.6163		
9	0.7854	0.8620	2.0086	0.4863	1.1138	0.8730
10	1.2250	0.5436	1.8034	1.2999		
11	1.0783	0.4904	0.6016	0.6545	0.8508	0.4735
	0.9490	0.3836	0.8420	0.2278		
	0.7205	0.9661	1.1472	1.6941	0.7461	1.1513
	0.9492	0.9936	0.8027	1.5731		
	0.5818	0.5727	0.2731	0.4767	0.2312	0.2718
	0.3651	0.2551	0.2582	0.2525		
	1.0125	0.5701	0.5665	0.7329	0.4100	0.4203
	0.7674	0.8472	0.5443	1.0719		
	0.2975	0.7274	0.7273	0.5336	1.0664	0.5369
	0.6504	0.4714	0.3272	1.0845		
	0.6733	0.8170	0.9020	1.0494	0.6935	1.0239
	0.8236	0.9562	0.2428	0.7332		

Tabla 3A. Observaciones de diez plántulas de calabacita de la variable peso del tallo, para cada uno de los once tratamientos bajo diferentes concentraciones de caolinita

T-A-B-L-A D E D A T O S

VARIABLE = PESO DE TALLO DE PLANTA DE CALABAZA (CAOLINITA)

TRATA.

1	1.4190	1.4229	1.2340	1.4530	1.7389	1.2982
	1.4408	1.6570	1.0148	1.1488		
2	1.4846	1.4509	1.0289	1.2082	1.2683	1.0742
	1.7560	1.1729	0.9235	1.4036		
3	1.3486	1.3386	1.3343	1.2082	1.2966	1.4476
	1.7019	1.4233	1.2016	1.3102		
4	1.3247	1.3365	1.4554	1.8581	1.7446	1.3238
	1.4234	1.3975	1.6501	1.1825		
5	1.4162	1.9713	1.9026	1.4294	1.3230	0.9817
	1.9855	1.2585	1.8200	1.5652		
6	1.8342	1.4211	1.9690	1.5894	1.1678	0.9245
	1.4435	1.5401	2.1628	0.8943		
7	1.4754	1.9604	1.4496	1.7965	1.0408	1.1889
	1.2543	1.6074	1.5075	1.3664		
8	1.9129	1.3698	1.5418	1.4994	1.7548	1.7346
	1.9261	1.2209	1.5380	1.2381		
9	1.4330	1.5582	1.5100	1.4760	1.2290	0.9503
	1.3946	1.5650	1.0277	1.3176		
10	1.2343	1.4882	2.0317	1.6572	1.2828	1.6536
	1.6663	1.6001	1.5810	1.3765		
11	1.4615	1.3382	1.6428	1.4834	1.8655	1.3463
	1.0360	1.7269	1.4614	1.4371		

Tabla 4A. Observaciones de diez plántulas de calabacita de la variable altura de planta, para cada uno de los once tratamientos bajo diferentes concentraciones de caolinita

T-A-B-L-A D E D A T O S

VARIABLE = ALTURA DE PLANTA DE CALABAZA (CAOLINITA)

TRATA.

1	12.2000	9.3000	12.6000	9.8000	13.2000	10.9000
	9.8000	16.2000	13.6000	10.0000		
2	9.0000	10.0000	6.3000	6.7000	6.7000	9.0000
	6.0000	9.1000	6.6000	7.2000		
3	6.5000	8.9000	8.6000	6.5000	12.9000	9.5000
	11.8000	9.0000	12.1000	9.7000		
4	7.5000	10.4000	9.1000	12.9000	11.1000	15.2000
	11.8000	9.9000	9.7000	10.7000		
5	11.2000	11.0000	11.1000	10.3000	12.1000	14.2000
	13.3000	11.3000	12.8000	10.6000		
6	16.3000	15.5000	15.0000	15.5000	12.1000	12.3000
	15.2000	14.3000	16.3000	11.8000		
7	13.0000	13.5000	14.1000	14.3000	12.6000	13.6000
	13.5000	11.7000	9.0000	12.6000		
8	15.5000	12.7000	13.8000	12.3000	12.5000	12.8000
	15.2000	11.5000	13.2000	14.5000		
9	9.0000	9.0000	11.0000	12.9000	10.5000	10.5000
	14.2000	14.0000	8.2000	9.3000		
10	16.0000	14.8000	14.7000	12.2000	9.5000	12.2000
	12.9000	13.6000	12.7000	12.1000		
11	10.5000	9.5000	11.0000	13.5000	12.2000	8.3000
	9.0000	9.0000	9.5000	9.3000		

Tabla 5A. Promedios de once tratamientos en plántulas de calabacita considerado diez observaciones para longitud de raíz, bajo diferentes concentraciones de caolinita.

T A B L A D E M E D I A S		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	16.689999
2	10	18.620001
3	10	11.730000
4	10	14.120000
5	10	13.330000
6	10	16.570000
7	10	19.279999
8	10	25.020000
9	10	14.350000
10	10	19.450001
11	10	14.930000

Tabla 6A. Promedios de once tratamientos en plántulas de calabacita considerado diez observaciones para peso de raíz, bajo diferentes concentraciones de caolinita

T A B L A D E M E D I A S		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	0.392610
2	10	0.490290
3	10	0.409000
4	10	0.573060
5	10	1.100100
6	10	0.655150
7	10	1.074390
8	10	0.353820
9	10	0.694310
10	10	0.642260
11	10	0.791490

Tabla 7A. Promedios de once tratamientos en plántulas de calabacita considerado diez observaciones para peso de tallo, bajo diferentes concentraciones de caolinita.

T A B L A D E M E D I A S		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	1.382740
2	10	1.277110
3	10	1.361090
4	10	1.469660
5	10	1.565340
6	10	1.494670
7	10	1.464720
8	10	1.573640
9	10	1.346140
10	10	1.557170
11	10	1.479910

Tabla 8A. Promedios de once tratamientos en plántulas de calabacita considerado diez observaciones para altura de planta, bajo diferentes concentraciones de caolinita

T A B L A D E M E D I A S		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	11.760000
2	10	7.660000
3	10	9.550000
4	10	10.830000
5	10	11.790001
6	10	14.430000
7	10	12.789999
8	10	13.400000
9	10	10.860000
10	10	13.070000
11	10	10.180000

ANEXOS

LA FC, PARA CADA UNA DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO FUERON CALCULADAS DE LA SIGUIENTE FORMA:

1. LONGITUD DE RAIZ

$$FC = \frac{CM \text{ Trat.}}{CM \text{ error}}$$

$$FC = \frac{138.500}{27.96} \quad FC = 4.95$$

$$FT = 0.05$$

$$FT = 0.01$$

$$\begin{array}{r} FT = 1.95 \\ + 1.92 \\ \hline 3.87 / 2 = 1.94 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2.55 \\ + 2.51 \\ \hline 5.06 / 2 = 2.53 \end{array}$$

$$FC = 4.95 > 1.94$$

$$FC = 4.95 > 2.53$$

2. CONCLUSION DEL ANVA

Dado que la FC para la variable longitud de raíz fue de 4.95 y esta al contrastarla con la FT la cual fue de 1.94 al 0.05 y de 2.53 al 0.01; es mayor la FC que la FT por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, donde existe alta significancia entre medias de tratamientos.

1. PESO DE RAIZ

$$FC = \frac{CM_{\text{Trat.}}}{CM_{\text{Error}}}$$

$$FC = \frac{0.648182}{0.067882} \quad FC = 9.5486$$

$$FT = 0.05$$

$$FT = 0.01$$

$$\begin{array}{r} FT = 1.95 \\ + 1.92 \\ \hline 3.87 / 2 = 1.94 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2.55 \\ + 2.51 \\ \hline 5.06 / 2 = 2.53 \end{array}$$

$$FC = 9.5486 > 1.94$$

$$FC = 9.5486 > 2.53$$

2. CONCLUSION DEL ANVA

En la variable peso de raíz, la FC es de 9.5486 en la cual al comparar con la FT, en relación al 0.05 de probabilidad es de 1.94 y de 2.53 al 0.01 de probabilidad; es decir, la FC es mayor que la FT, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa en donde se observa altamente significativa entre Medias de Tratamientos.

1. PESO DE TALLO

$$FC = \frac{CM \text{ Trat.}}{CM \text{ Error}}$$

$$FC = \frac{0.096637}{0.069511} \quad FC = 1.3902$$

$$FT = 0.05$$

$$FT = 0.01$$

$$\begin{array}{r} FT = 1.95 \\ + 1.92 \\ \hline 3.87 / 2 = 1.94 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2.55 \\ + 2.51 \\ \hline 5.06 / 2 = 2.53 \end{array}$$

$$FC = 1.3902 < 1.94$$

$$FC = 1.3902 < 2.53$$

2. CONCLUSION DEL ANVA

Con base a la variable de peso de tallo la comparación de la FC y la FT, la FC que es de 1.3902 es menor que la FT que es de 1.94 al 0.05 de probabilidad y con la otra que es de 2.53 a 0.01 de probabilidad es decir, en este caso se acepta la hipótesis nula esto nos indica de que no existe diferencias entre medias de tratamiento

1. ALTURA DE PLANTA

$$FC = \frac{CM_{\text{Trat.}}}{CM_{\text{Error}}}$$

$$FC = \frac{37.621971}{3.238331} \quad FC = 11.6177$$

$$FT = 0.05$$

$$FT = 0.01$$

$$FT = \begin{array}{r} 1.95 \\ + 1.92 \\ \hline 3.87 / 2 = 1.94 \end{array}$$

$$+ \begin{array}{r} 2.55 \\ 2.51 \\ \hline 5.06 / 2 = 2.53 \end{array}$$

$$FC = 11.6177 > 1.94$$

$$FC = 11.6177 > 2.53$$

2. CONCLUSION DEL ANVA

Dado que en la variable altura de planta el FC es de 11.6177 es mayor que la FT que es de 1.94 al 0.05 de probabilidad y de 2.53 al 0.01 de probabilidad, en este caso se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa; debido a la alta significancia entre medias de tratamientos observados en el análisis de varianza.

LA DMS, PARA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TRATAMIENTO FUE ESTIMADA DE LA SIGUIENTE MANERA:

DMS, A UNA PROBABILIDAD DE 0.05

1. LONGITUD DE RAIZ

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{2(27.969816)}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{55.939632}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \sqrt{5.5939632}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984(2.365156063)$$

$$DMS_{0.05} = 4.692$$

2. PESO DE RAIZ

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{2(0.067882)}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{0.135764}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \sqrt{0.0135764}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984(0.116517809)$$

$$DMS_{0.05} = 0.231$$

3. PESO DE TALLO

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{2(0.069511)}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{0.139022}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \sqrt{0.0139022}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984(0.11790759)$$

$$DMS_{0.05} = 0.234$$

4. ALTURA DE PLANTA

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{2(3.238331)}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \frac{\sqrt{6.476662}}{10}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984 \sqrt{0.6476662}$$

$$DMS_{0.05} = 1.984(0.804777112)$$

$$DMS_{0.05} = 0.897$$

DMS A UNA PROBABILIDAD DE 0.01

1. LONGITUD DE RAIZ

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{2(27.969816)}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{55.939632}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \sqrt{5.5939632}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628(2.365156063)$$

$$DMS_{0.01} = 6.216$$

2. PESO DE RAIZ

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{2(0.067882)}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{0.135764}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \sqrt{0.0135764}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628(0.116517809)$$

$$DMS_{0.01} = 0.306$$

3. PESO DE TALLO

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{2(0.069511)}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{0.139022}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \sqrt{0.0139022}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628(0.11790759)$$

$$DMS_{0.01} = 0.309$$

4. ALTURA DE PLANTA

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{2(3.238331)}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \frac{\sqrt{6.476662}}{10}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628 \sqrt{0.6476662}$$

$$DMS_{0.01} = 2.628(0.804777112)$$

$$DMS_{0.01} = 2.114$$

Diferencias de Medias de tratamiento para Longitud de Raíz

Trat.		X3	X5	X4	X9	X11	X6	X1	X2	X7	X10	X8
		11.73	13.33	14.12	14.35	14.93	16.57	16.68	18.62	19.27	19.45	25.02
X8	25.02	13.29	11.69	10.9	10.67	10.09	8.45	8.34	6.4	5.75	5.57	0
X10	19.45	7.72	6.12	5.33	5.1	4.52	2.88	2.77	0.83	0.18	0	
X7	19.27	7.54	5.94	5.15	4.92	4.34	2.7	2.59	0.65	0		
X2	18.62	6.89	5.29	4.5	4.27	3.69	2.05	1.94	0			
X1	16.68	4.95	3.35	2.56	2.33	1.75	0.11	0				
X6	16.57	4.84	3.24	2.45	2.22	1.64	0					
X11	14.93	3.2	1.6	0.81	0.58	0						
X9	14.35	2.6	1.02	0.23	0							
X4	14.12	2.39	0.79	0								
X5	13.33	1.6	0									
X3	11.73	0										

DMS_{0.05} = 4.692

DMS_{0.01} = 6.216

Diferencias de Medias de tratamiento para Peso de Raíz

Trat.		X8	X1	X3	X2	X4	X10	X6	X9	X11	X7	X5
		0.35	0.39	0.40	0.49	0.57	0.64	0.65	0.69	0.79	1.07	1.10
X5	1.10	0.75	0.71	0.7	0.61	0.53	0.46	0.45	0.41	0.31	0.03	0
X7	1.07	0.72	0.68	0.67	0.58	0.5	0.43	0.42	0.38	0.28	0	
X11	0.79	0.44	0.4	0.39	0.3	0.22	0.15	0.14	0.1	0		
X9	0.69	0.34	0.3	0.29	0.2	0.12	0.05	0.04	0			
X6	0.65	0.3	0.26	0.25	0.16	0.08	0.01	0				
X10	0.64	0.29	0.25	0.24	0.15	0.07	0					
X4	0.57	0.22	0.18	0.17	0.08	0						
X2	0.49	0.14	0.1	0.09	0							
X3	0.40	0.05	0.01	0								
X1	0.39	0.04	0									
X8	0.35	0										

DMS_{0.05} = 0.231

DMS_{0.01} = 0.306

Diferencias de Medias de tratamiento para Peso de Tallo

Trat.		X2	X9	X3	X1	X4	X7	X11	X6	X10	X5	X8
		1.27	1.34	1.36	1.38	1.46	1.46	1.47	1.49	1.55	1.56	1.57
X8	1.57	0.3	0.23	0.21	0.19	0.11	0.11	0.1	0.08	0.02	0.01	0
X5	1.56	0.29	0.22	0.2	0.18	0.1	0.1	0.09	0.07	0.01	0	
X10	1.55	0.28	0.21	0.19	0.17	0.09	0.09	0.08	0.06	0		
X6	1.49	0.22	0.15	0.13	0.11	0.03	0.03	0.02	0			
X11	1.47	0.2	0.13	0.11	0.09	0.01	0.01	0				
X7	1.46	0.19	0.12	0.1	0.08	0	0					
X4	1.46	0.19	0.12	0.1	0.08	0						
X1	1.38	0.11	0.04	0.02	0							
X3	1.36	0.09	0.02	0								
X9	1.34	0.07	0									
X2	1.27	0										

DMS_{0.05} = 0.234

DMS_{0.01} = 0.309

Diferencias de Medias de tratamiento para altura de planta.

Trat.		X2	X3	X11	X4	X9	X1	X5	X7	X10	X8	X6
		7.68	9.55	10.18	10.83	10.86	11.76	11.79	12.78	13.07	13.40	14.43
X6	14.43	6.75	4.88	4.25	3.6	3.57	2.67	2.64	1.65	1.36	1.03	0
X8	13.40	5.72	3.85	3.22	2.57	2.54	1.64	1.61	0.62	0.33	0	
X10	13.07	5.39	3.52	2.89	2.24	2.21	1.31	1.28	0.29	0		
X7	12.78	5.1	3.23	2.6	1.95	1.92	1.02	0.99	0			
X5	11.79	4.11	2.24	1.61	0.96	0.93	0.03	0				
X1	11.76	4.08	2.21	1.58	0.93	0.9	0					
X9	10.86	3.18	1.31	0.68	0.03	0						
X4	10.83	3.15	1.28	0.65	0							
X11	10.18	2.5	0.63	0								
X3	9.55	1.87	0									
X2	7.68	0										

DMS_{0.05} = 0.897

DMS_{0.01} = 2.114

NOTA: Si la diferencia de medias de tratamiento es mayor que el valor DMS tabulado, son diferentes las medias de tratamientos; por otro lado si la diferencia de medias de tratamiento es menor que el valor DMS tabulado, son iguales las medias de tratamiento.